

Số: 55/QĐ-BXD

Hà Nội, ngày 25 tháng 01 năm 2017

**QUYẾT ĐỊNH**

**Về việc phê duyệt Quy trình kiểm định và Quy trình bảo trì công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình**

**BỘ TRƯỞNG BỘ XÂY DỰNG**

Căn cứ Nghị định số 62/2013/NĐ-CP ngày 25/6/2013 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Xây dựng;

Căn cứ Quyết định số 1511/QĐ-TTg ngày 12/10/2012 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt điều chỉnh Đề án Tăng cường năng lực kiểm định chất lượng công trình xây dựng ở Việt Nam;

Căn cứ Quyết định số 746/QĐ-BXD ngày 25/6/2015 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng về việc phê duyệt dự án “Điều tra, khảo sát tình hình thực hiện công tác kiểm định, bảo trì và biên soạn các tài liệu hướng dẫn quy trình kiểm định, bảo trì các công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình” thuộc Đề án “Tăng cường năng lực kiểm định chất lượng công trình xây dựng ở Việt Nam”;

Xét đề nghị của Cục trưởng Cục Giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng,

**QUYẾT ĐỊNH:**

**Điều 1.** Phê duyệt Quy trình kiểm định và Quy trình bảo trì công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình do Cục Giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng - Bộ Xây dựng lập, phục vụ việc tổ chức kiểm định, bảo trì các công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình trên cả nước (Quy trình được ban hành kèm theo Quyết định này).

**Điều 2.** Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày ký.

Chánh Văn phòng Bộ, Cục trưởng Cục Giám định Nhà nước về chất lượng công trình xây dựng, Thủ trưởng các đơn vị có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

**Nơi nhận:**

- Như Điều 2;
- Bộ trưởng (để b/c);
- Lưu: VP, GĐ.

**KT. BỘ TRƯỞNG**  
**THỨ TRƯỞNG**

(đã ký)

**Lê Quang Hùng**

# **BỘ XÂY DỰNG**

## **QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH CÁC CÔNG TRÌNH THÁP THU PHÁT SÓNG VIỄN THÔNG, TRUYỀN THANH, TRUYỀN HÌNH** (Kèm theo Quyết định số 55/QĐ-BXD ngày 25/01/2017 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng)

HÀ NỘI, 2016

## **BỘ XÂY DỰNG**

### **QUY TRÌNH KIỂM ĐỊNH CÁC CÔNG TRÌNH THÁP THU PHÁT SÓNG VIỄN THÔNG, TRUYỀN THANH, TRUYỀN HÌNH**

Chủ nhiệm dự án: PGS.TS. Phạm Minh Hà  
Phó chủ nhiệm: ThS. Hoàng Hải  
Thư ký: ThS. Nguyễn Việt Sơn  
Thành viên chính: TS. Nguyễn Đại Minh  
PGS.TS. Trần Chung  
PGS.TS. Vũ Quốc Anh  
TS. Vũ Thành Trung  
TS. Nguyễn Hải Quang  
ThS. Đỗ Văn Mạnh  
ThS. Ngô Tinh Túy  
ThS. Kiều Tuấn Dũng  
ThS. Lê Ngọc Quý  
CN. Lê Thị Mai Hoa

*Ngày tháng năm 2016*  
THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN  
CHỦ TRÌ DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
CHỦ NHIỆM DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN  
QUẢN LÝ DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG  
ĐÁNH GIÁ CHÍNH THỨC

## LỜI NÓI ĐẦU

Quy trình kiểm định các công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình do Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng ban hành.

Quy trình này là tài liệu kỹ thuật để các tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, sử dụng vào việc thực hiện công tác kiểm định công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình.

## MỤC LỤC

1. Cơ sở xây dựng quy trình kiểm định .....	5
2. Đối tượng và phạm vi áp dụng .....	5
3. Căn cứ để kiểm định .....	6
4. Chu kỳ kiểm định .....	7
5. Công tác chuẩn bị .....	7
6. Lập đề cương kiểm định .....	7
7. Công tác đo đạc, khảo sát .....	8
8. Lấy mẫu thí nghiệm xác định đặc trưng vật liệu .....	11
9. Xác định tải trọng thực tế .....	12
10. Phân tích, đánh giá an toàn kết cấu .....	12
11. Lập báo cáo kiểm định .....	13
12. An toàn khi kiểm định .....	14
Phụ lục 1 – Mẫu đề cương kiểm định an toàn chịu lực kết cấu công trình.....	15
Phụ lục 2 – Danh mục thiết bị thường sử dụng trong kiểm định .....	17
Phụ lục 3 – Mẫu ghi kết quả đo đạc kích thước các cấu kiện .....	19
Phụ lục 4 – Mẫu ghi kết quả kiểm tra anten lắp đặt trên công trình .....	20
Phụ lục 5 – Ví dụ mẫu ghi số liệu đo đạc hiện trạng mặt bằng chân tháp .....	21
Phụ lục 6 – Ví dụ mẫu ghi số liệu kết quả đo nghiêng công trình .....	22
Phụ lục 7 – Xác định các đặc trưng vật liệu của kết cấu bê tông và bê tông cốt thép .....	23
Phụ lục 8 – Một số phương pháp đo lực căng dây neo .....	25
Phụ lục 9 – Phương pháp thí nghiệm vi động (microdynamics) .....	30
Phụ lục 10 – Mẫu báo cáo kết quả kiểm định an toàn chịu lực kết cấu tháp .....	32

## 1. Cơ sở xây dựng quy trình kiểm định

Quy trình này được biên soạn dựa trên các văn bản, tài liệu kỹ thuật dưới đây:

- Nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12/5/2015 về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.

- Thông tư số 03/2016/TT-BXD ngày 10/3/2016 Quy định về phân cấp công trình xây dựng và hướng dẫn áp dụng trong quản lý hoạt động đầu tư xây dựng.

- ANSI/TIA-222-G-2005, Structural Standard for Antenna Supporting Structures and Antennas (Tiêu chuẩn kết cấu đối với các kết cấu đỡ ăng ten và các thiết bị phụ trợ).

- СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции (Kết cấu chịu lực và kết cấu bao che).

- СП 13-102-2003 "Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений" (Nguyên tắc khảo sát các kết cấu nhà và công trình xây dựng).

- Văn bản số 2340/MOBIFONE-ĐT ngày 15/4/2016 của Tổng công ty viễn thông Mobifone, văn bản số 1047/VTQĐ-XD ngày 29/4/2016 của Tập đoàn viễn thông quân đội Viettel, văn bản số 1754/VNPT-KHĐT ngày 19/4/2016 của Tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam VNPT về việc đóng góp ý kiến cho Dự thảo Quy trình bảo trì, kiểm định tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình.

## 2. Đối tượng và phạm vi áp dụng

Quy trình này là tài liệu kỹ thuật để các tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, sử dụng vào việc thực hiện công tác kiểm định công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình.

Ngoài ra, quy trình này có thể áp dụng cho các công trình cần kiểm định trong trường hợp có yêu cầu của Chủ Đầu tư hoặc Cơ quan chức năng, ví dụ: công trình có biểu hiện xuống cấp về chất lượng, ảnh hưởng đến an toàn, khai thác và sử dụng; công trình cần kiểm định khi lắp đặt thêm thiết bị, cải tạo nâng cấp; công trình kiểm định theo yêu cầu như đề phòng trước mùa mưa bão hoặc sau khi bị tố lốc, bão mạnh, lũ lụt v.v.; công trình bị hư hỏng, có khiếm khuyết hay bị sự cố do thiên tai, hỏa hoạn hoặc do các nguyên nhân khác.

Các đối tượng công trình tháp ở trên được phân thành 5 cấp theo Thông tư 03/2016/TT-BXD ngày 10/3/2016, có hiệu lực từ ngày 15/5/2016, cụ thể như sau:

- Cấp đặc biệt ( $H \geq 300$  m, trong đó, H – chiều cao tháp);
- Cấp I ( $H \geq 150$  m);
- Cấp II ( $H \geq 75$  m);
- Cấp III ( $H \geq 45$  m);
- Cấp IV ( $H < 45$  m).

### 3. Căn cứ để kiểm định

Việc kiểm định phải căn cứ vào quy chuẩn QCVN 02: 2009/BXD Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia số liệu các điều kiện tự nhiên dùng trong xây dựng và các quy chuẩn kỹ thuật khác theo quy định.

Đối với các công trình có lưu giữ hồ sơ thiết kế, hồ sơ thi công và trong các hồ sơ đó có các tiêu chuẩn áp dụng thì việc kiểm định sử dụng các tiêu chuẩn ghi trong các hồ sơ này, có thể tham khảo các tiêu chuẩn liệt kê trong Bảng 1 dưới đây.

Đối với các công trình không lưu giữ hồ sơ thiết kế, hồ sơ thi công, hoặc có lưu giữ nhưng không ghi rõ hoặc đầy đủ các tiêu chuẩn áp dụng thì việc kiểm định có thể sử dụng các tiêu chuẩn trong Bảng 1 làm căn cứ.

*Bảng 1: Danh mục các tiêu chuẩn làm căn cứ để kiểm định hoặc tham khảo<sup>1</sup>*

<b>Mã hiệu<sup>2</sup></b>	<b>Tên tiêu chuẩn</b>
TCVN 2737: 1995	Tải trọng và tác động – Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 9386: 2012	Thiết kế công trình chịu động đất
TCVN 5575: 2012	Kết cấu thép – Tiêu chuẩn thiết kế
TCXD 170: 1989	Kết cấu thép – Gia công, lắp ráp và nghiệm thu – Yêu cầu kỹ thuật
TCVN 4398: 2001	Thép và sản phẩm thép - Vị trí lấy mẫu, chuẩn bị phôi mẫu, thử cơ tính
TCVN 197: 2002	Vật liệu kim loại - Thử kéo ở nhiệt độ thường
TCVN 5574: 2012	Kết cấu bê tông và bê tông cốt thép – Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 9334: 2012	Bê tông nặng – Phương pháp xác định cường độ nén bằng súng bật nảy
TCVN 9356: 2012	Kết cấu BTCT- Phương pháp điện từ xác định chiều dày lớp bê tông bảo vệ, vị trí và đường kính cốt thép trong bê tông
TCVN 9357: 2012	Bê tông nặng- Đánh giá chất lượng bê tông – Phương pháp xác định vận tốc xung siêu âm
TCVN 9362: 2012	Tiêu chuẩn thiết kế nền nhà và công trình
TCVN 10304: 2014	Móng cọc – Tiêu chuẩn thiết kế
TCVN 9360: 2012	Quy trình kỹ thuật xác định độ lún công trình công nghiệp và dân dụng bằng phương pháp đo cao hình học

và các tiêu chuẩn, quy định khác có liên quan .

Ghi chú:

<sup>1</sup> Trong trường hợp ban hành các tiêu chuẩn chuyên về tháp viễn thông thì việc kiểm định căn cứ vào các tiêu chuẩn chuyên ngành này và các tiêu chuẩn liên quan.

<sup>2</sup> Đối với các tiêu chuẩn ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản được nêu. Đối với các tài liệu viện dẫn không ghi năm công bố thì áp dụng phiên bản mới nhất, bao gồm cả các sửa đổi, bổ sung (nếu có).

#### **4. Chu kỳ kiểm định**

Công tác kiểm định được thực hiện với chu kỳ 05 năm đối với dạng cột dây co và 07 năm đối với dạng tháp tự đứng. Tuy nhiên, chu kỳ kiểm định này có thể giảm từ 01 đến 02 năm đối với công trình cấp đặc biệt; công trình được xây dựng ở khu vực ven biển (cách mép bờ biển dưới 10 km), trong môi trường ăn mòn, hay các tháp thường xuyên chịu tác động của bão, lũ...; công trình đã đưa vào sử dụng lâu năm.

Ngoài ra, công tác kiểm định có thể được thực hiện khi có yêu cầu của Chủ Đầu tư hoặc Cơ quan chức năng như quy định tại mục 2 của quy trình này.

#### **5. Công tác chuẩn bị**

Mục đích của công tác chuẩn bị là tìm hiểu các thông tin cơ bản về công trình tháp sẽ được kiểm định.

Cụ thể, cần phải thu thập, nghiên cứu và phân tích các hồ sơ, tài liệu sau:

- Hồ sơ thiết kế, thi công, lắp đặt thiết bị, vận hành, bảo trì, kiểm định, sửa chữa công trình;

- Tài liệu khảo sát địa chất nếu có.

Quá trình thu thập, phân tích hồ sơ, tài liệu cần xác định được các thông tin như sau:

- Năm xây dựng và năm đưa vào sử dụng;

- Chủ đầu tư, đơn vị thiết kế, đơn vị thi công, tư vấn giám sát...;

- Giải pháp kết cấu, giải pháp nền móng công trình;

- Tải trọng và tác động, trong đó đặc biệt lưu ý về tải trọng gió và yếu tố ăn mòn;

- Vật liệu sử dụng.

Khi các công tác chuẩn bị nêu trên không đưa ra đủ các thông tin cần thiết phục vụ cho các bước kiểm định tiếp theo, có thể tiến hành khảo sát sơ bộ để có những thông tin về các kích thước hình học, các đặc trưng cơ lý của vật liệu, các hư hỏng, khuyết tật v.v. Từ đó, có cơ sở để xác định các nội dung và khối lượng khảo sát đối với từng loại cấu kiện, liên kết của kết cấu tháp.

#### **6. Lập đề cương kiểm định**

Trên cơ sở các thông tin đã tìm hiểu và thu thập được trong giai đoạn chuẩn bị, tiến hành lập đề cương kiểm định, trong đó cần chỉ rõ:

- Mục đích và nhiệm vụ;

- Danh mục nhân sự tham gia, năng lực của chủ trì và các cá nhân thực hiện;

- Danh mục các quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn được áp dụng;

- Danh mục, vị trí và khối lượng các cấu kiện, liên kết cần khảo sát;

- Các phương pháp đo đạc, lấy mẫu, thí nghiệm;

- Danh mục thiết bị được sử dụng (Có thể tham khảo Phụ lục 2);

- Danh mục các tính toán kiểm tra cần thiết;



- Các biện pháp đảm bảo an toàn lao động;
- Tiến độ và dự toán (nếu có).

Công tác khảo sát có thể được thực hiện toàn bộ (tổng thể) hoặc một phần kết cấu tùy thuộc vào nhiệm vụ đề ra, mức độ đầy đủ của hồ sơ thiết kế, đặc điểm và mức độ khuyết tật, hư hỏng.

Khảo sát toàn bộ được tiến hành khi:

- Không tìm được hồ sơ thiết kế;
- Phát hiện các khuyết tật làm giảm khả năng chịu lực của kết cấu;
- Trong các kết cấu/cấu kiện cùng loại, phát hiện các tính chất không giống nhau của vật liệu do thay đổi điều kiện sử dụng dưới tác động của môi trường xâm thực hoặc do con người gây ra,...

Khảo sát từng phần được tiến hành khi:

- Cần thiết phải khảo sát các kết cấu/cấu kiện riêng, đặc thù;
- Không thể tiến hành khảo sát toàn phần được do có những vị trí có nguy cơ nguy hiểm không thể tiếp cận;
- Trong quá trình khảo sát toàn phần: đối với các kết cấu/cấu kiện cùng loại có số lượng lớn hơn 20, nếu phát hiện có từ 20 % trở lên số lượng kết cấu/cấu kiện nằm trong tình trạng không đảm bảo, còn số kết cấu, cấu kiện còn lại không có khuyết tật và hư hỏng, thì cho phép khảo sát một phần (từng phần) các kết cấu còn lại chưa được kiểm tra. Khối lượng các kết cấu được khảo sát từng phần phải được xác định cụ thể (không ít hơn 10 % số lượng kết cấu/cấu kiện cùng loại còn lại nhưng không ít hơn 3).

Mẫu đề cương kiểm định có thể tham khảo trong Phụ lục 1 kèm theo quy trình này.

## **7. Công tác đo đạc, khảo sát**

Mục đích của công tác đo đạc, khảo sát là xác định các thông số thực tế của các kết cấu, cấu kiện, liên kết, cũng như kiểm tra sự phù hợp so với thiết kế (nếu có).

Trong trường hợp có hồ sơ thiết kế thì công tác đo đạc khảo sát không cần phải thực hiện trên toàn bộ kết cấu mà chỉ kiểm tra xác suất để xác định các thông số thực tế.

Trong trường hợp không có hồ sơ thiết kế thì công tác đo đạc khảo sát cần được tiến hành chi tiết hơn để xác định các thông số thực tế kết cấu/cấu kiện, liên kết.

Tất cả kết quả đo đạc, khảo sát cần được ghi chép cẩn thận, đủ để thiết lập sơ đồ kết cấu công trình (ví dụ: các mặt bằng tại các cao trình, các mặt cắt dọc, các nút liên kết của hệ kết cấu...).

Ngoài ra, khi tiến hành công tác đo đạc, khảo sát cần phải xác định dạng địa hình, địa mạo của khu vực xây dựng, nhằm phục vụ tính toán tải trọng gió tác dụng lên công trình.

Trong công tác đo đạc, khảo sát, cũng cần xác định tất cả các khuyết tật, hư hỏng, sự ăn mòn, gỉ, xuống cấp của các kết cấu, cấu kiện và liên kết.

Khi khảo sát kết cấu, cần đo đạc, kiểm tra:

- Trục định vị công trình, các kích thước theo phương ngang và phương đứng của công trình;

- Các thông số hình học chính của các kết cấu, cấu kiện chịu lực (bao gồm cả tiết diện thực tế của các kết cấu, cấu kiện);

- Các sai lệch ban đầu (do chế tạo, thi công,...): độ thẳng đứng của kết cấu; các cao độ, tọa độ của các chân tháp; lệch trục/lệch tâm của các kết cấu, cấu kiện, liên kết, các vị trí thay đổi tiết diện; độ cong, độ sai lệch so với trục thẳng đứng, độ nghiêng, độ phình, độ dịch chuyển và các biến dạng cục bộ của kết cấu, cấu kiện.

- Cấu tạo của các nút, liên kết (các liên kết: hàn, bu lông...).

Chi tiết công tác đo đạc, khảo sát như sau:

(i) Kết cấu công trình:

- hiện trạng chân tháp;

- kết cấu, cấu kiện (các chân và giằng) bị hư hỏng, khuyết tật, ăn mòn, gỉ sét, xuống cấp,...;

- các cấu kiện bị lỏng;

- thiếu các cấu kiện (thanh giằng chịu lực hoặc cấu tạo,...); bu lông không chặt, thiếu bu lông, thiếu ê cu, không đúng chủng loại, liên kết bu lông bị ăn mòn,...;

- không có bu lông/nút khoá hoặc có nhưng không siết chặt đối với liên kết dây néo;

- vết nứt nhìn thấy được hoặc các khuyết tật khác trong liên kết hàn; sự an toàn của thang leo, sàn công tác, lối đi lại,...

(ii) Lớp hoàn thiện:

- sơn hoặc lớp mạ kẽm;

- gỉ sét, ăn mòn kết cấu, cấu kiện và các thiết bị phụ trợ (anten, chảo,...);

-sơn nhận diện theo quy định của ICAO hoặc các quy định hiện hành khác của nhà nước;

-thu nước trong các cấu kiện phải thoát nước nhanh (ví dụ: mở các lỗ thoát nước).

(iii) Hệ thống chiếu sáng, chống sét, ăng-ten, chảo và các hệ thống phụ trợ khác:

- kiểm tra sự gắn chặt với kết cấu, sự ăn mòn, chống rò rỉ gây điện giật, đảm bảo chống sét, chống cháy nổ.

(iv) Bộ phận neo, dây co:

- tình trạng dây co (sợi dây co bị ăn mòn, bị đứt, bị xoắn,...);

- tình trạng các phụ kiện của dây co: đai ốc, tăng đơ,...(đảm bảo an toàn và vận hành đúng yêu cầu); vị trí nối dây co phải bố trí hợp lý (nếu có); ống lồng nối dây co phải bố trí hợp lý (nếu có);

- liên kết dây co với kết cấu (đầu và cuối dây co): vòng dây co và bu lông phải được xiết chặt theo đúng yêu cầu; không có dấu hiệu trượt hoặc hư hỏng của dây co tại

vị trí liên kết; tất cả các chi tiết liên kết này phải được bảo vệ phù hợp bằng dầu mỡ theo quy định của thiết kế;

- kiểm tra, đo lực căng trong dây co (xem [Phụ lục 8](#)). Độ lệch lớn nhất của lực căng thiết kế ban đầu phải nằm trong khoảng (i)  $\pm 10\%$  đối với dây có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 25 mm và (ii)  $\pm 5\%$  đối với dây có đường kính lớn hơn 25 mm, so với lực căng thiết kế ban đầu quy định tại đầu neo, được hiệu chỉnh theo nhiệt độ môi trường xung quanh.

- ghi nhận các số liệu về nhiệt độ, vận tốc gió, hướng gió (nếu có).

**Chú thích:** (1) Thông thường, lực căng trong dây co có thể thay đổi ít do ảnh hưởng của nhiệt độ hoặc ảnh hưởng của gió nhưng với vận tốc bé. Nếu có sự thay đổi lực căng lớn khi đo thì cần phải xác định nguyên nhân và có các biện pháp can thiệp ngay. Các nguyên nhân có thể là: lỏng ban đầu khi lắp đặt, tháp đã từng chịu gió bão lớn, chuyển vị các vị trí neo, lún móng, liên kết bị trượt. (2) Thay đổi lực căng trong dây co ở cùng một cao trình có thể do mặt cắt dọc của các neo khác nhau, sai số thi công, ảnh hưởng của tải trọng gió.

(v) Móng:

- tình trạng nền: lún, chuyển dịch, nứt đất; xói mòn; hiện trạng xung quanh (ngập nước, thoát nước, cây,...);

- tình trạng neo (khóa, ê cu được vặn chặt hay không; điều kiện vữa chèn; tình trạng thanh neo (tăng đơ,...) bị ăn mòn, xuống cấp);

- tình trạng bê tông: nứt, bong vữa, tách; tách lớp, vữa vụn; rỗ tổ ong; đốm ó bị ẩm; gỉ cốt thép...

(vi) Trụ neo dây co:

- lún, chuyển vị, nứt đất;

- tình trạng các thanh neo dưới đất;

- biện pháp chống ăn mòn: sơn phủ, mạ kẽm ...

(vii) Độ thẳng đứng của tháp:

- độ thẳng đứng, xoắn. Độ lệch thẳng đứng cho phép được lấy bằng  $H/1000$  đối với tháp tự đứng và  $H/1500$  đối với cột dây co (trong đó, H là chiều cao tháp từ mặt đất tới điểm đo). Độ vặn xoắn giữa bất kỳ hai cao độ không được vượt quá 0,5 độ cho mỗi 3 m chiều cao. Độ vặn xoắn lớn nhất trên suốt chiều cao kết cấu không được vượt quá 5 độ. Các số liệu về độ thẳng đứng, xoắn đo được ở mỗi lần kiểm định phải được lưu trữ để so sánh, đối chiếu với các lần đo trước đó, nhằm có thể đánh giá được xu hướng biến dạng, chuyển vị của kết cấu tháp theo thời gian.

(viii) Hiện trạng sử dụng công trình:

- nâng thêm chiều cao;

- lắp thêm anten và các thiết bị khác.

Tất cả các kết quả đo đạc, kiểm tra, khảo sát hiện trường, hiện trạng cần được ghi chép, chụp ảnh minh họa.

Kết quả đo đạc kích thước cấu kiện, liên kết được ghi chép theo mẫu tham khảo ở [Phụ lục 3](#).

Kết quả kiểm tra hiện trạng sử dụng công trình, số lượng anten treo trên công trình được ghi chép theo mẫu ở [Phụ lục 4](#).

Kết quả đo đạc mặt bằng chân công trình dạng tháp tự đứng được ghi chép theo mẫu ở [Phụ lục 5](#).

Độ thẳng đứng, xoắn của công trình được ghi chép theo mẫu ở [Phụ lục 6](#).

## **8. Lấy mẫu thí nghiệm xác định đặc trưng vật liệu**

Trong trường hợp cần thiết, có thể phải lấy mẫu để thí nghiệm nhằm xác định các đặc trưng vật liệu thực tế có tính đến sự suy giảm trong quá trình khai thác, sử dụng. Khi lấy mẫu cần chọn vị trí không ảnh hưởng hoặc không làm suy giảm khả năng chịu lực của kết cấu. Khi cần thiết cần có phương án chống đỡ hoặc thay thế cấu kiện tại vị trí lấy mẫu nhằm không làm ảnh hưởng tới sự làm việc bình thường của kết cấu.

Khi kiểm định các kết cấu trụ móng bằng bê tông cốt thép, ngoài xem xét, khảo sát bằng trực quan đến ghi nhận các khuyết tật: nứt, vỡ, bong tróc.... Trong trường hợp cần thiết, có thể tiến hành thí nghiệm hiện trường bằng phương pháp không phá hủy hoặc tiến hành lấy mẫu để thí nghiệm trong phòng nhằm xác định các đặc trưng vật liệu. Công tác lấy mẫu thí nghiệm xác định đặc trưng vật liệu bê tông cốt thép có thể tham khảo Phụ lục 7.

Đối với các cấu kiện kết cấu thép, cần xác định:

- Mác thép (hoặc tên loại thép sử dụng).
- Các đặc trưng về độ bền: giới hạn chảy, cường độ chịu kéo đứt tức thời.
- Độ bền mỏi.

Các số liệu đầu vào để đánh giá chất lượng thép kết cấu là các bản vẽ thiết kế thi công, bản vẽ hoàn công, chứng chỉ của thép, que hàn, dây hàn, các sản phẩm thép chế sẵn, cũng như các tiêu chuẩn có hiệu lực tại thời kỳ xây dựng công trình.

Khi thiếu các bản vẽ thiết kế thi công, bản vẽ hoàn công hoặc chứng chỉ, hoặc khi các tài liệu này không đủ các thông tin, trong khi đó lại phát hiện thấy ở kết cấu có các hư hỏng có thể làm chất lượng của thép thấp (sự phân lớp, các vết nứt giòn,...) thì việc xác định chất lượng thép kết cấu được tiến hành bằng các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm từ các mẫu thử được chế tạo từ các mẫu lấy từ các kết cấu được khảo sát.

Trong trường hợp khác, khi cần thiết vẫn phải tiến hành các thí nghiệm trong phòng đối với các mẫu thép lấy được trong quá trình khảo sát để xác định các đặc trưng cơ học và các chỉ tiêu cần thiết khác nhằm đánh giá tình trạng thép của các kết cấu được khảo sát.

Các mẫu được lấy từ các cấu kiện ở các vị trí có ứng suất thấp, như: ở các cánh của thép góc không được liên kết v.v. Khi lấy mẫu phải đảm bảo độ bền của cấu kiện đó, trong các trường hợp cần thiết, vị trí lấy mẫu phải được gia cường hoặc có các biện pháp chống đỡ thay thế.

Việc lấy mẫu thép từ các kết cấu thép, việc chế tạo và thí nghiệm các mẫu thử thép với mục đích xác định các đặc trưng của chúng được tiến hành phù hợp với đề cương và có kể đến các yêu cầu của các tiêu chuẩn hiện hành, ví dụ:

- Trình tự lấy mẫu để thử nghiệm cơ học theo TCVN 4398:2001;

- Chế tạo mẫu thử và thử kéo theo TCVN 197:2002.

Các giá trị tiêu chuẩn của giới hạn chảy hoặc của cường độ kéo đứt tức thời của thép được xác định trên các mẫu lấy từ kết cấu và được thử nghiệm phù hợp với TCVN 197:2002, hoặc được lấy phù hợp với các mức thép của kết cấu được khảo sát theo các tiêu chuẩn có hiệu lực trong thời kỳ luyện thép, ứng với các mẫu thép được khảo sát.

Đối với bu lông, cần xác định tính chất cơ học của thép làm bu lông, tiến hành thử kéo đứt bu lông, đo độ cứng... theo TCVN 1916:1995.

Cường độ chịu cắt tính toán và chịu kéo tính toán của bu lông, cũng như cường độ chịu nén của các bộ phận liên kết với bu lông lấy theo TCVN 5575:2012 hoặc quy định trong tiêu chuẩn áp dụng ghi trong hồ sơ thiết kế. Nếu cấp bền của bu lông không thể xác định được thì cường độ tính toán có thể lấy như đối với bu lông cấp bền 4.6 khi tính toán chịu cắt và như đối với bu lông cấp bền 4.8 khi tính toán chịu kéo.

Cường độ tính toán của các liên kết hàn được lấy theo các chỉ dẫn trong TCVN 5575:2012 có kể đến mức thép, vật liệu hàn, loại hàn, vị trí đường hàn và các phương pháp kiểm tra.

## 9. Xác định tải trọng thực tế

Xác định các giá trị tiêu chuẩn của tải trọng thực tế tác dụng lên kết cấu:

- Do trọng lượng bản thân của kết cấu chịu lực và không chịu lực (máng cáp, sàn thao tác, thang leo,...);
- Do trọng lượng các thiết bị treo trên tháp: ăng-ten v.v.;
- Lực căng dây co;
- Gió tác dụng lên kết cấu, ăng-ten, máng, dây cáp v.v.;
- Động đất;
- Tác động do ăn mòn.

Tải trọng do trọng lượng bản thân của các kết cấu chịu lực lắp ghép được xác định theo các bản vẽ và catalog còn khi không có các bản vẽ thì lấy theo kết quả đo đạc thu được khi khảo sát.

Xác định tải trọng của thiết bị cố định (anten, máng, cáp, sàn, thang,...) trên cơ sở phân tích hồ sơ kỹ thuật đã được chỉnh lại bằng kết quả khảo sát hiện trường, lập sơ đồ bố trí thiết bị cố định gắn trên tháp. Trọng lượng thực tế của thiết bị lấy theo lý lịch của thiết bị.

Lực căng dây cáp có thể xác định bằng các phương pháp thí nghiệm dao động, phương pháp hình học, hoặc bằng các dụng cụ như load-cell, máy đo lực căng,... Một số phương pháp xác định lực căng dây co có thể tham khảo [Phụ lục 8](#).

## 10. Phân tích, đánh giá an toàn kết cấu

Việc tính toán xác định nội lực và kiểm tra khả năng chịu lực (an toàn) của các kết cấu, cấu kiện và liên kết dưới tác dụng của tải trọng thực tế (Tải trọng thực tế xác định theo mục 9 của quy trình này) cũng như các tổ hợp tải trọng có thể được tiến hành với các phần mềm phân tích kết cấu chuyên dụng.

Các tính toán được tiến hành trên cơ sở các hồ sơ đã thu thập được ở mục 7 và có kể đến các thông số khảo sát được ở mục 7, trong đó cần chú ý tới:

- Các thông số hình học của công trình như: chiều cao, kích thước các tiết diện tính toán của kết cấu chịu lực;

- Các gối tựa và liên kết thực tế của các kết cấu chịu lực, sơ đồ tính toán thực tế của chúng;

- Các chỉ tiêu cơ lý của vật liệu làm kết cấu (giới hạn chảy, giới hạn bền, mô đun đàn hồi...);

- Khuyết tật và hư hỏng ảnh hưởng đến khả năng chịu lực của kết cấu;

- Tải trọng/tác động thực tế và các điều kiện sử dụng công trình (lưu ý tải trọng gió có thể tác dụng theo nhiều phương trên mặt bằng và phù thuộc và dạng địa hình xung quanh tháp, tác động ăn mòn và các thiết bị tăng tải trọng nếu có).

Sơ đồ tính toán thực tế được xác định theo kết quả khảo sát. Sơ đồ này phải phản ánh được:

- Điều kiện gối tựa, các liên kết;

- Các kích thước hình học của tiết diện, chiều dài, độ lệch tâm;

- Loại và đặc điểm của các tải trọng thực tế (hoặc yêu cầu), các điểm đặt của chúng hoặc sự phân bố trên các cấu kiện;

- Hư hỏng, khuyết tật của kết cấu, cấu kiện, liên kết.

Tính toán khả năng chịu lực của kết cấu thép được tiến hành phù hợp với các tiêu chuẩn quy định trong Bảng 1 hoặc các tiêu chuẩn áp dụng trong hồ sơ thiết kế, hồ sơ thi công (nếu có).

Trên cơ sở tính toán kiểm tra, tiến hành xác định:

- Nội lực trong các cấu kiện dưới tác dụng của các tải trọng và tác động thực tế có khả năng tác dụng lên công trình;

- Khả năng chịu lực của các kết cấu/cấu kiện này;

- Khả năng chịu lực của các liên kết, kể cả liên kết bu lông móng, chiều dài neo, bản đế liên kết với móng...;

- Khả năng mất ổn định tổng thể hay cục bộ của kết cấu, cấu kiện;

- Kiểm tra yêu cầu về chuyển dịch ngang đỉnh tháp;

- Khả năng chịu lực của nền và móng (nếu cần).

Đánh giá khả năng chịu lực của các kết cấu (cấu kiện và liên kết) căn cứ vào các tiêu chuẩn áp dụng ghi trong hồ sơ thiết kế hoặc trong Bảng 1 (như TCVN 5575: 2012, TCVN 5574: 2012 v.v.). Từ đó, kiến nghị các biện pháp can thiệp tiếp theo đối với công trình.

## **11. Lập báo cáo kiểm định**

Dựa trên các kết quả khảo sát đánh giá, tiến hành lập báo cáo kiểm định tháp thép. Trong báo cáo kiểm định cần đưa ra các nội dung sau:

- Căn cứ thực hiện kiểm định.

- Thông tin chung về công trình và đối tượng kiểm định.
  - Nội dung, trình tự thực hiện kiểm định.
  - Các kết quả khảo sát toàn phần, từng phần, bao gồm: sơ đồ kết cấu tháp (mặt bằng, mặt cắt...), các khuyết tật và hư hỏng (kèm các hình ảnh đặc trưng chụp được...), giải pháp nền móng công trình (nếu cần), tải trọng và tác động (tải trọng gió, tải trọng thiết bị, tác động ăn mòn...), các đặc trưng cơ lý của vật liệu kết cấu, cấu kiện và liên kết, kết quả bảo trì, kiểm định đã thực hiện nếu có.
  - Các kết quả kiểm tra, thí nghiệm, tính toán, phân tích, quan trắc và đánh giá an toàn chịu lực kết cấu tháp, xác định nguyên nhân có thể gây hư hỏng, xuống cấp.
  - Kết luận về kiểm định tháp, đề xuất hướng xử lý tiếp theo.
- Các nội dung này có thể thay đổi tùy thuộc vào tình trạng kết cấu, đề cương và phương pháp thực hiện khi kiểm định.
- Báo cáo kiểm định phải được ký và đóng dấu theo quy định hiện hành.
- Mẫu báo cáo kết quả kiểm định có thể tham khảo trong Phụ lục 10.

## **12. An toàn khi kiểm định**

Công tác an toàn khi thực hiện kiểm định phải tuân thủ các yêu cầu quy định trong Thông tư số 22/2010/TT-BXD ngày 3/12/2010, QCVN 18-2014-BXD cũng như các văn bản, quy chuẩn, tiêu chuẩn kỹ thuật về an toàn lao động có liên quan khác.

Công tác kiểm định phải do những người đã được đào tạo đầy đủ kiến thức về an toàn, các nội dung kỹ thuật bảo dưỡng cần thực hiện, được kiểm tra sức khỏe nếu cần thiết. Các cán bộ, công nhân làm việc trên cao phải có chứng chỉ hành nghề và được khám sức khỏe định kỳ trước khi trèo cao, được bác sỹ chứng nhận đủ sức khỏe làm công việc trên cao. Chỉ những người đã được đào tạo về cột cao, có chứng nhận mới được công tác trên cột cao. Không được sử dụng các chất kích thích trước khi công tác trên cột cao. Khi làm việc trên cột cao, phải thắt dây an toàn, có mũ bảo hộ, túi đựng dụng cụ thuận tiện, chắc chắn, tránh để rơi đồ vật, dụng cụ từ trên cao xuống. Khi làm việc trong các điều kiện nguy hiểm phải có người theo dõi, giám sát và hỗ trợ.

Mọi người phải được trang bị đầy đủ phương tiện bảo vệ cá nhân theo quy định của nhà nước, của ngành, của công ty; có đủ dụng cụ theo yêu cầu của công việc, các dụng cụ này phải đảm bảo. Mọi dụng cụ sử dụng điện phải kiểm tra cách điện trước khi sử dụng; tất cả các dây điện phải đảm bảo cách điện, không đứt hở, những mối nối dây phải băng bọc bằng băng cách điện. Cấm dùng màng mỏng túi ni lông để băng bọc thay cho băng cách điện. Với dây dẫn hàn điện, tại các mối nối phải dùng băng cách nhiệt. Không được tiến hành công tác kiểm định trên cột tháp khi trời mưa to, gió lớn, có giông sét hoặc không đủ ánh sáng để làm việc.

Chỉ được thực hiện công tác kiểm định trên cột khi các cột đã được giảm bức xạ hoặc cắt sóng hoàn toàn. Không được động chạm tới các thiết bị truyền thông đang hoạt động. Tránh những chấn động mạnh khi thi công làm gián đoạn thông tin liên lạc.

## Phụ lục 1 – Mẫu đề cương kiểm định an toàn chịu lực kết cấu công trình

### (ĐỐI TƯỢNG KIỂM ĐỊNH)

(Đơn vị thực hiện)

(Chủ quản công trình)

(ký và đóng dấu)

(ký và đóng dấu)

#### 1. Mục đích kiểm định

#### 2. Phương pháp và nội dung công tác kiểm định

2.1 Phân tích tài liệu kỹ thuật đã có (Các quy chuẩn kỹ thuật, tiêu chuẩn được áp dụng, thiết kế, giải pháp kết cấu, vật liệu công trình, kết quả các lần khảo sát trước, nhật ký theo dõi quá trình khai thác, sử dụng, biên bản các công tác lắp kín, các chứng chỉ liên quan,...)

2.2 Xem xét các điều kiện thực tế của các tác động lên công trình

2.3 Kiểm tra tình trạng kết cấu

- Xem xét tổng thể;
- Khảo sát toàn phần hoặc khảo sát một phần;
- Phương pháp tiến hành khảo sát;
- Thiết bị, dụng cụ sử dụng;
- Vị trí, số lượng lấy mẫu thí nghiệm vật liệu;
- Thí nghiệm vật liệu trong phòng thí nghiệm và hiện trường (nếu có);
- Khảo sát môi trường sử dụng (nếu có);
- Tiến hành tính toán kiểm tra có xét đến tình trạng thực tế của kết cấu.
- Kết luận và kiến nghị.

#### 3. Trình tự tiến hành công việc

#### 4. Biện pháp đảm bảo tiếp cận an toàn đến kết cấu và cho người tham gia kiểm



**định**

**5. Nhân sự thực hiện**

**6. Tiến độ thực hiện**

**7. Dự toán kinh phí thực hiện.**

**Phụ lục 2 – Danh mục thiết bị thường sử dụng trong kiểm định**

<b>TT</b>	<b>Tên dụng cụ, thiết bị, máy móc</b>	<b>Thông số kiểm tra</b>
1	Thước cuộn	Kích thước cấu kiện
2	Thước kẹp	Tiết diện cấu kiện, chiều sâu lỗ
3	Thước đo chiều dày	Chiều dày cấu kiện
4	Thước, dụng cụ, kính lúp đo chiều rộng vết nứt	Chiều rộng vết nứt
5	Thước thăm	Chiều sâu vết nứt
6	Máy kinh vĩ, toàn đạc	Độ lệch kết cấu so với phương thẳng đứng
7	Máy thủy chuẩn	Cao độ, chuyển vị
8	Quả dọi	Độ thẳng đứng của kết cấu
9	Ni vô	Độ lệch kết cấu theo phương ngang
10	Tenzomet	Biến dạng kết cấu
11	Thiết bị đo chiều dày lớp BT bảo vệ	Chiều dày lớp BT bảo vệ
12	Thiết bị phân tích ăn mòn cốt thép	Độ ăn mòn cốt thép trong kết cấu BTCT
13	Súng bắn bột nảy	Cường độ bê tông
14	Thiết bị siêu âm	Cường độ BT
15	Tốc kế	Vận tốc gió
16	Ấm kế	Độ ẩm vật liệu
17	Máy khoan lấy mẫu	Lấy mẫu vật liệu
18	Cân	Khối lượng mẫu
19	Lò sấy, tủ sấy	Sấy mẫu
20	Máy nén thí nghiệm	Nén mẫu
21	Bộ đo dao động (thiết bị ghi nhận dao động, thiết bị chuyển đổi số liệu dataloger, thiết bị ghi số liệu, máy tính,...)	Tần số dao động của kết cấu, dây co,...

<b>TT</b>	<b>Tên dụng cụ, thiết bị, máy móc</b>	<b>Thông số kiểm tra</b>
22	Loadcell	Đo lực căng dây co
23	Máy đo lực căng cáp	Đo lực căng dây co
24	Cờ lê lực	Lực xiết bu lông
25	Máy siêu âm khuyết tật môi hàn	Khuyết tật môi hàn
26	Máy siêu âm chiều dày cấu kiện	Chiều dày cấu kiện
27	Máy kéo thép	Cường độ thép
28	Máy ảnh, quay phim	Quay phim, chụp ảnh hiện trạng
29	Các thiết bị, dụng cụ an toàn: mũ bảo hộ, dây bảo hiểm, dàn giáo,...	Đảm bảo an toàn trong quá trình khảo sát

**Phụ lục 3 – Mẫu ghi kết quả đo đạc kích thước các cấu kiện**

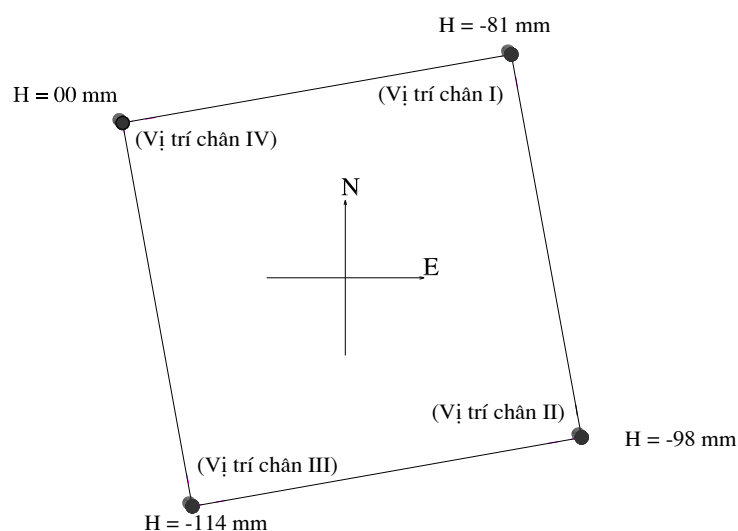
<b>TT</b>	<b>Vị trí</b>	<b>Loại cấu kiện</b>	<b>Kích thước theo thiết kế (nếu có), mm</b>	<b>Kích thước thực tế, mm</b>	<b>Khuyết tật</b>	<b>Ghi chú</b>
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
Ví dụ:	Đốt 1	Thanh bụng	D75x5	D75x74	Gỉ sét	
	Đốt 4	Thanh cánh	L250x25	L260x22	Cong vênh	

**Phụ lục 4 – Mẫu ghi kết quả kiểm tra anten lắp đặt trên công trình**

TT	Cao trình	Loại ăng-ten	Kích thước	Số lượng anten		
				Thuyết minh thiết kế	Hồ sơ bản vẽ thi công	Thực tế
1	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...
Ví dụ:	Từ 70,0m đến 94,0m	Ăng-ten panel FM (treo 4 mặt)	2,8 x 2,8 m	24 panel (6 panel/mặt cột)	32 panel (08 panel/mặt cột)	22 panel (07/07/05/03 panel)
Ví dụ:	Từ 94,0 m đến 104,0m	Ăng-ten panel UHF (treo 4 mặt)	D = 0,4 m x 0,4 m	32 panel (8 panel/mặt cột)	32 panel (04 panel/mặt cột)	16 panel (04 panel/mặt cột)

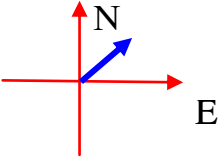
**Phụ lục 5 – Ví dụ mẫu ghi số liệu đo đạc hiện trạng mặt bằng chân tháp**

Cao độ chân tháp tại bản đồ (điểm 1-4)	Trụ chân cột			
	1	2	3	4
Hiện trạng (mm)	-81	-98	-114	00
Thiết kế (mm)	0	0	0	0
Chênh lệch (mm)	-81	-98	-114	00
Trị số sai lệch cho phép (mm) (theo bảng 12 TCXD 170:1989)	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
Kết luận	Không đạt	Không đạt	Không đạt	Đạt



**Hình 5.1 – Cao độ chân cột**

**Phụ lục 6 – Ví dụ mẫu ghi số liệu kết quả đo nghiêng công trình**

Vị trí đo	E(mm)	N(mm)	Độ nghiêng tổng hợp (mm)	Hướng nghiêng	Kết luận Độ lệch cho phép [H/1000]*
<i>Vị trí tâm số 1 (Hình F.1)</i>					
Cột ±00	00	00	18		Không đạt
Cột +10.78m	14	12			

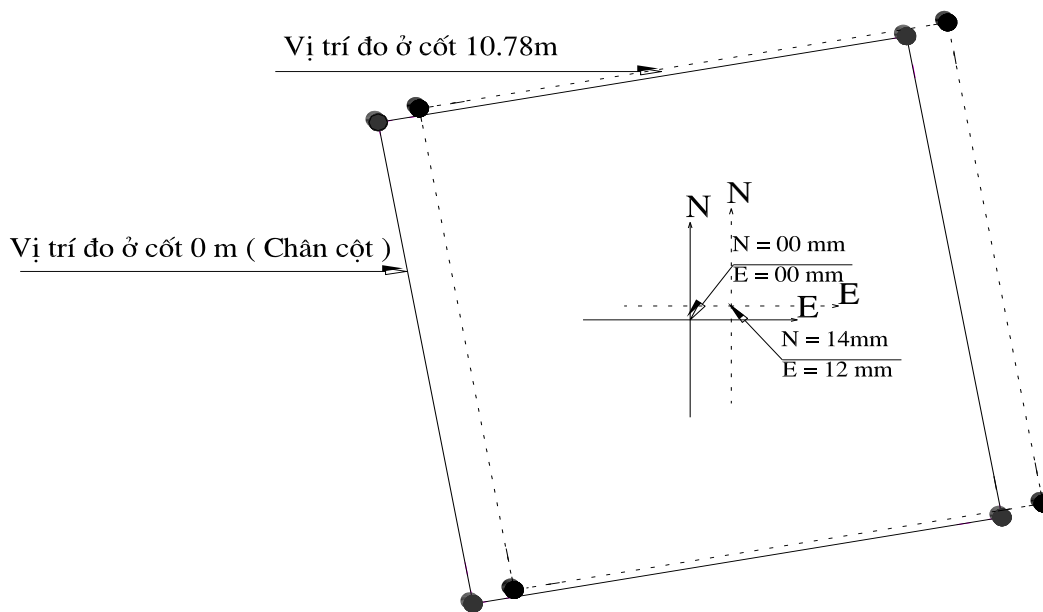
**CHÚ THÍCH:**

\* Theo TIA-222-G-2005, độ lệch cho phép được lấy bằng:

- H/1000 đối với tháp tự đứng;
- H/1500 đối với cột dây co.

Trong đó:

H – Chiều cao tháp từ mặt đất tới điểm đo.



Hình 6.1 - Vị trí tâm cột vị trí tại cao độ 10,78 m

## **Phụ lục 7 – Xác định các đặc trưng vật liệu của kết cấu bê tông và bê tông cốt thép**

Xác định cường độ của bê tông bằng:

- Phương pháp cơ học không phá hủy theo TCVN 9334:2012;
- Phương pháp siêu âm theo TCVN 9357:2012;
- Phương pháp lấy mẫu thí nghiệm theo TCVN 5574:2012.

Vị trí thí nghiệm hoặc lấy mẫu để xác định cường độ cho nhóm các kết cấu cùng loại hoặc trong kết cấu riêng rẽ thường ở:

- Các vị trí dự đoán có cường độ bê tông thấp nhất;
- Các vùng và các cấu kiện có vai trò quyết định khả năng chịu lực của kết cấu hoặc cấu kiện;
- Các vị trí có khuyết tật và hư hỏng có thể làm suy giảm cường độ bê tông (bê tông bị rỗ, phân lớp; hư hỏng do ăn mòn; nứt bê tông do nhiệt độ; thay đổi màu sắc của bê tông,...).

Số lượng vị trí khi xác định cường độ bê tông cần lấy không nhỏ hơn:

- 03 khi xác định cường độ một vùng hoặc cường độ trung bình của bê tông kết cấu;
- 06 khi xác định cường độ trung bình và hệ số biến động của bê tông kết cấu;
- 09 khi xác định cường độ bê tông trong nhóm các kết cấu cùng loại.

Số lượng các kết cấu cùng loại, trong đó cần đánh giá cường độ bê tông, được xác định theo đề cương khảo sát và lấy không nhỏ hơn 03.

Trong nhiều trường hợp, ngoài việc đánh giá cường độ bê tông, có thể có thêm yêu cầu xác định các đặc trưng khác của bê tông, như:

- Xác định khối lượng thể tích của bê tông, theo TCVN 3108:1993;
- Xác định độ hút nước của bê tông, theo TCVN 3113:1993;
- Xác định độ chống thấm nước, theo TCVN 3116:1993;
- Xác định tính kiềm của bê tông, theo TCVN 141:2008;
- Xác định thành phần và cấu trúc của bê tông, theo các phương pháp phân tích đặc biệt: hóa học, hóa-lý và bằng kính hiển vi.

Để kiểm tra và xác định các thông số liên quan đến cốt thép trong kết cấu bê tông cốt thép (sự bố trí các thanh cốt thép, đường kính của chúng, chiều dày lớp bê tông bảo vệ), sử dụng:



- Phương pháp điện từ theo TCVN 9356:2012;

- Phương pháp đục tẩy kiểm tra bê tông làm lộ cốt thép để đo trực tiếp đường kính và số lượng các thanh thép, xác định loại cốt thép theo hình dạng và xác định tiết diện còn lại của các thanh thép bị ăn mòn.

Số lượng cấu kiện hoặc kết cấu cần xác định đường kính, số lượng và bố trí cốt thép, được xác định theo đề cương khảo sát và lấy không ít hơn 03.

Kích thước hư hỏng của cốt thép và các chi tiết đặt sẵn được xác định được bằng phương pháp phóng xạ hoặc đo trực tiếp sau khi làm lộ cốt thép. Các hư hỏng này cần được chụp ảnh để làm tư liệu đánh giá.

Để xác định cường độ thực tế của cốt thép, phải lấy mẫu ở vị trí mà việc lấy mẫu không làm suy yếu kết cấu hoặc phải có biện pháp chống đỡ phù hợp. Công tác lấy mẫu và thí nghiệm tuân thủ yêu cầu trong TCVN 197:2002. Số lượng mẫu thanh thép cùng một loại đường kính và một loại hình dạng, lấy từ các kết cấu cùng loại, không được nhỏ hơn 03. Khi xác định cường độ cốt thép theo hình dạng thanh thép thì số lượng các đoạn kết cấu mà ở đó được xác định các thanh thép cùng loại hoặc cùng đường kính trong các kết cấu cùng loại, không được nhỏ hơn 05.

Trong trường hợp có hồ sơ thiết kế, nếu không tiến hành lấy mẫu thí nghiệm cốt thép thì cường độ của cốt thép được xác định theo các tiêu chuẩn sử dụng trong hồ sơ thiết kế và TCVN 5574:2012. Khi đó, điều kiện để không tiến hành lấy mẫu là: cốt thép trong kết cấu được khảo sát phải đúng với các số liệu quy định trong thiết kế về chủng loại, đường kính cốt thép, số lượng và sự bố trí của chúng.

Khi thiếu các số liệu thiết kế và không thể lấy mẫu và thử nghiệm mẫu thì cường độ tiêu chuẩn và tính toán của cốt thép được phép lấy phụ thuộc vào hình dạng cốt thép và phù hợp với Mục 9.2.12 của TCVN 5574:2012.

Khi tiến hành tính toán kiểm tra dựa theo các số liệu thí nghiệm mẫu cốt thép lấy từ các kết cấu được khảo sát thì cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của cốt thép lấy theo Mục 9.2.10 của TCVN 5574:2012.

Nếu mác cốt thép được xác định trên cơ sở phân tích hóa và phổ thì cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của cốt thép được lấy phù hợp với các tiêu chuẩn có hiệu lực tại thời điểm xây dựng hoặc chế tạo kết cấu.

Việc xác định loại và kiểm tra chất lượng các liên kết hàn của cốt thép được tiến hành sau khi làm lộ cốt thép bằng quan sát trực quan và đo đạc các kích thước hình học bằng phương pháp siêu âm theo TCVN 1548:1987.

## Phụ lục 8 – Một số phương pháp đo lực căng dây neo

### 1. Phương pháp thí nghiệm dao động

Phương pháp xác định lực căng trong dây co được thực hiện gián tiếp qua việc xác định tần số dao động riêng của dây văng, chiều dài hiệu dụng và trọng lượng trên đơn vị chiều dài của dây co. Khi đó, lực căng sẽ được tính theo công thức sau:

$$T = \left( 2 L \frac{f}{n} \right)^2 \frac{\mu}{g} \quad (8.1)$$

Trong đó :

$T$  - Lực căng trong dây cáp co

$f$  - tần số dao động ở bậc thứ  $n$  của dây cáp co

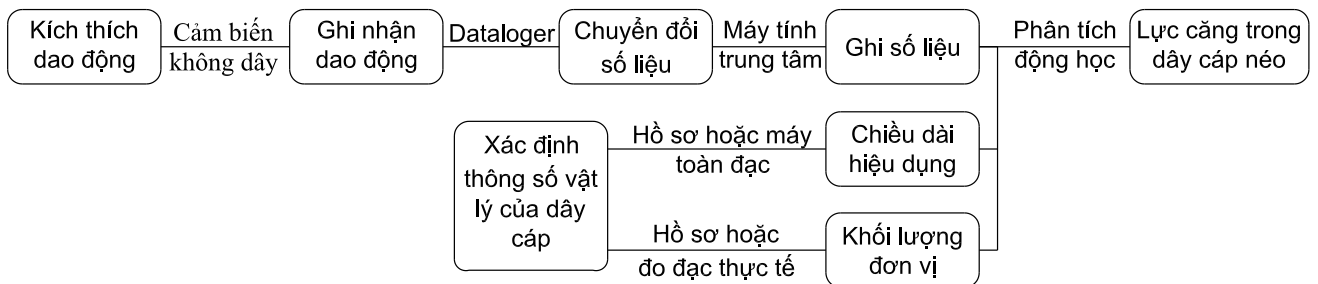
$L$  - Chiều dài hiệu dụng của dây co, được tính bằng khoảng cách giữa hai đầu cố định của dây co

$\mu$  - Khối lượng trên một đơn vị chiều dài dây co

$g$  - gia tốc trọng trường

$n$  - Bậc dao động

Tần số dao động riêng của dây co được xác định bằng thiết bị cảm biến không dây. Chiều dài hiệu dụng và khối lượng đơn vị của dây co có thể xác định trên bản vẽ cũng như chỉ tiêu kỹ thuật của dây co (nếu có) hoặc bằng các đo đạc thực tế. Trình tự thực hiện được thể hiện trong Hình 8.1.



Hình 8.1 - Phương pháp xác định lực căng dây co bằng cảm biến không dây

Phương pháp này có thể sử dụng hiệu quả cho các dây co có chiều dài không lớn, cấu tạo neo đơn giản như dây co các cột anten. Ngoài ra, để các tính toán lực căng trong dây co đạt độ chính xác cao nhất, kết quả đo đạc phải đảm bảo được sự tuyến tính giữa các mode dao động và tần số dao động riêng. Để đạt được điều này, cần một số giả thuyết như sau:

- Mô men uốn trong dây co phải được coi là nhỏ và có thể bỏ qua;

- Không có các chuyển vị tương đối giữa đầu neo và cáp văng tại vị trí neo dây co;

- Dây co có độ dẫn dài nhỏ. Các biến dạng của mode đối xứng không làm tăng lực căng trong dây co.

Để xác định tần số dao động riêng của dây co, các cảm biến đo dao động được gắn trên bề mặt ngoài của dây co thông qua các dây buộc, cho phép thiết bị được định vị chắc chắn trên dây co. Vị trí điểm bố trí đo dao động nằm ở cao độ từ 3 m đến 5 m kể từ mặt trụ móng neo nhằm triệt tiêu ảnh hưởng của đầu neo khi đo dao động trên mặt đứng (Hình 8.2). Sử dụng búa cao su gõ lên bề mặt dây với lực vừa đủ để kích thích dao động trong dây cáp (Hình 8.3). Vị trí kích thích dao động không được quá gần thiết bị đo dao động nhằm đảm bảo cảm biến đo dao động không bị ảnh hưởng bởi dao động cục bộ gây ra do búa, đồng thời không được quá gần đầu neo để đảm bảo dao động được truyền lên toàn bộ dây co. Dao động sẽ được ghi nhận bằng thiết bị cảm biến, truyền qua bộ chuyển đổi dữ liệu tới máy tính trung tâm (Hình 8.1). Tại đây số liệu dao động được ghi nhận thông qua phần mềm chuyên dụng cho tới khi dao động tắt hẳn (Hình 8.4). Với mỗi dây co, tiến hành kích thích dao động và ghi số liệu 03 lần nhằm đảm bảo tính chính xác của kết quả đo. Giữa mỗi lần đo như vậy, cần đảm bảo dao động trong dây co tắt hẳn với quan sát bằng mắt thường hoặc qua phần mềm chuyên dụng trên máy tính.

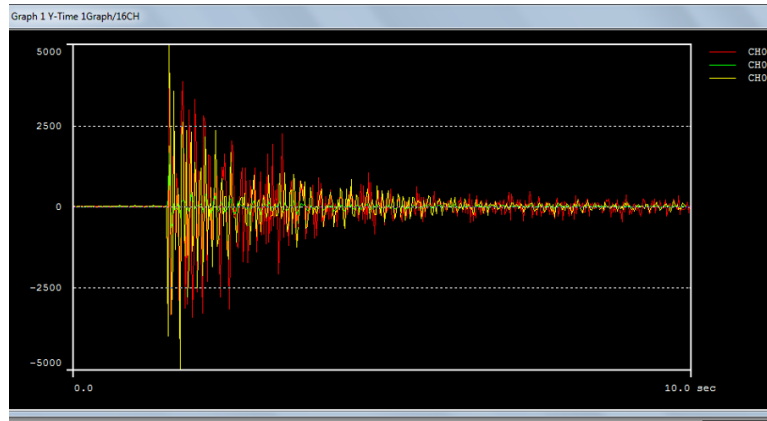
Kết quả tính toán lực căng dây co được trình bày theo Bảng 8.1.



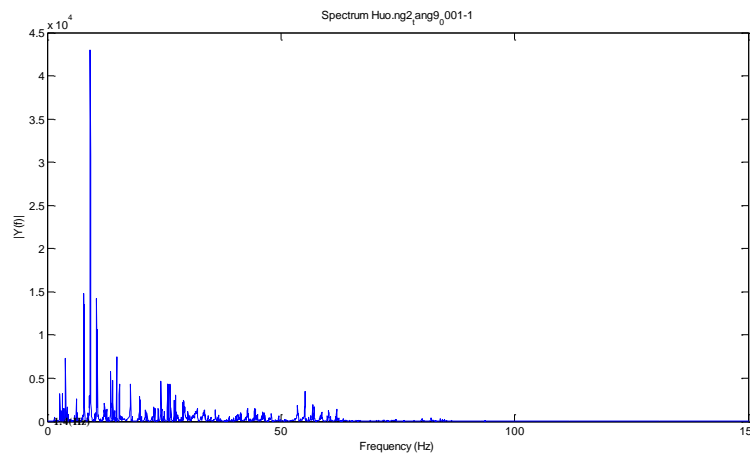
Hình 8.2 - Gắn cố định cảm biến đo dao động lên bề mặt dây cáp



Hình 8.3 - Kích thích dao động bằng búa cao su



Hình 8.4 - Ghi số liệu dao động của dây bằng phần mềm chuyên dụng



Hình 8.5 – Kết quả xử lý tần số dao động riêng của dây

Bảng 8.1 – Kết quả tính toán lực căng dây cáp

Số TT	Hướng dây	Dây số	Số liệu theo thực tế						
			Đường kính (mm)	Chiều dài (m)	Khối lượng đơn vị (kg/m)	Lần đo	Tần số dao động riêng (Hz)	Lực căng, (kN)	Lực căng trung bình, (kN)
1									
2									
...									

## 2 Phương pháp hình học

Lực căng dây co được tính bằng phương pháp: vẽ một đường tiếp tuyến với dây néo tại vị trí gần chân neo dây co. Đường tiếp tuyến này sẽ cắt thân cột tại điểm nằm phía dưới điểm liên kết giữa dây co và thân cột. Các khoảng cách được đo đạc, tính toán. Khi đó, lực căng trong dây co được tính bằng công thức (Hình 8.6):

$$T_A = \frac{WC\sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI} \quad (8.2)$$

Trong đó:

$C$  = khoảng cách từ điểm liên kết giữa dây co và thân cột tới trọng tâm của dây co;

$I$  = khoảng cách từ điểm liên kết giữa dây co và thân cột tới điểm giao nhau giữa đường tiếp tuyến (line of sight) với thân cột.

Nếu dây co có tiết diện đều thì khoảng cách  $C$  bằng  $H/2$ , nếu dây co có tiết diện không đều thì để tính lực căng trong dây co, có thể chia dây néo thành  $N$  phần tử, khi đó lực căng trong dây co được tính bằng công thức:

$$T_A = \frac{S\sqrt{H^2 + (V-I)^2}}{HI} \quad (8.3)$$

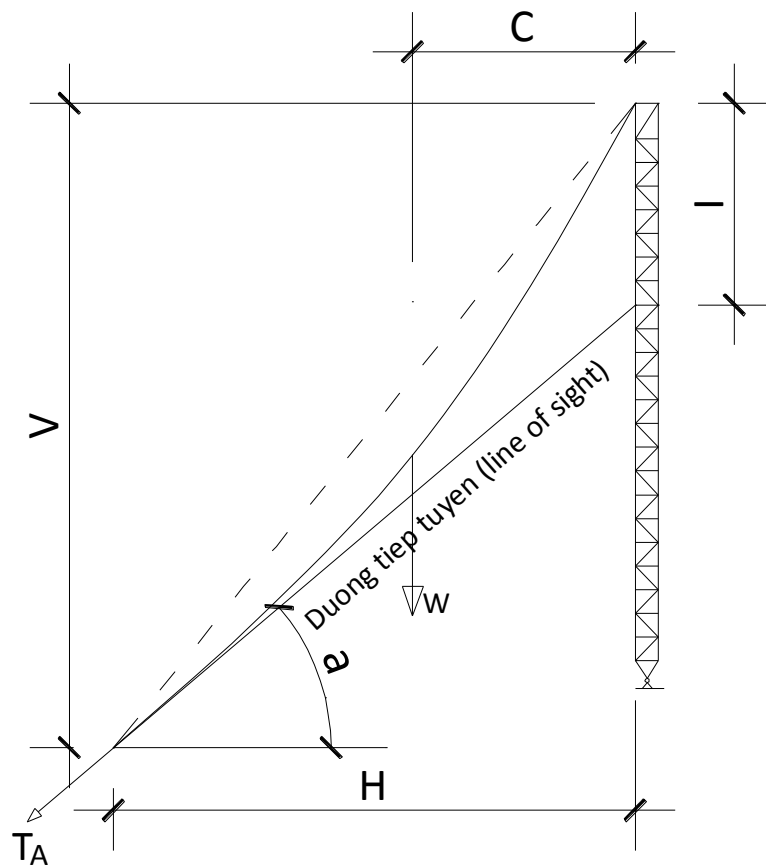
Trong đó:

$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i \quad (8.4)$$

$W_i$  = trọng lượng của phần tử dây thứ  $i$ , được tính bằng Newton;

$C_i$  = khoảng cách theo phương ngang từ trọng tâm phần tử dây thứ  $i$  tới tháp, được tính bằng mét;

$N$  = số lượng phần tử dây.



Hình 8.6 – Xác định lực căng trong dây cáp bằng phương pháp hình học

Nếu khoảng cách I khó xác định, thì có thể sử dụng công thức sau để tính lực căng trong dây cáp :

$$T_A = \frac{WC\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{V - H \tan \alpha} \quad (8.5)$$

Trong đó:

$\alpha$  = góc tiếp tuyến (Hình 8.6);

$I = V - H \tan \alpha$ ;

Và:

$$\frac{\sqrt{H^2 + (V - I)^2}}{HI} = \sqrt{1 + (\tan \alpha)^2} \quad (8.6)$$

WC có thể được tính bằng S.

### Phụ lục 9 – Phương pháp thí nghiệm vi động (microdynamics)

Nhằm kiểm tra độ cứng tổng thể của tháp anten so với thiết kế. Thực hiện thí nghiệm dao động của tháp tại độ cao nhất định, tốt nhất là ở đỉnh tháp. Phép đo được thực hiện bằng bộ thiết bị đo dao động và ghi nhận số liệu (bộ thiết bị hiệu KYOWA, máy tính,...), tại ít nhất 03 vị trí, thường ở các vị trí trên thanh cánh. Tại mỗi điểm tiến hành ghi số liệu không ít hơn 03 lần.

Trình tự thí nghiệm được thực hiện như sau:

- Bước 1: Lắp đặt thiết bị. Thiết bị ghi nhận dao động được gắn chắc chắn với kết cấu tháp, kết nối với máy tính thông qua bộ phận chuyển đổi dữ liệu dataloger (Hình 9.1; 9.2; 9.3; 9.4).

- Bước 2: Ghi số liệu dao động trong khoảng thời gian ít nhất 30 giây trong mỗi lần, tiến hành ghi số liệu không ít hơn 03 lần tại mỗi vị trí.

- Bước 3: Xử lý số liệu bằng các phương pháp phân tích, tính toán động lực cho tần số dao động riêng trung bình  $f_i$  của tháp tại vị trí điểm đo thứ  $i$ . Giá trị tần số dao động riêng này được dùng để đánh giá độ cứng tổng thể của tháp anten thông qua giá trị tần số dao động riêng  $f_0$  của tháp anten được tính toán theo lý thuyết. Giá trị  $f_0$  được tính toán dựa trên phần mềm máy tính ( như SAP 2000,...) (Hình 9.5). Nếu  $f_i > f_0$  chứng tỏ độ cứng tổng thể của tháp anten đảm bảo theo thiết kế.



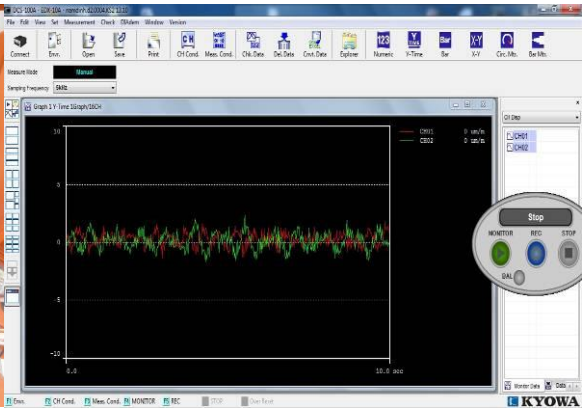
Hình 9.1 - Bố trí đầu đo dao động trên thanh giằng ngang



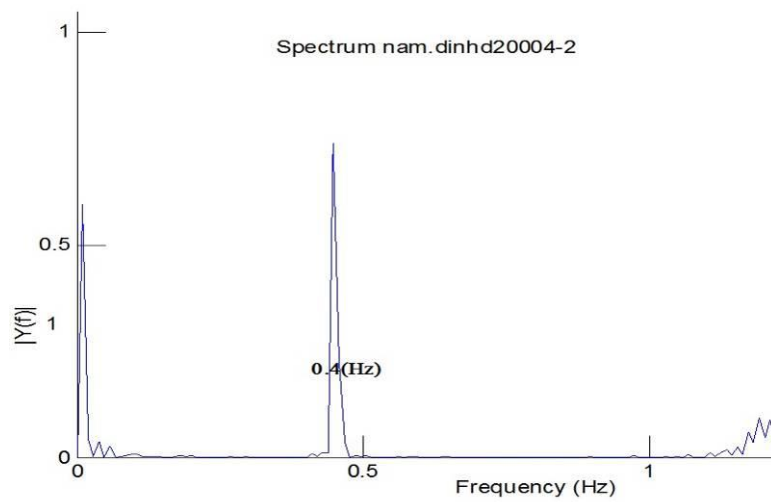
Hình 9.2 - Bố trí đầu đo dao động trên mặt bích nối đốt thanh cánh



Hình 9.3 - Bố trí các thiết bị đo dao động



Hình 9.4 - Ghi số liệu dao động bằng máy tính có phần mềm chuyên dụng



Hình 9.5 - Kết quả tính tần số dao động riêng của tháp anten



## Phụ lục 10 – Mẫu báo cáo kết quả kiểm định an toàn chịu lực kết cấu thép

### (ĐỐI TƯỢNG KIỂM ĐỊNH)

(Đơn vị thực hiện)

(ký và đóng dấu)

#### 1. Đặc điểm chung về đối tượng được kiểm định

- Chủ sở hữu;
- Địa điểm xây dựng;
- Năm thiết kế;
- Năm đưa vào sử dụng;
- Mô tả chung về công trình: giải pháp kết cấu, vật liệu sử dụng,...

#### 2. Mục đích công tác kiểm định

#### 3. Kết quả kiểm định

##### 3.1 Hiện trạng công trình

- Các mặt bằng, mặt cắt, danh mục khuyết tật và hư hỏng hoặc sơ đồ khuyết tật và hư hỏng kèm các hình ảnh đặc trưng chụp được;
- Các giá trị của tất cả các dấu hiệu cần kiểm tra được nêu trong đề cương khảo sát.

##### 3.2 Các kết quả thí nghiệm vật liệu

##### 3.3 Các kết quả tính toán kiểm tra an toàn chịu lực theo đề cương

##### 3.4 Kết quả đánh giá an toàn chịu lực kết cấu

#### 4. Kết luận và kiến nghị

#### 5. Các phụ lục

- Các bản vẽ hiện trạng, bản vẽ vị trí lấy mẫu, vị trí thí nghiệm, bản vẽ hư hỏng, khuyết tật,....;
- Các hình ảnh khảo sát, trong đó có hình ảnh các khuyết tật, hư hỏng;
- Các phụ lục kết quả thí nghiệm vật liệu;
- Các phụ lục tính toán kiểm tra an toàn chịu lực.

# **BỘ XÂY DỰNG**

## **QUY TRÌNH BẢO TRÌ CÁC CÔNG TRÌNH THÁP THU PHÁT SÓNG VIỄN THÔNG, TRUYỀN THANH, TRUYỀN HÌNH** (Kèm theo Quyết định số 55/QĐ-BXD ngày 25/01/2017 của Bộ trưởng Bộ Xây dựng)

HÀ NỘI, 2016

## **BỘ XÂY DỰNG**

### **QUY TRÌNH BẢO TRÌ CÁC CÔNG TRÌNH THÁP THU PHÁT SÓNG VIỄN THÔNG, TRUYỀN THANH, TRUYỀN HÌNH**

Chủ nhiệm dự án: PGS.TS. Phạm Minh Hà  
Phó chủ nhiệm: ThS. Hoàng Hải  
Thư ký: ThS. Nguyễn Việt Sơn  
Thành viên chính: TS. Nguyễn Đại Minh  
PGS.TS. Trần Chung  
PGS.TS. Vũ Quốc Anh  
TS. Vũ Thành Trung  
TS. Nguyễn Hải Quang  
ThS. Đỗ Văn Mạnh  
ThS. Ngô Tinh Túy  
ThS. Kiều Tuấn Dũng  
ThS. Lê Ngọc Quý  
CN. Lê Thị Mai Hoa

*Ngày tháng năm 2016*  
THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN  
CHỦ TRÌ DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
CHỦ NHIỆM DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
THỦ TRƯỞNG CƠ QUAN  
QUẢN LÝ DỰ ÁN

*Ngày tháng năm 2016*  
CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG  
ĐÁNH GIÁ CHÍNH THỨC

## **LỜI NÓI ĐẦU**

Quy trình bảo trì các công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình do Cục Giám định nhà nước về chất lượng công trình xây dựng biên soạn, Bộ Xây dựng ban hành.

Quy trình này là tài liệu kỹ thuật để các tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, sử dụng vào việc thực hiện công tác bảo trì công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình.

## Mục lục

1. Cơ sở đề xuất quy trình bảo trì .....	6
1.1. Căn cứ vào các văn bản pháp luật Việt Nam.....	6
1.2. Hiện trạng thực tế các công trình truyền thông ở Việt Nam.....	6
1.3. Vấn đề bảo trì công trình tháp truyền thông trên thế giới.....	6
2. Đối tượng và phạm vi áp dụng .....	6
3. Một số vấn đề cơ bản của bảo trì.....	6
4. Các quy định về an toàn khi bảo trì trạm thu phát sóng.....	7
5. Sơ đồ thực hiện công tác bảo trì .....	8
6. Quy trình bảo trì .....	9
6.1. Thuật ngữ và định nghĩa .....	9
6.2. Căn cứ xây dựng quy trình bảo trì.....	10
6.3. Kiểm tra ban đầu .....	11
6.4. Kiểm tra định kỳ.....	14
6.5. Kiểm tra bất thường .....	15
6.6. Kiểm tra chi tiết .....	16
7. Bảo dưỡng .....	18
7.1. Nguyên tắc chung.....	18
7.2. Bảo dưỡng cột tháp, dây neo .....	18
7.3. Bảo dưỡng hệ thống tiếp địa.....	20
7.4. Bảo dưỡng, vận hành hệ thống điện chiếu sáng và thiết bị .....	23
7.5. Kiểm tra bảo dưỡng hệ thống đèn báo không .....	24
8. Sửa chữa kết cấu công trình .....	24
8.1. Nguyên tắc chung.....	24
8.2. Các vấn đề liên quan đến sửa chữa phần kết cấu bê tông cốt thép .....	24
8.3. Sửa chữa kết cấu hư hỏng do lún nền móng.....	28
8.4. Sửa chữa kết cấu hư hỏng do tác động của môi trường vùng biển .....	29
8.5. Các vấn đề liên quan đến sửa chữa phần thân cột tháp.....	31
8.6. Sửa chữa phần hệ thống tiếp đất.....	32
8.7. Sửa chữa phần hệ thống cầu cáp, thang cáp, thang leo.....	33
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	34
PHỤ LỤC .....	36

Phụ lục 2.1 Các biểu mẫu.....	36
Phụ lục 2.2 – Phương pháp quan trắc độ thẳng, nghiêng, vặn xoắn cột anten .....	46
Phụ lục 2.3 – Yêu cầu kỹ thuật và quy trình lắp dựng, căng chỉnh cột tháp dây neo	48
Phụ lục 2.4 – Quy trình siết khóa cáp dây neo .....	50
Phụ lục 2.5 – Một số phương pháp đo lực căng .....	51
Phụ lục 2.6 – Quy trình công tác làm sạch han rỉ và công tác sơn .....	57

## **1. Cơ sở đề xuất quy trình bảo trì**

### **1.1. Căn cứ vào các văn bản pháp luật Việt Nam**

- Luật xây dựng số 50/2014/QH13.
- Nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12/05/2015 của Chính phủ về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
- Thông tư số 26/2016/TT-BXD ngày 26/10/2016 của Bộ xây dựng Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
- Văn bản số 5319/VNPT-VT ngày 20/12/2010 của Tập đoàn bưu chính truyền thông Việt Nam ban hành yêu cầu kỹ thuật về cơ sở hạ tầng trạm thu phát gốc mạng thông tin di động (BTS/Node B).
- Thông tư số 29/2014/TT-BTTTT ngày 31/12/2014 của Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật bảo trì thiết bị tần số vô tuyến điện.

### **1.2. Hiện trạng thực tế các công trình truyền thông ở Việt Nam**

Qua quá trình khảo sát hiện trạng thực tế các công trình tháp truyền thông thấy rằng hầu hết các hồ sơ khảo sát, thiết kế, quản lý chất lượng thi công lắp dựng không còn lưu giữ được. Các cột không có quy trình bảo trì, không có kế hoạch bảo trì, bảo dưỡng theo định kỳ. Riêng trong năm 2014 và năm 2015 có một số công trình được thực hiện bảo dưỡng và kiểm định chất lượng.

### **1.3. Vấn đề bảo trì công trình tháp truyền thông trên thế giới**

Qua các tài liệu tham khảo [23, 24, 26, 26] thấy rằng việc bảo trì cột tháp viễn thông thuộc quyền và trách nhiệm của chủ sở hữu công trình. Nếu Chủ sở hữu công trình không phải là đơn vị sử dụng thì Chủ sở hữu công trình sẽ giao cho đơn vị sử dụng thực hiện trách nhiệm này.

Đơn vị sử dụng có trách nhiệm lưu giữ các hồ sơ về bảo trì để Chủ sở hữu có thể kiểm tra với các nội dung sau: quy trình bảo trì, kế hoạch bảo trì, bảo dưỡng theo định kỳ, sổ theo dõi về bảo trì, các biên bản nghiệm thu công tác bảo trì.

## **2. Đối tượng và phạm vi áp dụng**

Quy trình này là tài liệu kỹ thuật để các tổ chức, cá nhân có liên quan tham khảo, sử dụng vào việc thực hiện công tác bảo trì công trình tháp thu phát sóng viễn thông, truyền thanh, truyền hình nhằm đảm bảo công trình luôn được an toàn và làm việc bình thường trong quá trình sử dụng.

## **3. Một số vấn đề cơ bản của bảo trì**

Mọi kết cấu cần được thực hiện chế độ bảo trì trong suốt tuổi thọ công trình theo yêu cầu của thiết kế. Các kết cấu mới xây dựng cần được thực hiện bảo trì từ ngay khi đưa vào sử dụng. Các kết cấu sửa chữa được bắt đầu công tác bảo trì ngay sau khi sửa chữa xong.

Các kết cấu đang sử dụng, nếu chưa thực hiện bảo trì, thì cần bắt đầu ngay công tác bảo trì.

Khi bàn giao công trình cho người quản lý sử dụng thì chủ đầu tư phải bàn giao quy trình bảo trì cho người quản lý sử dụng công trình.

Người quản lý, sử dụng công trình phải có quy trình bảo trì công trình. Trường hợp công trình đang sử dụng mà chưa có quy trình bảo trì thì người quản lý sử dụng phải lập quy trình bảo trì để trình chủ sở hữu công trình phê duyệt.

Hồ sơ, tài liệu về việc bảo trì công trình phải được người quản lý sử dụng công trình bảo quản lưu trữ.

#### **4. Các quy định về an toàn khi bảo trì trạm thu phát sóng**

Việc bảo dưỡng định kỳ trạm truyền thông phải do những người đã được đào tạo đầy đủ kiến thức về an toàn, các nội dung kỹ thuật bảo dưỡng cần thực hiện, được kiểm tra sức khỏe nếu cần thiết.

Trách nhiệm của mọi người là phải đảm bảo an toàn cho chính họ, cho đồng nghiệp và cho tất cả những thiết bị liên quan.

Các cán bộ công nhân làm việc trên cao phải có chứng chỉ hành nghề và được khám sức khỏe định kỳ trước khi trèo cao. Được bác sỹ chứng nhận đủ sức khỏe làm công việc trên cao.

Chỉ những người đã được đào tạo về cột cao, có chứng nhận mới được công tác trên cột cao.

Không được sử dụng các chất kích thích trước khi công tác trên cột cao.

Khi làm việc trên trên cột cao, phải thắt dây an toàn, có mũ bảo hộ, túi đựng dụng cụ thuận tiện, chắc chắn, tránh để rơi đồ vật, dụng cụ từ trên cao xuống.

Khi làm việc trong các điều kiện nguy hiểm phải có người theo dõi, giám sát và hỗ trợ.

Phải được tập huấn, sát hạch đạt yêu cầu về các quy trình an toàn, quy trình tác nghiệp cho từng loại công việc như: hàn điện, hàn hơi, cạo rì, kỹ thuật an toàn khi làm việc trên cao, an toàn điện và các quy trình của công ty, của ngành.

Mọi người phải được trang bị đầy đủ phương tiện bảo vệ cá nhân theo quy định của nhà nước, của ngành, của công ty; có đủ dụng cụ theo yêu cầu của công việc, các dụng cụ này phải đảm bảo. Mọi dụng cụ sử dụng điện phải kiểm tra cách điện trước khi sử dụng; tất cả các dây điện phải đảm bảo cách điện, không đứt hở, những mối nối dây phải băng bọc bằng băng cách điện. Cấm dùng màng mỏng túi ni lông để băng bọc thay cho băng cách điện. Với dây dẫn hàn điện, tại các mối nối phải dùng băng cách nhiệt.

Khi làm việc với thiết bị điện phải mặc tất cả quần áo không dẫn điện, hoặc có thì đều phải bọc bằng vật liệu cách điện. Khi nối hoặc tháo các thiết bị liên kết với nguồn đang hoạt động phải bảo vệ mặt bằng mặt nạ, kính.

Tất cả các dụng cụ phải được bọc nhựa để tránh chập điện giữa đường dẫn và kim loại nối đất. Không chấp nhận việc dùng băng dính để quấn dụng cụ. Sử dụng các loại thang không dẫn điện.

Cấm tiến hành công việc trên cột tháp khi trời mưa to, gió lớn, có giông sét hoặc không đủ ánh sáng để làm việc.



Cắm bố trí công nhân làm việc ở các độ cao khác nhau nhưng cùng phương thẳng đứng.

Công nhân hàn trên cao phải có khay treo để hứng xỉ hàn, mẫu que hàn, phế liệu. Tất cả các chi tiết hàn cắt trên cột phải được treo buộc, giằng néo, hãm giữ khi cắt hoặc trong quá trình đưa lên, hạ xuống. Khi hàn cắt ở bề mặt bê tông phải có vật cách nhiệt để kê lót phòng bê tông giãn nở nhiệt, nứt vỡ bắn vào người. Khi thay que hàn hay tạm dừng hàn cắt phải cắt điện máy hàn. Vì thế, phải có người trực tiếp giám sát ở dưới đất, cạnh máy hàn. Đặc biệt trước khi hàn cắt, phải kiểm tra, có biện pháp đề phòng cháy nổ xảy ra ở phía dưới. Cắm hàn cắt khi phía dưới có vật liệu dễ cháy nổ hoặc có đường dây mang điện.

Công nhân làm công việc gõ cạo ri, sơn, đục bê tông còn phải sử dụng khẩu trang và kính bảo hộ lao động (số 0). Làm trên cao hay ở các vị trí nguy hiểm dễ ngã phải sử dụng dây lưng an toàn, hoặc lắp giàn giáo, lưới bảo hiểm.

Xung quanh chân cột phải làm hàng rào chắn biển báo, cử người giám sát cảnh giới, không cho người không nhiệm vụ xâm nhập vào khu vực đang thi công.

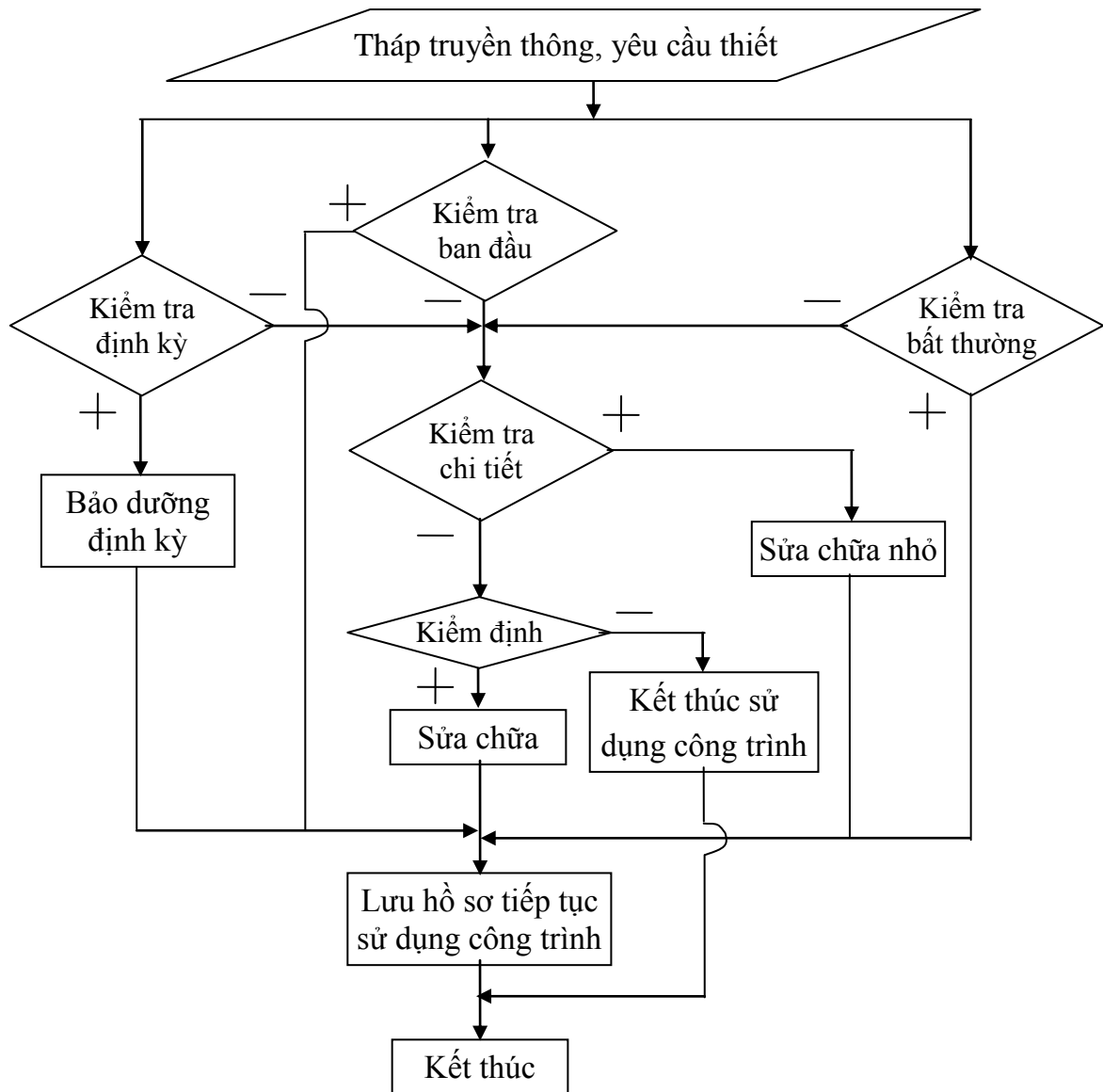
Không được động chạm tới các thiết bị truyền thông đang hoạt động. Tránh những chấn động mạnh khi thi công làm gián đoạn thông tin liên lạc.

## **5. Sơ đồ thực hiện công tác bảo trì**

Trên hình 1 thể hiện trình tự các bước bảo trì tháp viễn thông. Qua quá trình kiểm tra ban đầu hoặc định kỳ hoặc bất thường nếu phát hiện có yếu tố không đảm bảo theo yêu cầu của thiết kế thì tiến hành kiểm tra chi tiết. Sau khi kiểm tra chi tiết sẽ đưa ra kết luận có cần kiểm định không hay chỉ cần sửa chữa là được. Sau khi kiểm định (nếu cần) sẽ đưa ra kết luận là có sửa chữa hay kết thúc sử dụng công trình đó.

Đối với quá trình kiểm tra định kỳ, nếu không có thấy yếu tố không đảm bảo theo yêu cầu của thiết kế thì tiến hành bảo dưỡng định kỳ rồi lưu trữ hồ sơ để phục vụ kiểm tra.

Đối với quá trình kiểm tra bất thường hoặc kiểm tra ban đầu nếu không thấy yếu tố không đảm bảo theo yêu cầu của thiết kế thì tiến hành lưu trữ hồ sơ để phục vụ kiểm tra.



Hình 1. Sơ đồ thực hiện công tác bảo trì

## 6. Quy trình bảo trì

### 6.1. Thuật ngữ và định nghĩa

Bảo trì công trình xây dựng là tập hợp các công việc nhằm bảo đảm và duy trì sự làm việc bình thường, an toàn của công trình theo quy định của thiết kế trong quá trình khai thác sử dụng. Nội dung bảo trì công trình xây dựng có thể bao gồm một, một số hoặc toàn bộ các công việc sau: Kiểm tra, quan trắc, kiểm định chất lượng, bảo dưỡng và sửa chữa công trình nhưng không bao gồm các hoạt động làm thay đổi công năng, quy mô công trình.

Quy trình bảo trì công trình xây dựng là tài liệu quy định về trình tự, nội dung và chỉ dẫn thực hiện các công việc bảo trì công trình xây dựng.

Kiểm tra công trình: là việc xem xét bằng trực quan hoặc bằng thiết bị chuyên dụng để đánh giá hiện trạng công trình nhằm phát hiện các dấu hiệu hư hỏng của công trình.

Quan trắc công trình là hoạt động theo dõi, đo đạc, ghi nhận sự biến đổi về hình học, biến dạng, chuyển dịch và các thông số kỹ thuật khác của công trình và môi trường xung quanh theo thời gian.

Trắc đạc công trình là hoạt động đo đạc để xác định vị trí, hình dạng, kích thước của địa hình, công trình xây dựng phục vụ thi công xây dựng, quản lý chất lượng, bảo trì và giải quyết sự cố công trình xây dựng.

Kiểm định xây dựng là hoạt động kiểm tra, đánh giá chất lượng hoặc nguyên nhân hư hỏng, giá trị, thời hạn sử dụng và các thông số kỹ thuật khác của sản phẩm xây dựng, bộ phận công trình hoặc công trình xây dựng thông qua quan trắc, thí nghiệm kết hợp với việc tính toán, phân tích.

Bảo dưỡng công trình là các hoạt động (theo dõi, chăm sóc, sửa chữa những hư hỏng nhỏ, duy tu thiết bị lắp đặt vào công trình) được tiến hành thường xuyên, định kỳ để duy trì công trình ở trạng thái khai thác, sử dụng bình thường và hạn chế phát sinh hư hỏng công trình.

Chủ sở hữu công trình là cá nhân, tổ chức có quyền sở hữu công trình theo quy định của pháp luật.

Người quản lý, sử dụng công trình là chủ sở hữu trong trường hợp chủ sở hữu trực tiếp quản lý, sử dụng công trình hoặc là người được chủ sở hữu công trình ủy quyền quản lý, sử dụng công trình trong trường hợp chủ sở hữu không trực tiếp quản lý, sử dụng công trình.

Sửa chữa công trình là việc khắc phục hư hỏng của công trình được phát hiện trong quá trình khai thác, sử dụng nhằm đảm bảo sự làm việc bình thường và an toàn của công trình.

## **6.2. Căn cứ xây dựng quy trình bảo trì**

Để xây dựng quy trình bảo trì cần phải tham khảo và dựa trên các tài liệu sau:

- Luật xây dựng số 50/2014/QH13.
- Nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12/05/2015 của Chính phủ về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
- Thông tư số 26/2016/TT-BXD ngày 26/10/2016 của Bộ xây dựng Quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng..
- Thông tư số 29/2014/TT-BTTTT ngày 31/12/2014 của Bộ Thông tin và Truyền thông ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật bảo trì thiết bị tần số vô tuyến điện.
- “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về việc tiếp đất cho các trạm truyền thông” QCVN 9: 2010/BTTTT
- “Quy trình duy tu bảo dưỡng mạng Việt Nam Mobifone”
- “Quy trình bảo dưỡng BTS”, Tập đoàn Bru chính truyền thông
- “Quy trình bảo dưỡng” Công ty công trình Viettel, 2010.
- “Quy trình kiểm tra bảo dưỡng cột Anten”, Công ty cổ phần tư vấn thiết kế bu chính truyền thông. 2015.

- “Quy trình bảo dưỡng sửa chữa, ứng cứu hạ tầng thiết bị mạng truyền thông” Mobile
- “Quyết định về việc ban hành định mức trong ĐTXD”, Tập đoàn bưu chính truyền thông Việt Nam, 2013. Số: 06/QĐ – VNPT – HĐTV - KH
- “Quyết định về việc phê duyệt và ban hành quy định về chuẩn hóa thiết kế và Tổng chi ban đầu xây dựng cơ sở hạ tầng Mạng lưới thông tin di động”, Tập đoàn bưu chính truyền thông Việt Nam, Công ty thông tin di động, 2014. Số 830/QĐ – VMS – ĐTXD
- “Quyết định về việc ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật”, Tập đoàn Bưu chính truyền thông Việt Nam, 2008. Số: 84/QĐ – KHĐM – HĐQT
- “Quyết định về việc ban hành Quy trình Quản lý vận hành và sửa chữa đường dây trên không điện áp 220 kV, 500kV”, Tập đoàn điện lực Việt Nam – Tổng công ty truyền tải quốc gia. Số: 1712 / QĐ – EVNNPT. 2013
- “Cẩm nang hướng dẫn xây lắp bảo dưỡng trạm BTS của mạng Viettel”
- “Yêu cầu kỹ thuật về cơ sở hạ tầng trạm thu phát gốc mạng thông tin di động (BTS/NODEB)”, Tập đoàn bưu chính truyền thông Việt Nam
- “Hướng dẫn sử dụng máy đo độ căng của cáp”
- “Hướng dẫn cài đặt tham số máy đo lực căng cáp thép dây co cột Anten!”. Công ty Công trình Viettel.
- “Hướng dẫn lắp đặt khoá cáp và lực căng của dây cáp thép!”. Công ty Công trình Viettel.
- “Guyed tower inspection and Maintenance”. Electronics Research, Inc.
- “Self supporting tower inspection and Maintenance”. Electronics Research, Inc.
- “Annex E: tower maintenance and inspection procedures”
- “Structural Standard for Antenna Supporting Structures and Antennas – Addendum2” Tia standard tia – 222 – G – 2.
- “Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures” Tia/Eia standard, Tia/Eia – 222 – F.
- “Tower test procedures the Torque Test and Paint Test”. Htc/Nortel cdma 2000 – 1x project.

### **6.3. Kiểm tra ban đầu**

#### **a) Nguyên tắc chung**

Kiểm tra ban đầu được thực hiện sau 3 tháng kể từ thời điểm nghiệm thu công trình đưa vào sử dụng. Đối với công trình sửa chữa và gia cường thì kiểm tra ban đầu được thực hiện ngay sau khi sửa chữa và gia cường xong.

Đối với những công trình đang tồn tại mà chưa có kiểm tra ban đầu thì bất kỳ lần kiểm tra đầu tiên nào cũng có thể coi là kiểm tra ban đầu.

Yêu cầu của kiểm tra ban đầu là thiết lập các số liệu đo đầu tiên của công trình, phát hiện kịp thời những sai sót ban đầu và khắc phục ngay để đưa công trình vào sử dụng.

Thành phần kiểm tra ban đầu chính là thành phần thực hiện nghiệm thu công trình/hạng mục đưa vào sử dụng của chủ đầu tư hoặc đơn vị được giao quản lý đối với các công trình đang tồn tại mà chưa có kiểm tra ban đầu.

#### b) Biện pháp kiểm tra ban đầu

Kiểm tra ban đầu được tiến hành trên toàn bộ kết cấu công trình của công trình.

Phương pháp kiểm tra chủ yếu là bằng trực quan, kết hợp với xem xét các bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công và hồ sơ thi công (nhật ký công trình, các biên bản kiểm tra đã có).

#### c) Nội dung kiểm tra ban đầu

Kiểm tra ban đầu gồm có các công việc sau đây:

- Khảo sát, thu thập số liệu về những vấn đề sau đây:

+ Sai lệch hình học.

+ Nghiêng, lún, biến dạng.

+ Xuất hiện vết nứt.

+ Tình trạng bong rộp.

+ Tình trạng rỉ thép.

+ Tình trạng biến màu mặt ngoài.

+ Chất lượng bê tông.

+ Điện trở tiếp đất, sự thông suốt, chắc chắn của kim thu sét, dây liên kết...

+ Hệ thống dây dẫn, đèn chiếu sáng và các khí cụ điện.

Kiểm tra phần móng

+ Móng không bị nứt, không bị hở cốt thép và không bị xâm thực.

+ Các ê cu móng phải đủ theo thiết kế.

+ Đất đắp chân móng cột có đủ theo yêu cầu thiết kế.

+ Móng không bị ngập nước: Nếu có bị ngập thì các chi tiết ngập nước không bị han rỉ và ăn mòn.

+ Móng cột không bị lún và sạt lở, không bị xâm phạm vì đào bới.

+ Kiểm tra, đo đạc móng cột đánh giá sự chuyển vị các móng cột. Đánh giá tình trạng làm việc của móng cột, đo đạc, kiểm tra sự chênh lệch cao độ các bulông chân cột.

+ Ảnh chụp hệ thống móng cột hiện tại.

Kiểm tra phần thân tháp

+ Kiểm tra cấu trúc thép của thân cột (thanh thép chủ, thanh giằng, vách xiên, thang cáp, thang leo, sàn công tác, sàn nghỉ): Đo đạc kích thước, đánh giá tình trạng hoen rỉ, kiểm tra mối hàn liên kết hoặc hệ bu lông liên kết trong cấu trúc cột.

+ Dây co có bị trùng, có bố trí nhầm tầng, nhầm vị trí không.

+ Cột nghiêng, không thẳng, vặn xoắn không.

+ Bu lông tầng tháp trụ không được siết chặt.

+ Các móng neo không tạo thành các góc cân đối.

+ Tầng đơ đã tăng hết, không còn khoảng hở để sử dụng cho các lần tăng sau.

+ Hệ thống khóa cáp lỏng.

+ Các phụ kiện: tầng đơ, ma ní, bu lông nối đót ... chưa được bôi mỡ chống rỉ.

+ Hệ thống cầu cáp, thang cáp, thang leo han rỉ, yếu, võng, sập...

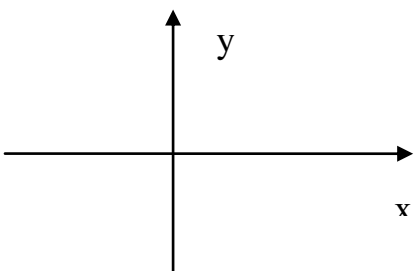
+ Kiểm tra độ chặt các bulông: phần trên cùng, phần giữa và phần cuối của tháp được kiểm tra. Các bulông phải xiết đủ độ chặt theo yêu cầu để bulông chỉ chịu lực kéo, không bị cắt, mặt làm việc là mặt ma sát của mối ghép liên kết.

+ Kiểm tra 10% số bu lông, nếu không đạt thì sẽ tiến hành xiết và kiểm tra lại toàn bộ 100% số bu lông trên cột.

+ Kiểm tra khe hở lắp ráp giữa các bản mã sau khi xiết bulông (tiêu chuẩn kỹ thuật khe hở  $\leq 0,3\text{mm}$ ).

+ Kiểm tra độ nghiêng và lún của cột.

Kiểm tra độ thẳng đứng của thân cột phải thực hiện trên hai phương của góc lượng giác. Độ lệch tiêu chuẩn cho phép là  $H/100$  với tất cả các độ cao (H: là chiều cao của cột). Thiết bị sử dụng là máy kinh vĩ hoặc máy toàn đạc điện tử. Sau đó điền vào bảng kiểm tra sau.

Đốt cột	Cao độ	Độ nghiêng			Sơ đồ theo trục
		Theo trục Y	Theo trục X	Toàn phần	
	( m )	( mm )	( mm )	( mm )	( mm )
					

+ Các thanh của cột và xà có bị cong không, có bị rỉ không, các thanh giằng cột, giằng xà, chiếu nghỉ, thang treo vv có bị thiếu, mất, cong, vênh, rỉ, nứt, lỏng, vv không, có bị rung mạnh khi có gió không.

- + Các bản mã có bị nứt mỗi hàn, rỉ, mọt, lỏng bu lông không.
- + Cột kim loại, tất cả các chi tiết bằng kim loại lắp trên cột đều phải được mạ kẽm hoặc sơn phủ chống ăn mòn.
- + Các phần cột kim loại ở các vùng thường bị ngập lụt phải được quét một lớp bi tum hoặc êpôxi cao hơn mức nước ngập lớn nhất là 0,5m.
- + Các bộ phận của cột thép, thanh giằng, ... trong quá trình vận hành bị rỉ sét, bị ăn mòn quá 20% tiết diện ngang, bị mất hoặc bị nứt hoặc bị cong quá giới hạn cho phép, ... thì phải được sửa chữa thay thế hoặc tăng cường.
- + Các thanh mới được thay thế phải có tiết diện và loại thép tương đương, chiều dài phù hợp.
- + Đối với các cột cấu tạo bằng thép ống nếu bị rỉ sét nghiêm trọng thì phải dùng thiết bị siêu âm để kiểm tra lại độ dày của thành ống.

Xem xét hồ sơ hoàn công để đánh giá chất lượng phần khuất của kết cấu (bản vẽ thiết kế, bản vẽ hoàn công, nhật ký công trình, các biên bản kiểm tra).

Tiến hành thí nghiệm bổ sung nếu cần để nhận biết rõ hơn tình trạng công trình đối với công trình đang tồn tại, mới kiểm tra lần đầu.

Trường hợp nghi ngờ có sai sót quan trọng thì tiến hành thêm kiểm tra chi tiết và đề ra biện pháp xử lý.

Tùy theo tính chất và điều kiện môi trường làm việc của công trình, người thực hiện kiểm tra ban đầu có thể đặt trọng tâm công tác kiểm tra vào những yếu tố có ảnh hưởng quan trọng tới độ bền lâu của công trình.

#### d) Ghi chép và lưu trữ hồ sơ

Toàn bộ kết quả khảo sát, đánh giá chất lượng công trình cần được ghi chép đầy đủ và lưu giữ lâu dài cùng hồ sơ hoàn công của công trình.

Chủ công trình cần lưu giữ hồ sơ này để sử dụng cho những lần kiểm tra tiếp theo và phục vụ công tác kiểm tra của các cơ quan có thẩm quyền.

### 6.4. Kiểm tra định kỳ

#### a) Nguyên tắc chung

Kiểm tra định kỳ được tiến hành đối với mọi kết cấu thuộc công trình.

Kiểm tra định kỳ nhằm phát hiện kịp thời những dấu hiệu hư hỏng của kết cấu trong quá trình sử dụng mà việc kiểm tra ban đầu, bất thường không nhận biết được. Từ đó có biện pháp xử lý sớm nhằm duy trì tuổi thọ công trình.

#### b) Biện pháp kiểm tra định kỳ

Kiểm tra định kỳ được tiến hành trên toàn bộ công trình.

Chủ công trình có thể tự kiểm tra hoặc thuê các đơn vị có chuyên môn phù hợp để thực hiện việc kiểm tra định kỳ.

Đầu tiên công trình được khảo sát trực quan bằng nhìn và gõ nghe. Khi nghi ngờ có hư hỏng hoặc suy giảm chất lượng thì có thể sử dụng phương pháp kiểm tra không phá hủy mẫu để kiểm tra.

#### c) Quy định về kỳ kiểm tra định kỳ

Kiểm tra định kỳ được tiến hành theo tần suất như sau:

+ Vùng ven biển: không quá 24 tháng/lần.

+ Các vùng còn lại: không quá 30 tháng/lần.

Đối với các công trình đặc biệt, thử nghiệm (môi trường khắc nghiệt, cột cao biển đảo, địa chất yếu, ...) sẽ tiến hành theo yêu cầu của thiết kế.

Kiểm tra định kỳ được tiến hành trước khi bảo dưỡng định kỳ.

#### *d) Nội dung kiểm tra định kỳ*

Kiểm tra định kỳ được tiến hành theo nội dung giống như của kiểm tra ban đầu đã nêu ở mục trên.

#### *đ) Ghi chép và lưu giữ hồ sơ*

Toàn bộ kết quả thực hiện kiểm tra định kỳ cần ghi chép và lập thành biên bản để phục vụ công tác kiểm tra của các cơ quan có thẩm quyền.

### **6.5. Kiểm tra bất thường**

#### *a) Nguyên tắc chung*

Kiểm tra bất thường được tiến hành khi công trình có dấu hiệu hư hỏng do tác động đột ngột của các yếu tố như bão, lốc, lũ lụt, động đất, trượt lở đất, va chạm với tàu xe, cháy, nổ, ...

Trước, sau các cơn bão được cho là có ảnh hưởng đến khu vực có công trình.

Yêu cầu của kiểm tra bất thường là nắm bắt được hiện trạng, đưa ra kết luận về yêu cầu xử lý, thực hiện sửa chữa, khắc phục.

Chủ công trình có thể tự kiểm tra bất thường hoặc thuê một đơn vị có năng lực phù hợp để thực hiện.

#### *b) Biện pháp kiểm tra bất thường*

Kiểm tra bất thường được thực hiện trên toàn bộ hoặc một bộ phận công trình.

Kiểm tra bất thường được thực hiện chủ yếu bằng quan sát trực quan, gõ nghe. Khi cần có thể dùng các công cụ đơn giản như thước mét, quả dọi, cờ lê lực.

Nếu phát hiện có hiện tượng bất thường, người thực hiện kiểm tra cần đưa ra kết luận có cần kiểm tra chi tiết hay không. Nếu không thì đề ra ngay giải pháp sửa chữa phục hồi công trình. Nếu cần thì tiến hành kiểm tra chi tiết và đề ra giải pháp sửa chữa.

#### *c) Nội dung kiểm tra bất thường*

Kiểm tra bất thường bao gồm những công việc sau đây:

- Khảo sát bằng trực quan, gõ nghe và dùng một số dụng cụ đơn giản để nhận biết tình trạng hư hỏng của kết cấu. Các hư hỏng sau đây cần được nhận biết:

+ Sai lệch hình học.

+ Nghiêng, lún.

+ Nứt, gãy.



- + Dây neo trùng.
- + Bu lông, ốc, khóa lỏng, tuột.
- + Thân cột vắn, nghiêng, không thẳng.
- + Hàn rỉ cốt thép, cấu kiện thép, cáp neo.

Phân tích các số liệu kiểm tra để đi đến kết luận có tiến hành kiểm tra chi tiết hay không, quy mô kiểm tra chi tiết. Nếu không thì đề ra giải pháp sửa chữa để phục hồi công trình kịp thời.

Đối với những hư hỏng có nguy cơ gây nguy hiểm cho người, công trình xung quanh thì phải có biện pháp xử lý khẩn cấp trước khi tiến hành kiểm tra chi tiết và đề ra giải pháp sửa chữa.

#### *d) Ghi chép và lưu hồ sơ*

Hồ sơ lưu trữ gồm có: Kết quả khảo sát, phân tích đánh giá, thuyết minh giải pháp sửa chữa, gia cường, nhật ký thi công, các biên bản kiểm tra, các bản vẽ. Các tài liệu này cần được đơn vị quản lý sử dụng công trình lưu giữ lâu dài cùng với các đợt kiểm tra trước đây để các cơ quan có thẩm quyền kiểm tra.

## **6.6. Kiểm tra chi tiết**

### *a) Nguyên tắc chung*

Kiểm tra chi tiết được thực hiện sau khi qua các kiểm tra ban đầu, kiểm tra thường xuyên, kiểm tra định kỳ, kiểm tra bất thường thấy là có yêu cầu cần phải kiểm tra kỹ kết cấu để đánh giá mức độ xuống cấp và đề ra giải pháp sửa chữa.

Kiểm tra chi tiết cũng được thực hiện đối với các chi tiết không quan sát được (thép ống thân cột anten) khi sau 3 lần kiểm tra định kỳ mà không phát hiện dấu hiệu xuống cấp.

Người sử dụng công trình có thể tự thực hiện hoặc thuê các đơn vị có năng lực phù hợp để thực hiện kiểm tra chi tiết.

### *b) Biện pháp kiểm tra chi tiết*

Kiểm tra chi tiết được tiến hành trên toàn bộ công trình hoặc một bộ phận công trình tùy theo quy mô hư hỏng của công trình và mức yêu cầu phải kiểm tra.

Người kiểm tra cần nhận biết trước đặc điểm nổi bật của xuống cấp để có hướng trọng tâm cho việc kiểm tra chi tiết.

Kiểm tra chi tiết được tiến hành bằng các thí nghiệm chuyên dùng để đánh giá, lượng hóa chất lượng vật liệu và mức độ xuống cấp của kết cấu.

Người thực hiện kiểm tra chi tiết phải có phương án thực hiện bao gồm quy mô kiểm tra, mức kết quả kiểm tra cần đạt, thời gian và kinh phí thực hiện. Phương án này phải được chủ công trình chấp nhận trước khi thực hiện.

### *c) Nội dung kiểm tra chi tiết*

Kiểm tra chi tiết cần có những nội dung sau:

- Khảo sát chi tiết toàn bộ hoặc bộ phận hư hỏng của công trình: Yêu cầu của khảo sát là phải thu được các số liệu lượng hóa về tình trạng hư hỏng. Cụ thể là lượng hóa bằng số liệu và hình ảnh những vấn đề sau đây:

- + Sai lệch hình học.
- + Nghiêng, lún, biến dạng.
- + Tình trạng vết nứt.
- + Tình trạng bong rộp.
- + Tình trạng rỉ thép.
- + Tình trạng thay đổi mặt ngoài.
- + Chất lượng bê tông.
- + Trùng dây co, dây co bố trí nhầm tầng, nhầm vị trí.
- + Cột không thẳng, vắn xoắn.
- + Bu lông nổi dốt lỏng, không được siết chặt.
- + Các móng neo không tạo thành các góc cân đối.
- + Tầng dờ đã tăng hết, không còn khoảng hở để sử dụng cho các lần tăng sau.
- + Hệ thống khóa cáp lỏng.
- + Các phụ kiện: tầng dờ, ma ní, bu lông nổi dốt ... chưa được bôi mỡ chống rỉ.
- + Hệ thống cầu cáp, thang cáp, thang leo han rỉ, yếu, võng, sập...
- + Điện trở tiếp đất, sự thông suốt, chắc chắn của kim thu sét, dây liên kết...
- + Hệ thống dây dẫn, đèn tín hiệu, đèn chiếu sáng và các khí cụ điện.

Phân tích cơ chế xuống cấp của công trình: Trên cơ sở các số liệu khảo sát nêu trên và các kết quả kiểm tra hồ sơ lưu trữ công trình, cần phân tích, xác định cơ chế tạo nên mỗi loại hư hỏng.

Đánh giá mức độ xuống cấp của công trình: Trên cơ sở các số liệu kiểm tra và cơ chế xuống cấp đã phân tích, cần đánh giá xem kết cấu có cần sửa chữa hay không và sửa chữa đến mức nào.

Lựa chọn giải pháp sửa chữa hoặc gia cường: Giải pháp sửa chữa hoặc gia cường cần được lựa chọn trên cơ sở cơ chế xuống cấp đã được phân tích sáng tỏ. Giải pháp sửa chữa hoặc gia cường đề ra phải đạt được yêu cầu là khôi phục được bằng hoặc cao hơn công năng ban đầu của kết cấu và ngăn ngừa việc tiếp tục hình thành cơ chế xuống cấp sau khi sửa chữa.

Quy mô sửa chữa phụ thuộc tầm quan trọng của kết cấu, tuổi thọ còn lại, khả năng tài chính và yêu cầu của chủ công trình.

#### *d) Ghi chép và lưu hồ sơ*

Mọi diễn biến của công tác kiểm tra chi tiết đều được ghi chép đầy đủ dưới dạng biên bản, sổ nhật ký, bản vẽ, ảnh chụp để lưu giữ lâu dài.

Chủ công trình phải lưu giữ hồ sơ kiểm tra chi tiết bao gồm: kết quả khảo sát, phân tích đánh giá, thuyết minh giải pháp sửa chữa hoặc gia cường, nhật ký thi công, các bản vẽ, các biên bản kiểm tra. Các hồ sơ này cần được lưu giữ lâu dài cùng với các hồ sơ của các đợt kiểm tra trước đây.

## 7. Bảo dưỡng

### 7.1. Nguyên tắc chung

Trong quá trình vận hành khai thác, do sự tác động của điều kiện tự nhiên như ô nhiễm, nắng, gió, mưa, ... các chi tiết kết cấu cột anten, nhà trạm, cầu cáp, tiếp đất, ... sẽ bị ăn mòn, lão hóa, bong rộp, ... theo thời gian, kể cả trong các trường hợp đã có các biện pháp phòng tránh cho kết cấu. Do đó, cần phải có kế hoạch bảo dưỡng định kỳ để duy trì công trình ở trạng thái khai thác, sử dụng bình thường và hạn chế phát sinh các hư hỏng công trình.

Bảo dưỡng được kết hợp sau khi kiểm tra định kỳ để tiết giảm chi phí, thời gian.

### 7.2. Bảo dưỡng cột tháp, dây neo

*a) Thời gian thực hiện bảo dưỡng định kỳ:*

Vùng ven biển: không quá 24 tháng/lần.

Các vùng còn lại: không quá 30 tháng/lần.

*b) Hạng mục cần bảo dưỡng:*

Hạng mục cột tháp gồm thân cột, cáp dây co, phụ kiện dây co, ốc nổi đốt, móng cột, móng neo.

Hạng mục thang cáp, cầu cáp, thang leo outdoor gồm thân thang cáp, cầu cáp, thang leo, bu lông, thanh nối, giá đỡ, cột đỡ.

*c) Nội dung bảo dưỡng cột tháp*

Lập phương án.

Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, vật liệu.

Dọn dẹp, phát quang cỏ, rác, dây leo bám xung quanh cột tháp.

Xiết lại bu lông và bôi dầu mỡ cho bu lông nổi đốt.

Xiết lại bu lông, nếu các khe hở  $>0,3\text{mm}$

Kiểm tra, xiết lại bu lông toàn bộ thân cột theo nguyên tắc từ dưới lên trên, với các bu lông rỉ nặng cần thay thế ngay trước khi làm công việc tiếp theo; việc thay thế cần tiến hành lần lượt từng chiếc.

Nếu phát hiện các chi tiết kim loại han rỉ nặng (thanh giằng, bản mã, thanh ống,...) phải báo cáo người quản lý sử dụng để sớm lập phương án thay thế.

Căn chỉnh độ thẳng đứng của cột (trong trường hợp cột nghiêng không lớn và sai lệch ít).

Nếu cột sai lệch nhiều, cần phải căn chỉnh, cần yêu cầu tư vấn thiết kế khảo sát và đề ra biện pháp thi công: có thể dùng tời hoặc pa lăng kéo cột về vị trí thẳng đứng (sau khi nối lỏng các bu lông tương ứng). Các khe hở lắp ráp xuất hiện sau khi căn chỉnh phải được nện bằng các bản thép. Sau đó xiết chặt bằng bu lông theo tiêu chuẩn kỹ thuật.

Bảo dưỡng hệ thống đèn và hệ thống dẫn điện cho đèn tín hiệu.

Bôi mỡ toàn bộ tăng đơ, má ní, ốc xiết cáp.

Tẩy bỏ, trám lại với các vị trí bong, rộp của móng cột, móng neo theo yêu cầu kỹ thuật.

Vệ sinh, thu dọn hiện trường.

Lập hồ sơ kỹ thuật sau bảo dưỡng.

Các đề xuất, kiến nghị sau bảo dưỡng.

Lập biên bản nghiệm thu tại chỗ có xác nhận của đơn vị vận hành khai thác.

(Phần sơn lại toàn bộ cột tháp, căng lại dây co được đưa vào phần sửa chữa.)

#### *d) Qui định về bảo dưỡng dây neo*

Kiểm tra tình trạng kỹ thuật của chân cột, gói neo, thực hiện các biện pháp gia cường độ đứng vững an toàn của cột trước khi lên cột. Qui trình thay thế hoặc bảo dưỡng dây co được thực hiện theo các bước dưới đây:

Sử dụng cuốc, xẻng, dao, kéo để dọn dẹp phát quang cỏ, rác, dây leo bám xung quanh chân cột và các mỏ neo.

Triển khai lắp đặt và căng chỉnh dây co phụ (ở vị trí tương ứng với sợi cáp cần bảo dưỡng hoặc thay thế) trước khi tháo hạ sợi dây co cần bảo dưỡng hoặc thay thế xuống. Lực căng dây co lấy theo hồ sơ thiết kế của cột tháp.

Tiến hành vệ sinh sợi dây co cũ: lau sạch mỡ bảo dưỡng cũ và gỉ bằng dầu, bàn chải sắt mịn và giẻ lau sạch sau đó lau lại dây co bằng mỡ để bảo vệ dây co.

Vệ sinh, kiểm tra cạo gỉ, sơn chống gỉ, bôi mỡ các phụ kiện đi kèm của sợi dây co cũ như: tăng đơ, khóa cáp, đệm cáp, ma ní, mỏ neo cáp,...

Triển khai lắp lại sợi dây co đã được bảo dưỡng (hoặc dây co mới) vào vị trí ban đầu.

Căn chỉnh độ căng dây co đã được bảo dưỡng để có độ căng với các dây co khác và tháo hạ sợi dây co phụ xuống.

Xiết lại toàn bộ bu lông nối cột, bu lông bản ốp; bắt lại khoá cáp, tăng đơ, ma ní, những vật tư hỏng phải thay thế; xiết lại toàn bộ bu lông của bộ giá chống xoắn. Bổ sung ê cu công chống giật cho tăng đơ nếu thiếu.

Xiết chặt bu lông, ê cu của bộ giá anten với cột, giá với anten, đảm bảo chắc chắn và đầy đủ các ê cu;

Trường hợp cột nghiêng, vẹo cần kiểm tra mức độ nghiêng vẹo và nguyên nhân dẫn đến nghiêng vẹo sau đó báo cáo với người phụ trách để có phương án xử lý.

Căn cứ vào số sợi đứt của bó dây cáp (cáp thép nhiều sợi) mà tiến hành sửa chữa theo các nguyên tắc sau:

+ Khi số sợi bị đứt nhỏ hơn 10% thì tấp lại.

+ Nếu số sợi đứt trên 10% thì phải thay dây khác

Khi các dây néo có lực căng không đều thì phải điều chỉnh lại cho đều bằng các tăng đơ. Khi tăng lại các dây néo nên kết hợp chỉnh cột nếu thấy cần thiết.

Điều chỉnh cột dây neo bị quá nghiêng, tiêu chuẩn cho phép được tiến hành bằng cách điều chỉnh chiều dài và lực căng của dây neo bằng các ê cu tăng đơ.

Trong quá trình điều chỉnh không được tác dụng lực mạnh hoặc xung lực vào cột. Phải tính toán trước để bảo đảm cột không biến dạng sau khi điều chỉnh.

Khi đầu thừa dây néo bị cắt quá gần với khóa nêm (chiều dài ngắn hơn 100mm) phải khẩn trương có biện pháp chống tụt khóa nêm.

Các êcu tăng đơ phải vặn hết độ trôi, mỗi trục tăng đơ phải đủ hai êcu (có 1 êcu hãm), đầu thừa dây néo phải được quấn vào dây néo chính và được cố định bằng 2 ghíp.

Cáp thép của dây néo và các bộ phận bắt dây néo vào cột, các tăng đơ phải định kỳ bôi mỡ chống rỉ. Dây néo bằng thép tròn nếu không được mạ kẽm thì phải sơn và định kỳ phải được sơn lại.

*đ). Nội dung bảo dưỡng thang cáp, cầu cáp, thang leo outdoor*

Lập phương án bảo dưỡng.

Chuẩn bị dụng cụ, vật tư, vật liệu phụ.

Che chắn xung quanh thang cáp, cầu cáp, thang leo.

Bắc, dỡ giàn giáo.

Đảm bảo liên kết vào cột và nhà trạm chắc chắn;

Thang cáp đảm bảo độ thẳng bằng;

Kiểm tra trụ đỡ và cột chống thang cáp ngoài trời;

Kiểm tra các bu lông và ê cu bắt thang cáp với cột; thang cáp với nhà trạm.

Cột chống và thang cáp, thanh treo phải được sơn chống rỉ. Trước khi sơn phải dùng bàn chải sắt mịn để đánh sạch rỉ sét, sau khi sơn chống rỉ tiến hành sơn 1 lớp lót, 1 lớp phủ;

Xiết chặt và đầy đủ các bu lông, ê cu bắt thang cáp với cột; thang cáp với nhà trạm. Sau đó bôi mỡ YOC chống ô xy hoá vào đầu các bu lông, ê cu.

Vệ sinh, thu dọn hiện trường.

Lập hồ sơ kỹ thuật sau bảo dưỡng.

Các đề xuất, kiến nghị.

### **7.3. Bảo dưỡng hệ thống tiếp địa**

Việc kiểm tra hệ thống chống sét cần được thực hiện thường xuyên, ít nhất 1 năm 2 lần vào trước và cuối mỗi kỳ mưa bão, đồng sét (thời điểm tháng 4 đến cuối tháng 10 hàng năm).

Việc kiểm tra tu sửa định kỳ phải tiến hành trước mùa mưa bão hằng năm.

Kiểm tra và xiết lại các bu lông, làm sạch bản đồng tiếp đất.

Kiểm tra các dây tiếp đất phải có độ dự phòng co dãn 100mm và được uốn cong xuống phía dưới.

Kiểm tra các điểm đấu nối dây tiếp đất của hệ thống thu sét của cột tháp với hệ thống đất chung của trạm.

Đo kiểm tra điện trở tiếp đất của hệ thống tiếp đất.

*a) Bảo dưỡng hệ thống tiếp địa, chống sét trong trạm*

Kiểm tra và củng cố các mối nối tại các bảng đồng

- Kiểm tra các mối nối tại các bản đồng: đầu cốt bắt dây, ốc bắt bản đồng ....
- Ép lại các đầu cốt bắt dây bằng kìm bóp cốt và bọc bằng băng dính điện
- Xiết chặt các mối nối bị lỏng và thay thế bu-lông đồng bị gãy, chèn ren
- Làm sạch mặt tiếp xúc trước khi xiết chặt lại các bu-lông

Kiểm tra và củng cố lại các kết nối tại các điểm tiếp đất cho vỏ thiết bị

Kiểm tra các mối kết nối của dây tiếp đất từ bản đồng hoặc dây M50 đến các vỏ tủ RBS, tủ DC, Rack 19” ...v.v.

Ép lại các đầu cốt bắt dây bằng kìm bóp cốt và bọc bằng băng dính điện.

Xiết chặt các mối nối bị lỏng, có đủ long đen đậm và long đen vênh chống tự tháo.

Kiểm tra và củng cố lại các kết nối tiếp đất cho thiết bị chống sét và chống xung quá áp

Kiểm tra các mối kết từ bản đồng hoặc dây M50 đến các vị trí tiếp đất của các thiết bị thoát sét.

Bộ cắt sét đường nguồn AC, bộ cắt sét lõi feeder, bộ cắt sét cho lõi cáp trung tần vi ba, bộ chống quá áp trên tủ nguồn DC bộ chống quá áp cho dây cảnh báo ngoài. Xiết chặt các mối nối bị lỏng. Kiểm tra thiết bị chống sét feeder, chống sét truyền dẫn (trong trường hợp có yêu cầu trang bị).

Kiểm tra các chỉ thị cảnh báo lỗi thiết bị chống sét hoặc lỗi thiết bị chống quá áp qua các chỉ thị hoặc đèn cảnh báo Fail.

*b) Bảo dưỡng hệ thống tiếp đất cho cột tháp*

Kiểm tra định vị kim thu sét

- Siết chặt kẹp đồng 4 vít kết nối kim thu sét với dây thoát sét hoặc thân cột
- Định vị lại kim thu sét để đảm bảo độ chắc chắn và thẳng, thu sét tốt;

Kiểm tra các liên kết thoát sét

- Dùng kìm ép cốt ép lại các đầu cốt bị lỏng, hoặc thi công sai kỹ thuật
- Thay thế các bulong bị gãy, siết chặt các bu lông, ê cu, cố định cáp thoát sét vào bản đồng hoặc cáp tiếp đất.

- Kiểm tra tình trạng tiếp đất của cầu cáp với cột anten, kiểm tra các dây nháy tại các điểm nối cầu cáp.

- Kiểm tra các điểm tiếp đất của feeder đạt yêu cầu (ít nhất phải có 3 điểm trước khi vào trạm, trước khi đấu vào anten, trước khi rời cột).

- Dây thoát sét cần được liên kết với thân cột, nếu cần gia cố thêm các lạt thít để cố định cáp thoát sét vào thân cột.

- Các đầu cốt không được dùng búa đập mà phải dùng kìm ép đầu cốt

- Đảm bảo cho các dây thoát sét dây co được kẹp bằng khoá cáp và chôn dấu tới mốc co;

- Kiểm tra đầu nối đầu cột – dây dẫn thoát sét; kiểm tra các bảng đồng trên cột, đầu cột đầu nối dây dẫn với bảng đồng.

- Kiểm tra các mối nối giữa tổ đất bảo vệ và đất công tác đảm bảo tiếp xúc tốt (đánh sạch gỉ rồi hàn bằng hồ quang hoặc Axetylen và quét sơn chống gỉ).

- Định vị lại các bản đồng tiếp địa. Kiểm tra và xử lý rỉ sét trên dây thoát sét và kim thu lôi. Kiểm tra tình trạng kim thu lôi Franklin.

*c) Bảo dưỡng hệ thống tiếp địa phần liên kết với đất*

Dây tiếp địa phải chôn đúng thiết kế và được liên kết vào cột bằng bu lông, chỗ bắt bu lông phải được cạo sạch rỉ và không được sơn tại chỗ tiếp xúc. Phần ngầm của dây tiếp địa (bao gồm cả cọc tiếp địa) nằm trong đất phải nối bằng phương pháp hàn và không được sơn.

Đo điện trở hệ thống tiếp địa:

- Cắm que đo đúng kỹ thuật, đo và ghi lại giá trị điện trở tiếp đất
- Ép lại các đầu cột và kiểm tra các mối hàn:
- Dùng kìm ép cột ép lại các đầu cột bị lỏng hoặc thi công sai
- Phải dùng kìm chuyên dụng để ép đầu cột, không được phép dùng búa đập
- Kiểm tra, gia cố các liên kết thoát sét
- Kiểm tra đầu nối đầu cột của dây dẫn
- Thay thế bu lông, ê cu bị ô xy hoá, bị hỏng
- Hàn bổ sung cáp đồng trần C50 từ mặt bích chân cột xuống bãi tiếp địa nếu cần thiết.

- Kiểm tra lại chất lượng các mối hàn, kiểm tra e-cu vặn có chặt không.

- Làm sạch tiếp xúc trước khi xiết bu lông.

- Trong quá trình kiểm tra, 2 mối hàn giữa mặt bích chân cột anten với dây cáp thép xuống tổ tiếp đất nếu không đảm bảo yêu cầu thì tiến hành hàn lại.

Đo kiểm tra lại điện trở sau khi gia cường

- Thiết bị đo điện trở tiếp đất đã được kiểm định, (loại thường dùng KYORISU Nhật Bản – Model 4105A).

- Giá trị điện trở tiếp đất của hệ thống tại các vị trí kiểm tra: (có sơ đồ vị trí kèm theo )

+ Vị trí 1: .....Ohm

+ Vị trí 2: ..... Ohm

- Nếu  $R_{td} > 4\Omega$  thì làm kế hoạch sửa chữa để bổ sung thêm cọc tiếp đất cho tổ đất. Các cọc bổ xung bằng thanh L63x63x6 dài 2.5m và hàn nối với các đầu cọc với dây dẫn sét.

- Nếu vẫn không đạt, cần bổ xung hỗn hợp hóa chất nhằm giảm điện trở suất của đất có thành phần cơ bản như bột ô-xít sắt, nhôm, đồng, than gra-phit..

- Sau khi kết thúc quá trình bảo dưỡng, đối với tất cả các hệ thống tiếp địa ta phải

- Tiến hành việc đo trị số của hệ thống tiếp địa bằng đồng hồ đo điện trở đất ba dây
- Hoặc đồng hồ đo điện trở đất dạng kim. Trị số điện trở đất cần nhỏ hơn  $\leq 4 \Omega$
- Nếu đo điện trở đất đảm bảo  $\leq 4\Omega$ , thỏa mãn yêu cầu kỹ thuật => kết thúc quá trình bảo dưỡng tiếp địa.
- Trong trường hợp không đạt phải báo cáo với chủ đầu tư để có phương án thiết kế bổ xung.
- Ghi lại các tồn tại sau khi bảo dưỡng để báo cáo xin ý kiến của cấp quản lý cao hơn.

#### **7.4. Bảo dưỡng, vận hành hệ thống điện chiếu sáng và thiết bị**

**Bóng đèn chiếu sáng:** Chú ý đầu dây nóng vào công tắc, dây nguội vào bóng đèn để tránh hiện tượng chớp tắt ở hai đầu bóng đèn. Vệ sinh bộ đèn theo đúng định kỳ nhằm tránh bụi bám vào làm giảm độ sáng của bóng đèn, tránh côn trùng trú ẩn, làm đứt dây điện bên trong máng đèn gây chập mạch, lau chùi khô, tránh ẩm ướt.

**Công tắc điều khiển:** thường xuyên vệ sinh công tắc, kiểm tra các mối nối, tránh hở mối nối gây cháy, tránh côn trùng vào bên trong làm hư hỏng, chập điện.

**Automat điều khiển:** Các mối nối, bắt vít dây vào lỗ cần liên kết chắc chắn, tránh ẩm, nước vào gây hiện tượng rò rỉ điện. Vệ sinh automat, tránh côn trùng vào bên trong gây hư hỏng, gây chập điện.

**Ổ cắm điện:** Khi dùng các phích cắm để cắm vào ổ điện cần chú ý đến khoảng cách giữa hai tâm lỗ cắm của ổ cắm cố định và khoảng cách giữa 2 chân phích cắm phải tương xứng nhau, khi chân phích cắm không đồng bộ với ổ cắm, trong quá trình sử dụng sẽ tạo hồ quang, gây hiện tượng phát nhiệt làm nhựa sẽ chảy, gây ra cháy nổ. Cần vệ sinh, lau chùi ổ cắm, tránh côn trùng chui vào bên trong ổ cắm.

**Đồng hồ điện:** Bảo vệ đồng hồ tránh ẩm ướt, tránh tác động cơ học lên thiết bị. Tuổi thọ của đồng hồ khoảng 15 năm, sau thời gian này nên tiến hành thay thế mới để đảm bảo hiệu quả sử dụng, tránh tổn thất điện và an toàn điện.

**Hệ thống dây dẫn:**

+ Kiểm tra vỏ bọc dây dẫn, kiểm tra điện trở cách điện của dây, điện trở cách điện thấp (dễ gây rò rỉ điện), điện trở dây dẫn cao (làm cho dây dễ nóng, hao điện, có thể gây cháy nổ), các mối hàn, mối nối, các mặt tiếp xúc điện cần khít kín, chắc chắn.

+ Kiểm tra dây dẫn điện thường xuyên, xem có khả năng chịu tải được hay không. Có thể sử dụng bút thử điện để kiểm tra các thiết bị điện xem có bị rò rỉ điện.

+ Khi có bổ sung thiết bị, cần chú ý công suất của thiết bị phải phù hợp với đường dây, tránh tập trung làm quá tải đường dây.

+ Trước và trong mỗi mùa mưa, cần kiểm tra lại đường dây dẫn trong hộp gen, dây dẫn trên trần, xem có bị mối, mọt, côn trùng làm hỏng vỏ bảo vệ, gây rò rỉ, chập mạch điện, kiểm tra bằng mắt quan sát, kết hợp đo điện trở để kiểm tra.



## **7.5. Kiểm tra bảo dưỡng hệ thống đèn báo không**

Kiểm tra tình trạng hoạt động:

- Kiểm tra các chế độ bật, tắt bằng sensor.
- Kiểm tra tần số nhấp nháy và hệ thống điều khiển nhấp nháy và độ chắc chắn khi lắp đặt.
- Kiểm tra độ sáng của đèn bằng trực quan.
- Xử lý lỗi hoặc báo thay thế.
- Kiểm tra số lượng, chủng loại đèn, hệ thống dây.

Bảo dưỡng cơ:

- Siết chặt các bu lông, ê cu, cố định đèn báo không
- Kiểm tra bộ đèn báo cao (lưu ý an toàn, với các bộ đèn báo cao dùng nguồn điện AC 220V, trước khi tiến hành bảo dưỡng lên ngắt attomat cấp điện cho đèn báo độ cao), xiết chặt các bu lông, ê cu, cố định đèn báo không.

Bảo dưỡng điện:

- Gia cố thêm lạt thít để cố định dây nguồn của đèn báo không vào thân cột, kiểm tra vỏ bảo vệ của dây nguồn đèn báo không nếu bị nứt, vỡ thì phải đưa vào kế hoạch sửa chữa để thay thế,...
- Kiểm tra toàn bộ dây dẫn từ ổ cắm điện trong trạm lên đến các đèn báo độ cao trên toàn cột, tránh trường hợp điện nhiễm vào thân cột.
- Xử lý ngay các nguy cơ an toàn điện, đặc biệt là với hệ thống đèn 220VAC.

## **8. Sửa chữa kết cấu công trình**

### **8.1. Nguyên tắc chung**

Sửa chữa kết cấu được tiến hành dựa trên kết quả của khảo sát hư hỏng, tùy từng điều kiện cụ thể của các đơn vị để đưa ra phương án sửa chữa kết cấu phù hợp nhưng vẫn phải đảm bảo sự làm việc ổn định, an toàn cho công trình.

Trong phạm vi quy trình này đưa ra một số dạng hư hỏng kết cấu có tính chất nguy hiểm, ảnh hưởng đến chất lượng và vận hành công trình kèm theo các biện pháp sửa chữa

### **8.2. Các vấn đề liên quan đến sửa chữa phần kết cấu bê tông cốt thép**

#### *a) Nứt kết cấu.*

Giới hạn bề rộng khe nứt: Giới hạn bề rộng khe nứt trong kết cấu bê tông là một trong các chỉ số công năng quan trọng để đánh giá khả năng sử dụng bình thường của kết cấu. Giới hạn bề rộng khe nứt được quy định trong tiêu chuẩn kết cấu bê tông cốt thép hiện hành TCVN 5574:2012, tùy thuộc vào điều kiện làm việc của kết cấu.

Khảo sát về nứt cần làm sáng tỏ những vấn đề sau:

- + Vị trí và đặc trưng phân bố của các vết nứt.
- + Phương và hình dạng vết nứt.

- + Kích thước vết nứt (bề rộng, chiều sâu và độ dài).
- + Thời điểm xuất hiện vết nứt.
- + Sự phát triển của vết nứt theo thời gian.
- + Các đặc trưng khác như bê tông bị bong rộp, bị ép vỡ ...

Việc khảo sát nứt có thể phải tiến hành trong thời gian tương đối lâu, theo chu kỳ để xác định xem hiện tượng nứt của kết cấu đã ổn định hay còn đang phát triển.

Đặc trưng và cơ chế hình thành vết nứt do tải trọng:

+ Vị trí và đặc trưng phân bố vết nứt: Các vết nứt thường xuất hiện ở các vùng dự đoán có ứng suất kéo lớn nhất trong kết cấu.

+ Hình dạng vết nứt: Vết nứt do kéo gây ra thường vuông góc với ứng suất (hình dạng phía dưới rộng, phía trên hẹp hơn). Vết nứt do lực nén gây ra thường song song với chiều của lực nén (hình dạng của vết nứt thường là hai đầu nhỏ, ở giữa rộng). Vết nứt do mô men xoắn gây ra có hình xoắn ốc xiên, bề rộng của khe nứt thường không thay đổi lớn. Vết nứt do xung lực (lực va đập) thường phát triển xiên  $45^0$  với chiều của xung lực. Các vết nứt do lún nền móng thường xuất hiện tập trung ở khu vực có độ cong tương đối lớn của đường cong lún, phương của vết nứt vuông góc với chiều của ứng suất kéo chính do biến dạng nền sinh ra.

+ Kích thước của vết nứt: vết nứt xuất hiện trong giai đoạn sử dụng bình thường của kết cấu nói chung bề rộng khe nứt không lớn. Bề rộng khe nứt giảm dần từ mặt ngoài kết cấu vào bên trong (chiều sâu) của bê tông. Khi kết cấu vượt tải trọng hoặc đạt tới trạng thái giới hạn thì bề rộng khe nứt thường tương đối lớn, vượt quá giới hạn quy định trong TCVN 5574:2012.

+ Thời điểm xuất hiện vết nứt: Vết nứt thường xuất hiện khi tải trọng đột ngột tăng lên, ví dụ: khi tháo dỡ cốt pha, lắp đặt thiết bị. Thời điểm xuất hiện vết nứt không nhất thiết là thời điểm sinh ra nứt.

+ Sự phát triển vết nứt: Vết nứt thường phát triển theo sự gia tăng của tải trọng và thời gian tác động kéo dài của tải trọng hoặc là sự gia tăng độ lún.

#### *b) Biến dạng kết cấu*

Biến dạng của kết cấu bao gồm biến dạng võng, xoay, trượt khỏi vị trí ban đầu.

#### *c) Xử lý*

Để xử lý cần thực hiện các công việc gồm: khảo sát hiện trạng kết cấu; nghiên cứu hồ sơ thiết kế; khảo sát tình hình thi công để đưa ra biện pháp thi công phù hợp

- *Khảo sát hiện trạng kết cấu:*

Việc khảo sát hiện trạng kết cấu bao gồm:

- + Kích thước, bố trí thực tế của các kết cấu.
- + Cấu tạo thực tế của các liên kết.
- + Chiều dày lớp bê tông bảo vệ.
- + Vị trí, khoảng cách các cốt thép chịu lực tại một số vị trí cần khảo sát.

+ Xác định cường độ thực tế của bê tông và của cốt thép trong kết cấu.

- *Nghiên cứu và kiểm tra hồ sơ thiết kế*

Mục đích của công tác này nhằm xác định hay loại trừ nguyên nhân gây hư hỏng do thiết kế, hiểu rõ sơ đồ chịu lực kết cấu để lựa chọn và quyết định biện pháp sửa chữa gia cường sau này. Các nội dung bao gồm:

+ Kiểm tra các bản vẽ thiết kế dùng để thi công và bản vẽ hoàn công công trình.

+ Kiểm tra tính hợp lý về tổng thể và cấu tạo của giải pháp thiết kế.

+ Kiểm tra sơ đồ, kết quả tính toán kết cấu.

- *Khảo sát tình hình thi công*

Trong quá trình khảo sát thì tình hình, phương pháp và trình tự thi công đã sử dụng được nghiên cứu kỹ để phát hiện những sai sót do thi công và các lỗi khác. Công việc khảo sát gồm có:

+ Phương pháp thi công.

+ Sự chấp hành các yêu cầu, trình tự và tiến độ thi công được quy định trong hồ sơ thiết kế và các quy phạm thi công khác, sự gián đoạn/chậm trễ trong thi công.

+ Nghiên cứu, kiểm tra các biên bản kiểm tra chất lượng và chứng chỉ thí nghiệm của vật liệu, của bê tông, của cốt thép.

- *Khảo sát tải trọng và tác động*

Khảo sát, điều tra tất cả các loại tải trọng và tác động có thể có tác dụng lên kết cấu trong suốt thời gian thi công và sử dụng công trình.

- *Các nguyên nhân gây nứt và hư hỏng kết cấu có thể là:*

+ Sai sót trong thiết kế:

➤ Mặt cắt tiết diện kết cấu/cấu kiện quá nhỏ, không khống chế được yêu cầu về võng, nứt hay ổn định.

➤ Diện tích cốt thép chịu kéo nhỏ, bỏ qua hay xem nhẹ yêu cầu chống nứt.

➤ Diện tích mặt cắt bê tông bé, nhưng bố trí nhiều cốt thép làm cho vùng chịu nén bị nứt vỡ khi chịu tải trọng cực hạn.

➤ Bỏ qua hay không xét đến một số trường hợp tải trọng có khả năng xuất hiện trong quá trình sử dụng công trình.

➤ Xem nhẹ các giải pháp cấu tạo quy định trong các tiêu chuẩn thuộc lĩnh vực bê tông cốt thép.

+ Quá trình thi công không tốt:

➤ Chất lượng vật liệu không đảm bảo, cấp phối bê tông không đạt yêu cầu.

➤ Ván khuôn bị biến dạng, cây chống ván khuôn bị lún dẫn đến kết cấu bị võng, lún trước khi chịu tải.

- Trình tự đổ bê tông không tốt, tốc độ đổ bê tông quá nhanh, không xem xét đến điều kiện thời tiết khi thi công, xuất hiện khe nứt trong khi thi công nhưng không xử lý, bảo dưỡng kém.
- Lớp bảo vệ cốt thép quá lớn hoặc quá nhỏ.
- Kết cấu bị chịu tải quá sớm
- Sai sót trong bố trí cốt thép.
- Bê tông không đạt cường độ quy định
- Và các nguyên nhân khác.

+ Công trình lún không đều.

+ Tải trọng, tác động vượt quá mức dự tính.

- Các phương pháp kỹ thuật sửa chữa, gia cường.

*Phương pháp sửa chữa, gia cường kết cấu bê tông cốt thép có thể là:*

+ Đối với các vết nứt đã ổn định:

- Sửa chữa bề mặt: Phương pháp thường dùng là: chống đỡ, đục mở rộng vết nứt rồi trát phẳng, sơn chất kết dính epoxy, phun vữa xi măng hoặc bê tông đá nhỏ, tăng tính toàn khối của lớp mặt, néo vết nứt bằng bu lông thép.
- Sửa chữa cục bộ: Thường dùng là phương pháp chống đỡ, đục bỏ một phần bê tông, đắp đổ lại phần đã đục.
- Phun áp lực vữa xi măng: Là phương pháp phù hợp với các vết nứt ổn định có bề rộng khe nứt lớn hơn 0.3mm.

+ Giảm tải cho kết cấu, nếu cho phép.

+ Tăng cường kết cấu: Các phương pháp thường dùng là:

- Tăng tiết diện kết cấu.
- Kỹ thuật bọc ngoài bằng bê tông.
- Kỹ thuật bọc ngoài bằng thép hình.
- Kỹ thuật gia cường dán bản thép hoặc bản composite.
- Gia cường bằng phương pháp ứng lực trước căng sau bên ngoài: Bổ sung các ứng lực tác dụng ngược lại với tác động của ngoại lực nhằm tăng khả năng chịu lực.

+ Các phương pháp khác: Tháo dỡ làm lại, cải thiện điều kiện sử dụng công trình (ngăn ngừa tích nước...)

+ Phương pháp sửa chữa do lún nền móng được trình bày ở mục dưới.

### 8.3. Sửa chữa kết cấu hư hỏng do lún nền móng

#### a) Nhận định cơ chế xuống cấp do nguyên nhân nền móng

TT	Nguyên nhân hư hỏng	Kết quả khảo sát	Cơ chế
1	Đất nền không đủ khả năng chịu tải	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ lún lớn</li> <li>- Tốc độ lún cao và không có dấu hiệu giảm dần</li> <li>- Trôi, trượt móng khỏi vị trí ban đầu do áp lực đất không đủ</li> </ul>	Phá hoại của đất
2	Kết cấu móng không đủ khả năng chịu tải	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ lún lớn</li> <li>- Tốc độ lún cao và không có dấu hiệu giảm dần</li> <li>- Nứt gãy ở kết cấu móng tại các vị trí xung yếu</li> </ul>	Phá hoại của móng
3	Độ lún tuyệt đối lớn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tầng đất yếu có bề dày lớn</li> <li>- Độ lún lớn</li> <li>- Tốc độ lún giảm dần theo thời gian</li> </ul>	Lún cổ kết
4	Độ lún lệch lớn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tầng đất yếu có bề dày biến đổi mạnh</li> <li>- Chênh lệch lớn của tải trọng công trình</li> <li>- Các vết nứt xiên trên kết cấu</li> </ul>	Lún lệch
5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ lún và các vết nứt trên kết cấu tăng sau khi công trình đã được sử dụng ổn định một thời gian khá dài</li> <li>- Bề dày tầng đất yếu khá lớn</li> <li>- Không có hoạt động xây dựng mới ở khu vực lân cận</li> <li>- Công trình nằm gần khu vực khai thác nước ngầm</li> </ul>	Hạ mực nước ngầm
6		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Độ lún và các vết nứt trên kết cấu tăng sau khi công trình đã được sử dụng ổn định một thời gian khá dài</li> <li>- Có hoạt động xây dựng mới ở khu vực lân cận (hố đào, nền đắp, công trình mới...)</li> </ul>	Lún ảnh hưởng

*b) Một số biện pháp khắc phục xuống cấp do nguyên nhân lún nền móng*

<b>TT</b>	<b>Cơ chế xuống cấp</b>	<b>Biện pháp khắc phục</b>	<b>Ghi chú</b>
1	Đất nền không đủ khả năng chịu tải	- Gia cố nông (mở rộng móng, giằng liên kết các móng)	Đất nền tương đối tốt
		- Gia cố sâu (móng cọc)	Đất yếu
2	Kết cấu móng không đủ khả năng chịu tải	- Sửa chữa kết cấu móng	
3	Độ lún tuyệt đối lớn	- Gia cố sâu (có thể kết hợp giảm tải)	
4	Độ lún lệch lớn	- Gia cố sâu (có thể kết hợp với gia cường kết cấu và giảm tải)	Có thể nghiên cứu biện pháp cắt, tách kết cấu
5	Hạ mực nước ngầm	- Gia cố sâu (móng cọc)	
6	Lún ảnh hưởng	- Gia cố sâu (có thể kết hợp với gia cường kết cấu) - Cừ ngăn lún	

#### **8.4. Sửa chữa kết cấu hư hỏng do tác động của môi trường vùng biển**

Các dạng hư hỏng được đề cập ở đây chủ yếu là ăn mòn cốt thép, cấu kiện thép dẫn đến nứt, vỡ bê tông và ăn mòn bê tông.

*a) Khảo sát và phân cấp hư hỏng kết cấu*

Khảo sát sơ bộ nhằm xác định được các vấn đề:

- Dấu hiệu ăn mòn bê tông.
- Dấu hiệu ăn mòn cốt thép, biểu hiện là các vết rỉ vàng thẫm ra mặt ngoài bê tông, vết nứt dọc cốt thép hoặc bê tông bảo vệ bị bong rộp để lộ cốt thép đã bị rỉ.
- Các dấu hiệu hư hỏng kết cấu khác gồm có:
  - + Các dạng nứt kết cấu khác (ngoài nứt lớp bê tông bảo vệ do rỉ cốt thép)
  - + Biến dạng kết cấu như: võng, nghiêng, lệch
  - + Gãy, sụp đổ kết cấu
- Căn cứ kết quả khảo sát sơ bộ, xem xét có mức độ cần thiết phải khảo sát chi tiết:
  - + Kiểm tra tính chất cơ lý của bê tông
  - + Kiểm tra tình trạng ăn mòn cốt thép
  - + Kiểm tra hàm lượng và chiều sâu thâm nhập các tác nhân gây ăn mòn bê tông, cốt thép.

## *b) Sửa chữa và gia cường kết cấu*

Bảo vệ dự phòng:

- Sửa chữa trám bịt vết nứt:

+ Trám bịt vết nứt bằng vữa xi măng: Áp dụng cho các vết nứt trên bề mặt nông, ổn định. Nếu vết nứt phát sinh do rỉ cốt thép thì phải đục mở vết nứt sâu đến phía sau cốt thép, làm sạch cốt thép xong tiến hành trám bịt vết nứt bằng xi măng polyme hoặc vữa xi măng không co ngót.

+ Bơm keo epoxy độ nhớt thấp: Áp dụng cho các vết nứt sâu, ổn định.

- Bảo vệ mặt ngoài kết cấu: là tạo các lớp màng ngăn cách hạn chế hay ngăn cản sự thâm thấu các tác nhân xâm thực vào bê tông nhằm làm chậm lại quá trình tích tụ điều kiện gây rỉ. Trong trường hợp trên bề mặt kết cấu có vết nứt thì trước hết cần sửa chữa, trám bịt vết nứt, sau đó mới tiến hành tạo các lớp màng bảo vệ mặt ngoài:

+ Sơn phủ bề mặt: Có thể dùng sơn bitum, bitum cao su, sơn xi măng – polyme có tính năng chống thấm.

+ Vữa trát chống thấm.

+ Bê tông phun khô.

+ Bọc bê tông chống thấm.

Sửa chữa kết cấu: Quy trình sửa chữa phục hồi tiết diện được thực hiện như sau:

- Chống đỡ kết cấu: Tiến hành chống đỡ, giải phóng hoàn toàn hoặc một phần kết cấu cần sửa chữa khỏi trạng thái chịu lực.

- Đục tẩy bê tông: yêu cầu đục tẩy hoàn toàn phần bê tông đã bị ăn mòn, bong lở và phần bê tông bị nhiễm ion Clorua. Thông thường cần đục sâu sau cốt thép 20 – 30 mm.

- Tẩy rỉ cốt thép.

- Tạo bám dính giữa bê tông mới với bê tông cũ:

- Đục nhám bề mặt bê tông cũ, rửa sạch bề mặt bằng nước, để ráo nước.
- Quét lớp hồ xi măng sệt lên bề mặt bê tông cũ
- Việc phun, trát hoặc đổ bê tông lên bề mặt bê tông cũ cần được thực hiện khi lớp tạo dính còn chưa khô.

- Các giải pháp thi công và vật liệu sửa chữa: Có nhiều dạng công nghệ và vật liệu được dùng để sửa chữa phục hồi tiết diện kết cấu. Tùy trường hợp cụ thể mà lựa chọn các giải pháp sau:

- Đổ bê tông không co: Áp dụng thích hợp cho trường hợp đổ vữa bề mặt trên của kết cấu.
- Đổ bê tông tự đầm, vữa tự chảy không co: áp dụng cho sửa chữa cục bộ. Phun bê tông khô: Áp dụng cho trường hợp sửa chữa hư hỏng trên diện rộng, bề mặt kết cấu phẳng, ít góc cạnh.

- Trám vá vữa sửa chữa: áp dụng cho các trường hợp sửa chữa nhỏ, cục bộ. Vữa sửa chữa là vữa xi măng không co ngót, không chảy xệ.
- Bê tông, vữa sửa chữa phải có mác cao hơn bê tông cũ.

- Gia cường kết cấu: Trong trường hợp kết cấu bị hư hỏng quá nặng cho dù sửa chữa phục hồi lại tiết diện ban đầu cũng không đủ khả năng chịu lực thì cần phải gia cường nâng cao khả năng chịu lực của kết cấu. Một số giải pháp gia cường thông thường:

- Tăng cường cho cốt thép bị hư hỏng cục bộ, không tăng tiết diện kết cấu.
- Tăng tiết diện kết cấu bằng phương pháp ốp thép hình, thép tròn.
- Gia cường bằng dán bản thép.
- Gia cường bằng biện pháp dùng kết cấu hỗ trợ hoặc thay thế.

- Sau khi sửa chữa, gia cường thì nên áp dụng biện pháp bảo vệ mặt ngoài kết cấu.

### **8.5. Các vấn đề liên quan đến sửa chữa phần thân cột tháp**

#### *a) Các dạng hư hỏng thân cột:*

- Nghiêng.
- Cong.
- Vênh.
- Vặn xoắn.
- Không thẳng.
- Hư, rỉ, ăn mòn.
- Mất ê cu, bu lông.
- Dây co trùng (đối với cột anten dây co).
- Dây co bị đứt.

#### *b) Nguyên nhân:*

Các hư hỏng phần thân cột chủ yếu do:

- Tải trọng tác động lớn hơn tải trọng thiết kế
- Liên kết bu lông nối các chi tiết bị lơ lửng; bu lông bị rỉ sét, đứt, gãy.
- Hệ thống dây co trùng, lắp nhầm vị trí, phụ kiện tăng đơ, maníp, ốc xiết cáp lỏng lẻo.

- Ăn mòn kết cấu thép do điều kiện tự nhiên, đặc biệt là xâm thực của môi trường vùng biển.

#### *c) Biện pháp phòng tránh*

- Có chế độ kiểm tra các chi tiết liên kết, đảm bảo chặt, chắc chắn, căng.
- Siết bu lông chặt đúng yêu cầu. Lực siết bu lông được quy định theo trong phụ lục 02.



- Lắp dựng, căng chỉnh cột anten dây co, siết khóa cáp đúng quy trình (phụ lục 03, 04).

- Kiểm soát chặt chẽ quy trình mạ những kềm nóng, đảm bảo diện tích, chiều dày theo đúng yêu cầu (đặc biệt coi trọng phần bên trong của thép ống).

- Các khu vực chịu tác động xâm thực của môi trường biển cần sơn phủ thân cột bằng các loại sơn epoxy giàu kẽm. Các khu vực âm thấp, có khả năng ngập lụt, phần chân cột anten cần được quét phủ sơn bitum.

- Thực hiện công tác bảo trì đúng quy định.

*d) Biện pháp sửa chữa:*

- Cột tháp có dây neo:

+ Trường hợp nghiêng, vặn, xoắn: Căng chỉnh hệ thống dây neo theo đúng quy trình. Nếu không đáp ứng yêu cầu, phải tháo các chốt cột xuống đến chốt bắt đầu bị nghiêng, vặn xoắn để kiểm tra, xử lý, sau đó lắp dựng lại.

+ Đối với trường hợp cong, vênh: Kiểm tra, xiết lại toàn bộ hệ thống bu lông, căng chỉnh hệ thống dây co theo đúng quy trình. Nếu không đáp ứng yêu cầu, phải tháo các chốt cột đến chi tiết gây cong vênh, xử lý và lắp dựng lại.

+ Trường hợp han, rỉ: Làm sạch khu vực han, rỉ và sơn lại theo đúng quy trình làm sạch han rỉ và sơn (phụ lục 06).

+ Trường hợp ăn mòn: Nếu ở mức độ cho phép, có thể sử dụng các bản tấp để gia cường, trường hợp vượt mức cho phép phải tiến hành thay thế.

+ Trường hợp bu lông bị han, rỉ, đứt, gãy, hỏng ren, ê cu không đủ số lượng và chiều cao: Tiến hành thay thế.

+ Trường hợp dây neo trùng: Cắn, căng chỉnh lại theo đúng quy trình.

+ Trường hợp dây neo bị đứt: Thay thế dây đúng quy định.

- Cột tháp tự đứng

+ Trường hợp cột nghiêng, vặn, xoắn, cong, vênh: Kiểm tra, xiết lại toàn bộ hệ thống bu lông. Nếu không đáp ứng yêu cầu phải tháo các chốt cột xuống đến chốt bắt đầu bị nghiêng, vặn, xoắn, cong, vênh để kiểm tra, xử lý, sau đó lắp dựng lại.

+ Trường hợp bị han, rỉ: Làm sạch vùng bị han, rỉ và sơn lại theo đúng quy trình (quy định ở phụ lục 06).

+ Trường hợp bị ăn mòn: Nếu ở mức độ cho phép, có thể sử dụng các bản tấp để gia cường, trường hợp vượt mức cho phép phải tiến hành thay thế.

## **8.6. Sửa chữa phần hệ thống tiếp đất**

- Khi các bộ phận dây, cọc bị mòn, rỉ, chỉ còn 70% tiết diện ban đầu thì phải tiến hành thay thế.

- Nếu trị số điện trở nối đất tăng quá 20% trị số đã đo được lúc ban đầu, phải kéo dài dây dẫn, đóng bổ sung thêm cọc tiếp đất và bổ sung hoá chất vào “hố thế” để giảm điện trở tiếp đất.

### **8.7. Sửa chữa phần hệ thống cầu cáp, thang cáp, thang leo**

- Trường hợp han, rỉ: Làm sạch vùng bị han, rỉ và sơn lại theo đúng quy trình (quy định ở phụ lục 06).
- Trường hợp ăn mòn: Nếu ở mức cho phép, có thể sử dụng các bản tấp để gia cường, trường hợp vượt mức cho phép phải tiến hành thay thế.
- Trường hợp bu lông bị han, rỉ, đứt, gãy, chèn ren: Tiến hành thay thế.
- Trường hợp yếu, võng, quá rung: Tiến hành gia cố bằng bản tấp, bổ sung thêm trụ đỡ.
- Trường hợp bị gãy, sập: Tiến hành thay thế phần gãy, sập.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### I. Tiếng Việt

1. Luật Xây dựng số 50/2014/QH13 ngày 18 tháng 6 năm 2014.
2. Nghị định số 46/2015/NĐ-CP ngày 12 tháng 5 năm 2015 của Chính phủ về Quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
3. Thông tư số 26/2016/TT-BXD ngày 26/10/2016 của Bộ Xây dựng quy định chi tiết một số nội dung về quản lý chất lượng và bảo trì công trình xây dựng.
4. Thông tư số 11/2012/TT-BXD ngày 25/12/2012 của Bộ Xây dựng hướng dẫn lập và quản lý chi phí bảo trì công trình xây dựng.
5. Thông tư số 29/2014/TT-BTTTT ngày 31/12/2014 của Bộ Thông tin và Truyền thông Ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật bảo trì thiết bị tần số vô tuyến điện.
6. QCVN 9: 2010/BTTTT “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về việc tiếp đất cho các trạm viễn thông”.
7. “Quy trình duy tu bảo dưỡng mạng Việt Nam Mobifone”
8. “Quy trình bảo dưỡng BTS”, Tập đoàn Bưu chính Viễn thông
9. “Quy trình bảo dưỡng” Công ty công trình Viettel, 2010.
10. “Quy trình kiểm tra bảo dưỡng cột Anten”, Công ty cổ phần tư vấn thiết kế bưu chính viễn thông. 2015.
11. “Quy trình bảo dưỡng sửa chữa, ứng cứu hạ tầng thiết bị mạng viễn thông” Mobile
12. “Quyết định về việc ban hành định mức trong ĐTXD”, Tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam, 2013. Số: 06/QĐ – VNPT – HĐTV - KH
13. “Quyết định về việc phê duyệt và ban hành quy định về chuẩn hóa thiết kế và Tổng chi ban đầu xây dựng cơ sở hạ tầng Mạng lưới thông tin di động”, Tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam, Công ty thông tin di động, 2014. Số 830/QĐ – VMS – ĐTXD
14. “Quyết định về việc ban hành định mức kinh tế - kỹ thuật”, Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam, 2008. Số: 84/QĐ – KHĐM – HĐQT
15. “Quyết định về việc ban hành Quy trình Quản lý vận hành và sửa chữa đường dây trên không điện áp 220 kV, 500kV”, Tập đoàn điện lực Việt Nam – Tổng công ty truyền tải quốc gia. Số: 1712 / QĐ – EVNNPT. 2013
16. “Cẩm nang hướng dẫn xây lắp bảo dưỡng trạm BTS của mạng Viettel”
17. “Yêu cầu kỹ thuật về cơ sở hạ tầng trạm thu phát gốc mạng thông tin di động (BTS/NODEB)”, Tập đoàn bưu chính viễn thông Việt Nam
18. “Hướng dẫn sử dụng máy đo độ căng của cáp”
19. “Hướng Dẫn cài đặt tham số máy đo lực căng cáp thép dây co cột Anten!”. Công ty Công trình Viettel.
20. “Hướng Dẫn Lắp Đặt Khoá Cáp và Lực căng của dây cáp thép!”. Công ty Công trình Viettel.

## II. Tiếng anh

21. “[GUYED TOWER INSPECTION and MAINTENANCE](#)”. Electronics Research, Inc.

Dịch “Kiểm tra và bảo trì tháp có dây co”

22. “[SELF SUPPORTING TOWER INSPECTION and MAINTENANCE](#)”. Electronics Research, Inc.

Dịch “Kiểm tra và bảo trì tháp tự đứng”.

23. “[ANNEX E: TOWER MAINTENANCE AND INSPECTION PROCEDURES](#)”

Dịch “PHỤ LỤC E: BẢO TRÌ THÁP VÀ TRÌNH TỰ KIỂM TRA”

24. “[Structural Standard for Antenna Supporting Structures and Antennas – Addendum2](#)” TIA STANDARD TIA -222-G-2

25. “[Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures](#)” TIA/EIA STANDARD, TIA/EIA – 222 – F

26. “[Tower test procedures the Torque Test and Paint Test](#)”. HTC/NORTEL CDMA 2000 – 1X PROJECT.

## PHỤ LỤC

### Phụ lục 2.1 Các biểu mẫu

Biểu mẫu 1

#### CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

....., ngày ..... tháng ..... năm .....

#### HỒ SƠ KẾT QUẢ KIỂM TRA BAN ĐẦU/ ĐỊNH KỲ/ BẤT THƯỜNG/ CHI TIẾT CƠ SỞ HẠ TẦNG TRẠM ANTEN

(Trạm cột tháp có dây neo)

1. Tên trạm:
2. Địa chỉ:
3. Thành phần kiểm tra:
4. Nội dung kiểm tra:

Stt	Hạng mục kiểm tra	Nội dung kiểm tra	So với thiết kế	Tình trạng	Ghi chú
1	Hồ sơ thiết kế				
2	Hồ sơ hoàn công				
3	Hồ sơ thi công				
4	Móng cột				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Bu lông neo			
5	Móng neo				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Số lượng			
		Bu lông neo			
6	Thân cột tháp				
		Chiều cao toàn cột			

		Số lượng anten			
		Quy cách: chảo đặc/chảo thừa/hệ thanh			
		Độ cao treo an ten			
		Hình dáng (thẳng, nghiêng, vắn, xoắn...)			
		Hệ thống chống xoay			
		Sơn			
		Han, rỉ, ăn mòn			
		Bu lông			
		Mỡ chống rỉ			
7	Dây neo				
		Vị trí			
		Số tầng			
		Độ căng			
		Han, rỉ			
		Mỡ chống rỉ			
8	Phụ kiện dây neo				
		Tăng đơ			
		Khóa cáp			
		Maní			
		Đệm cáp			
		Mỡ chống rỉ			
9	Thang cáp, cầu cáp				
		Vị trí			
		Sơn			
		Han, rỉ			
		Độ chắc chắn			
10	Tiếp đất, chống sét				
		Điện trở đất tại bề tổ đất			

		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng trong			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng ngoài			
		Điện trở tiếp đất tại các bảng đồng tiếp đất điểm uốn feeder			
		Kim thu sét			
		Hệ thống dây liên kết			
		Hệ thống mối nối, mối hàn			
11	Hệ thống điện				
		Điện áp			
		Dòng điện			
		Hệ thống cấp nguồn ngoài trạm			
		Hệ thống cấp nguồn trong trạm			
		Hệ thống đèn báo không			
		Tủ điện tổng			
		Tủ điện phân phối			
		Cầu dao đảo			
		Automat điều khiển			
		Công tắc			
		Ổ cắm			
		Đồng hồ điện			

(Nội dung kiểm tra trên là tổng thể một trạm, thực tế có thể là toàn bộ công trình, hạng mục công trình, cấu kiện phù hợp với yêu cầu kiểm tra)

(Trường hợp có sự bất thường, cần bổ sung lưu trữ thông tin bằng hình ảnh)

#### 5. Đề xuất, kiến nghị:

Thành phần tham gia kiểm tra ký tên xác nhận:

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

....., ngày ..... tháng ..... năm .....

**HỒ SƠ KẾT QUẢ KIỂM TRA BAN ĐẦU/ ĐỊNH KỲ/ BẤT THƯỜNG/ CHI TIẾT CƠ SỞ HẠ TẦNG TRẠM ANTEN**

(Trạm cột tháp tự đứng)

1. Tên trạm:
2. Địa chỉ:
3. Thành phần kiểm tra:
4. Nội dung kiểm tra:

Stt	Hạng mục kiểm tra	Nội dung kiểm tra	Số với thiết kế	Tình trạng	Ghi chú
1	Hồ sơ thiết kế				
2	Hồ sơ hoàn công				
3	Hồ sơ thi công				
4	Móng cột				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Bu lông neo			
5	Thân cột tháp				
		Độ cao toàn cột			
		Số lượng anten			
		Độ cao treo an ten			
		Quy cách: chảo đặc/chảo thừa/hệ thanh			
		Hình dáng (thẳng, nghiêng, vắn, xoắn...)			
		Sơn			
		Hạn, rỉ, ăn mòn			
		Bu lông			
		Mỡ chống rỉ			



6	Thang cáp, cầu cáp				
		Vị trí			
		Son			
		Han, rỉ			
		Độ chắc chắn			
7	Tiếp đất, chống sét				
		Điện trở đất tại bề tổ đất			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng trong			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng ngoài			
		Điện trở tiếp đất tại các bảng đồng tiếp đất điểm uôn feeder			
		Kim thu sét			
		Hệ thống dây liên kết			
		Hệ thống mối nối, mối hàn			
9	Hệ thống điện				
		Điện áp			
		Dòng điện			
		Hệ thống cáp nguồn			
		Hệ thống cáp trong			
		Hệ thống đèn báo			
		Tủ điện tổng			
		Tủ điện phân phối			
		Cầu dao đảo			
		Automat điều khiển			
		Công tắc			
		Ổ cắm			
		Đồng hồ điện			

(Nội dung kiểm tra trên là tổng thể một trạm, thực tế có thể là toàn bộ công trình, hạng mục công trình, cấu kiện phù hợp với yêu cầu kiểm tra)

(Trường hợp có sự bất thường, cần bổ sung lưu trữ thông tin bằng hình ảnh)

5. Đề xuất, kiến nghị:

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

....., ngày ..... tháng ..... năm .....

**KẾT QUẢ KIỂM TRA THƯỜNG XUYÊN CƠ SỞ HẠ TẦNG TRẠM****ANTEN**

(Trạm cột tháp có dây neo)

1. Tên trạm:
2. Địa chỉ:
3. Thành phần kiểm tra: Nhân viên quản lý trạm
4. Nội dung kiểm tra:

Stt	Hạng mục kiểm tra	Nội dung kiểm tra	So với thiết kế	Tình trạng	Ghi chú
1	Móng cột				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Bu lông neo			
2	Móng neo				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Số lượng			
		Bu lông neo			
3	Thân cột anten				
		Độ cao toàn cột			
		Hình dáng (thẳng, nghiêng, vắn, xoắn...)			
		Hệ thống chống xoay			
		Sơn			
		Hàn, rỉ, ăn mòn			
		Bu lông			
		Mỡ chống rỉ			

4	Dây co				
		Vị trí			
		Số tầng			
		Độ căng			
		Han, rỉ			
		Mỡ chống rỉ			
5	Phụ kiện dây co				
		Tăng đơ			
		Khóa cáp			
		Maní			
		Đệm cáp			
		Mỡ chống rỉ			
6	Thang cáp, cầu cáp				
		Vị trí			
		Sơn			
		Han, rỉ			
		Độ chắc chắn			
7	Tiếp đất, chống sét				
		Điện trở đất tại bề tổ đất			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng trong			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng ngoài			
		Điện trở tiếp đất tại các bảng đồng tiếp đất điểm uốn feeder			
		Kim thu sét			
		Hệ thống dây liên kết			
		Hệ thống mối nối, mối hàn			
8	Hệ thống điện				
		Điện áp			

		Dòng điện			
		Hệ thống cấp nguồn ngoài trạm			
		Hệ thống cấp nguồn trong trạm			
		Tủ điện tổng			
		Tủ điện phân phối			
		Cầu dao đảo			
		Automat điều khiển			
		Công tắc			
		Ổ cắm			
		Đồng hồ điện			

(Trường hợp có sự bất thường, cần bổ sung lưu trữ thông tin bằng hình ảnh)

5. Đề xuất, kiến nghị:

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

....., ngày ..... tháng ..... năm .....

**KẾT QUẢ KIỂM TRA THƯỜNG XUYÊN CƠ SỞ HẠ TẦNG TRẠM  
ANTEN**

(Trạm cột tháp tự đứng)

1. Tên trạm:
2. Địa chỉ:
3. Thành phần kiểm tra: Nhân viên quản lý trạm
4. Nội dung kiểm tra:

Stt	Hạng mục kiểm tra	Nội dung kiểm tra	Số với thiết kế	Tình trạng	Ghi chú
1	Móng cột				
		Kích thước			
		Chất lượng bê tông			
		Hình dáng			
		Vị trí			
		Bu lông neo			
2	Thân cột anten				
		Độ cao			
		Hình dáng (thẳng, nghiêng, vắn, xoắn...)			
		Sơn			
		Hạn, rỉ, ăn mòn			
		Bu lông			
		Mỡ chống rỉ			
3	Vỏ trạm				
		Phần móng			
		Tường			
		Sàn nhà			
		Trần nhà			
		Mái			
		Cửa chính, cửa sổ			
		Khóa			
		Thoát nước mái			

4	Thang cáp, cầu cáp				
		Vị trí			
		Son			
		Han, rỉ			
		Độ chắc chắn			
5	Tiếp đất, chống sét				
		Điện trở đất tại bề tổ đất			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng trong			
		Điện trở tiếp đất tại bảng đồng ngoài			
		Điện trở tiếp đất tại các bảng đồng tiếp đất điểm uốn feeder			
		Kim thu sét			
		Hệ thống dây liên kết			
		Hệ thống mối nối, mối hàn			
6	Hệ thống điện				
		Điện áp			
		Dòng điện			
		Hệ thống cáp nguồn ngoài trạm			
		Hệ thống cáp nguồn trong trạm			
		Tủ điện tổng			
		Tủ điện phân phối			
		Cầu dao đảo			
		Automat điều khiển			
		Công tắc			
		Ổ cắm			
		Đồng hồ điện			

(Trường hợp có sự bất thường, cần bổ sung lưu trữ thông tin bằng hình ảnh)

5. Đề xuất, kiến nghị:

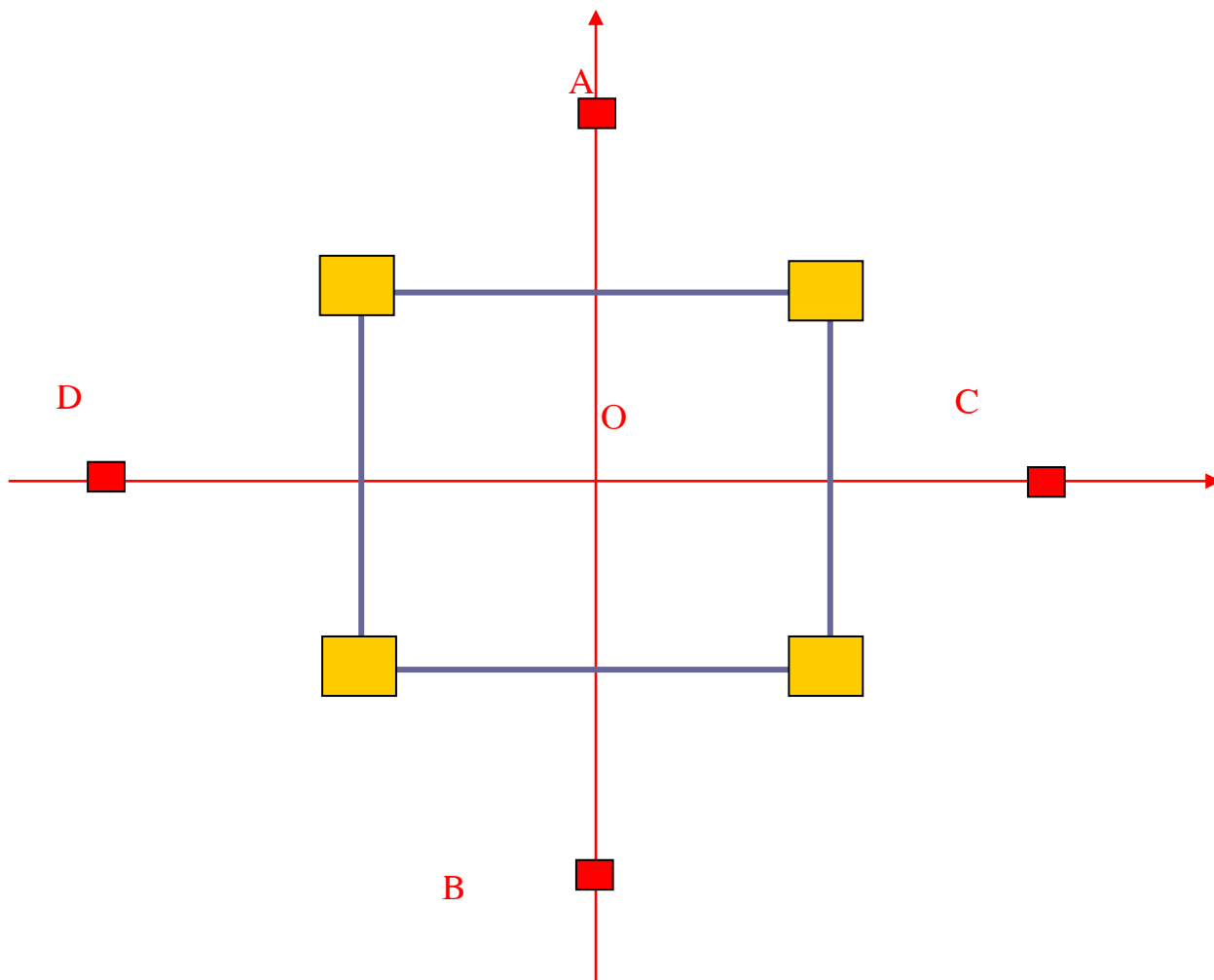
## Phụ lục 2.2 – Phương pháp quan trắc độ thẳng, nghiêng, vặn xoắn cột anten

Phương pháp để quan trắc độ thẳng, nghiêng, vặn xoắn của cột anten là phương pháp đo góc nhỏ bằng máy toàn đạc (điện tử Leica TS02 5'') theo trình tự sau đây:

**Bước 1:** Khôi phục vị trí tâm của cột anten, đánh dấu nó bằng một điểm cố định trên mặt đất và đặt tại đây một tiêu ngắm;

**Bước 2:** Dựng hệ trục tọa độ giả định có gốc tọa độ là tâm của cột, hai trục X và Y vuông góc với các cạnh của cột như hình vẽ dưới:

- Dựng một hệ tọa độ giả định gồm 4 mốc, A, B, C, D sao cho các mốc AB, CD vuông góc với cạnh của cột.



- Chọn khoảng cách các mốc sao cho khoảng cách các mốc xấp xỉ bằng chiều cao của cột.

- Dùng máy toàn đạc (Leica TS02 5”) đo vào các trụ móng để xác định tim O của cột.
- Dùng máy thủy chuẩn đo kiểm tra các trụ móng: Để kiểm tra độ cao các bộ móng có đồng bộ không.
- Để xác định độ nghiêng của cột: Ta chọn các điểm A hướng ngắm O, điểm B, hướng ngắm O, và làm tương tự với C và D. Từ các góc nhìn quan sát khác nhau sẽ cho ta một kết quả đo từ tim O làm hướng ngắm và dọi từ dưới lên các tầng cột để xác định độ nghiêng của từng tầng cột.
- Dùng phương pháp xác định độ cao không với tới của máy toàn đạc điện tử (Leica TS02 5”) ta có thể xác định được độ cao của cột nơi bị nghiêng hoặc bị vặn xoắn của cột ở độ cao bao nhiêu và nghiêng bao nhiêu mét so với tâm cột, để đưa ra phương án xử lý và khắc phục.



### **Phụ lục 2.3 – Yêu cầu kỹ thuật và quy trình lắp dựng, căng chỉnh cột tháp dây neo**

- Làm đầu cáp dưới mặt đất: Lắp các khóa cáp cùng cỡ. Lực siết khóa cáp đối với cáp D12 là 80 N.m (có thể siết khóa eccu của khóa cáp bằng cờ lê, cờ lê tuýp hoặc mỏ lết thông thường, sau đó kiểm tra lại lực siết bằng cờ lê lực)
  - Dựng cột và làm đầu cáp dưới với đúng quy cách lắp khóa cáp và siết êcu khóa cáp như đầu trên.
  - Dây co được căng với lực căng ban đầu theo bản vẽ thiết kế.
  - Việc xác định lực căng ban đầu trong dây co của tháp là bắt buộc với tất cả tháp dây co. Việc tính toán và thiết kế lực căng ban đầu dựa trên các tiêu chuẩn thiết kế. Dây cáp thường được thiết kế lực căng ban đầu bằng 10% lực kéo đứt của cáp, lực căng lớn nhất là 15% và nhỏ nhất là 8% lực kéo đứt (theo tiêu chuẩn TIA/EIA-222-F). Nếu ta đặt lực dưới 8% thì dây cáp sẽ bị trùng còn nếu đặt quá 15% dây sẽ ở trong tình trạng quá căng và làm cột dễ bị ảnh hưởng giao động do gió.
  - Kiểm tra sau khi dây neo đã được đặt trước lực căng ban đầu và cột trụ đã được hoàn chỉnh việc căng kéo giữa các mỏ neo, các chi tiết của tháp đã được kiểm tra đạt yêu cầu về kết cấu. Dây cáp và các phụ kiện đúng theo yêu cầu thiết kế, dây cáp không bị toè hay đứt các sợi cáp. Liên kết giữa các phụ kiện đảm bảo an toàn không có dấu hiệu nứt vỡ, thiếu ren liên kết, bulông...
  - Kiểm tra trong điều kiện thời tiết có gió nhẹ (tốc độ gió nhỏ hơn 5m/s), không có gió lớn hoặc mưa bão. Nhân viên kiểm tra đảm bảo đầy đủ kiềng an toàn lao động trước khi tiến hành kiểm tra. Không được phép kiểm tra dây khi có người đang làm việc trên cột.
  - Lực căng trước trong dây neo được đo kiểm tra bằng tensionmetre chuyên dụng. Nếu không có tensionmetre chuyên dụng thì lực căng trước được ước lượng gần đúng căn cứ vào độ căng dây neo bằng với độ căng dây neo thông thường vẫn được thực hiện từ trước đến nay (các cột dây neo đã được lắp dựng từ trước đến nay ứng với từng độ cao cột và từng cỡ dây neo).
- Việc xác định chính xác lực căng ban đầu cũng giúp căn chỉnh độ thẳng đứng của cột. Nếu các lớp dây được đặt chính xác lực căng ban đầu như thiết kế, cột sẽ không bị nghiêng hay vặn xoắn do tác động của lực căng dây lên cột tháp khác nhau.

Lực căng tham khảo như sau:

Giá trị lực căng ban đầu cho tháp dây co

Đường kính dây neo	Chiều cao cột	Lực căng ban đầu
13,5mm	$H > 60 \text{ m}$	650kG – 900kG
12 mm	$36\text{m} < H < 60\text{m}$	400kG – 500kG
10 mm	$24\text{m} < H < 36 \text{ m}$	250kG – 300kG
8 mm	$H < 24 \text{ m}$	200kG– 250kG

Đối với cột biển đảo cao 102 m, 6 mố neo với 11 tầng dây neo

Tầng dây neo 1→4 : Lực căng sợi cáp thép theo thiết kế 700kG (cáp đường kính 12 mm )

Tầng dây neo 5→7 : Lực căng sợi cáp thép theo thiết kế 800kG (cáp đường kính 12 mm)

Tầng dây neo 8→11: Lực căng sợi cáp thép theo thiết kế 900kG (cáp đường kính 13.5)

- Căng chỉnh (bằng tăng đơ) để đưa cột về trạng thái thẳng đứng.

- Siết khóa cáp lần 2: Dùng cờ lê lực siết toàn bộ khóa cáp lần thứ 2, đảm bảo toàn bộ êcu của khóa cáp được siết đủ với lực siết theo quy định. Cụ thể:

- Siết từng tầng dây neo (cả hai đầu trên và dưới của dây neo) từ dưới lên hoặc từ trên xuống.
- Không tiến hành siết dây neo lần 2 từ một tầng neo bất kỳ, để tránh khả năng bỏ sót.
- Đội trưởng thi công trực tiếp chỉ huy công tác siết khóa cáp lần 2, để loại trừ khả năng bỏ sót các đầu dây neo không được siết lại.
- Lần siết thứ 2 bắt buộc phải dùng cờ lê lực.

- Kiểm tra lại độ thẳng đứng của thân cột.

- Nếu thân cột chưa thẳng đứng, tiếp tục căng chỉnh tăng đơ.

- Bất kỳ dây neo nào được căng chỉnh theo hướng tăng độ căng của dây neo thì sau đó phải siết lại khóa cáp ở cả hai đầu dây đó (đảm bảo lực siết đủ theo quy định).

- Đội trưởng thi công kiểm tra 100% số khóa cáp được siết lần 2 bằng cờ lê lực, kiểm tra cả trên cột và dưới đất.

- Kiểm tra lực căng trong cáp thường xuyên và cân chỉnh lại nội lực trong cáp là một công việc cần thiết và quan trọng để đảm bảo cột làm việc một cách bình thường.

- Lập biên bản hiện trường đã siết khóa cáp lần 2, trong đó ghi rõ họ tên kèm chữ ký của đội trưởng, người siết khóa cáp lần 2 ở đầu trên, người siết khóa cáp lần 2 ở đầu dưới của dây neo.

### **Phụ lục 2.4 – Quy trình siết khóa cáp dây neo**

- Thành phần cơ bản khóa cáp là một bu lông chữ U, hai đầu ren. Mỗi lần chỉ được vặn ê cu 3 đến 5 vòng ở một đầu bu lông, sau đó chuyển sang vặn ê cu ở đầu bên kia (3 đến 5 vòng). Càng về cuối số vòng một lần siết càng giảm và số lần thay đổi đầu bu lông càng tăng lên.

- Ê cu thứ 2 của khóa cáp chỉ được lắp sau khi ê cu thứ nhất đạt được lực siết theo quy định đối với từng loại cáp.

Bắt khóa cáp đủ lực và đều giữa 2 ê cu trên cùng 1 khóa cáp sẽ không làm cho các ren trên thanh chữ U bị tròn ren.

Có thể siết ecu bằng cờ lê, mỏ lết.... thông thường, sau đó kiểm tra lại lực siết bằng clê lực.

Khoảng cách điểm uốn cong dây cáp thép móc vào tăng đơ đến khóa cáp thứ nhất là : 100mm

Từ khóa cáp thứ 1 → 2 : 50mm

Từ khóa cáp thứ 2 → 3 : 200mm

Từ khóa cáp thứ 3 → 4 : 200mm

Cáp thép dư : 300mm

- Tuyệt đối không sử dụng khóa cáp chịu lực của dây neo để bắt dây thu sét chân dây neo.

- Tại thời điểm nghiệm thu lắp dựng, thân tăng đơ phải đảm bảo khóa sâu đến ¼ khoảng hở thanh giằng. Khoảng hở còn lại của thanh giằng được sử dụng để tăng dây neo trong quá trình vận hành khai thác.

- Tiến hành bôi mỡ chống rỉ tất cả các phụ kiện (tăng đơ, maníp, bulông nổi đốt ...) ngay sau khi lắp dựng cột.

## Phụ lục 2.5 – Một số phương pháp đo lực căng

Lực kéo ban đầu trong tháp dây co là một phần rất quan trọng trong thiết kế cũng như thi công tháp, phụ lục 05 trình bày bốn phương pháp đo lực căng của cáp. Mỗi phương pháp đo đều có ưu và nhược điểm riêng. Nhưng hiện nay phương pháp được dùng phổ biến trên thế giới và cho kết quả có thể tin cậy được là phương pháp đo trực tiếp theo tiêu chuẩn TIA/EIA-222-F, vì phương pháp này đơn giản thời gian kiểm tra nhanh, thiết bị sẵn có và giá thành rẻ. Phương pháp kiểm tra trực tiếp có một ưu điểm vượt trội so với các phương pháp khác đó là có thể tiến hành cân chỉnh được cáp ngay trong quá trình đo lực căng.

Việc xác định chính xác lực căng ban đầu cũng giúp căn chỉnh độ thẳng đứng của cột. Nếu các lớp dây được đặt chính xác lực căng ban đầu như thiết kế, cột sẽ không bị nghiêng hay vặn xoắn do tác động của lực căng dây lên cột tháp khác nhau.

Hiện nay Việt Nam còn thiếu các tiêu chuẩn cũng như các quy định kỹ thuật về việc kiểm tra lực căng ban đầu cho các tháp viễn thông; vì vậy đây có thể làm một tài liệu tham khảo cho các kỹ sư khi thi công các tháp dây neo.

### 1. Phương pháp kiểm tra gián tiếp theo tiêu chuẩn TIA/EIA-222-F

#### 1.1 Xác định lực căng bằng cách đếm dao động của lực xung kích

Tác dụng một lực xung kích lên dây cáp gần chỗ liên kết với trụ neo, dưới tác dụng của lực cáp có dao động. Từ dao động đầu tiên chuyển xuống vị trí neo cáp thì bắt đầu dùng đồng hồ bấm giờ. Số lượng dao động tại vị trí neo cáp với mỗi neo được đếm và lực căng ban đầu được tính theo công thức sau:

$$T_M = \frac{WLN^2}{8.05 P^2} \quad [lb] \quad (1)$$

$$T_M = \frac{WLN^2}{5.94 P^2} \quad [N] \quad (2)$$

$$T_A = \sqrt{\left(T_M - \frac{WV}{2L}\right)^2 + \left(\frac{WH}{2L}\right)^2} \quad (3)$$

Trong đó:  $T_A$  – Lực căng của dây tại vị trí neo đơn vị  $lb$  [ $N$ ]

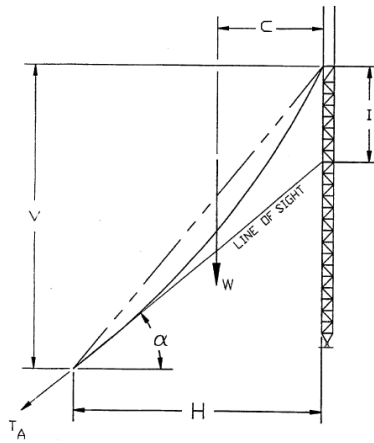
$T_M$  - Lực căng của dây co tại giữa dây,  $lb$  [ $N$ ]

$W$  – Tổng trọng lượng của dây co bao gồm các phụ kiện,  $lb$  [ $N$ ]

$L$  – Chiều dài dây neo,  $ft$  [ $m$ ]

Giá trị của  $L$  được xác định như sau:  $L = \sqrt{H^2 + V^2}$





Hình 3. Sơ đồ xác định giá trị lực căng bằng phương pháp đo hình học

Khi đó lực căng được xác định theo công thức:

$$T_A = \frac{WC\sqrt{H^2 + (V - I)^2}}{HI} \quad (4)$$

Giải thích các ký hiệu:

TA – Lực căng trong dây tại trụ neo, lb [N]

W – Tổng trọng lượng trong dây, lb [N]

H – Khoảng cách nằm ngang từ điểm gắn dây neo trên tháp đến điểm liên kết tại neo, ft [m]

V – Khoảng cách thẳng đứng từ điểm liên kết dây neo trên cột đến điểm liên kết dây tại mỏ neo, ft [m]

C – Khoảng cách từ điểm neo cáp trên cột đến trọng tâm khối lượng W, [m]

I - Khoảng cách điểm neo dây vào cột và điểm giao của tiếp tuyến dây neo và cột, ft [m]

Nếu trọng lượng của cáp phân bố đều dọc theo cáp, giá trị của C sẽ được lấy gần đúng bằng H/2.

Nếu trọng lượng của cáp không phân bố đều, cáp có thể được chia ra thành n đoạn và áp dụng công thức dưới đây:

$$T_A = \frac{S\sqrt{H^2 + (V - I)^2}}{HI} \quad (5)$$

Trong đó: 
$$S = \sum_{i=1}^N W_i C_i \quad (6)$$

W<sub>i</sub> – Trọng lượng của đoạn thứ i, lb [N]

$C_i$  - Khoảng cách nằm ngang giữa điểm liên kết dây neo vào cột và trọng tâm của mỗi đoạn,  $ft [m]$

$N$  – Số đoạn chia của cáp

Trong trường hợp khó xác định được giá trị  $I$ , có thể sử dụng công thức dưới đây để xác định giá trị lực căng của cáp:

$$T_A = \frac{WC\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}{(V - H \tan \alpha)} \quad (7)$$

Giải thích các ký hiệu:

$\alpha$  – Góc của cáp tại mỏ neo (hình 3);

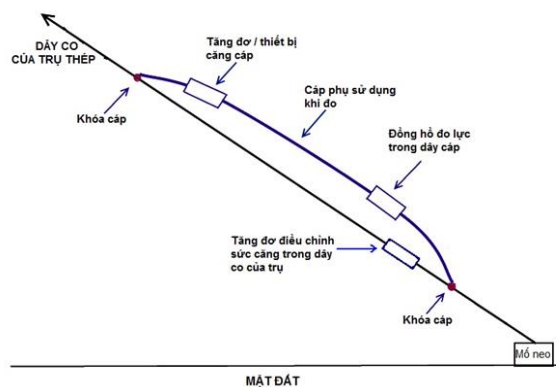
$$I = V - H \tan \alpha \quad (8)$$

Và 
$$\frac{\sqrt{H^2 + (V - I)^2}}{HI} = \sqrt{1 + \tan^2 \alpha} \quad (9)$$

Giá trị  $WC$  có thể thay thế bằng  $S$ .

## 2. Phương pháp đo trực tiếp theo tiêu chuẩn TIA/EIA-222-F

Phương pháp dùng các thiết bị đo lực cùng với một số phụ kiện xem hình để tiến hành xác định trực tiếp lực căng trước trong cáp. Phương pháp đo bằng cách tăng tải dần dần cho thiết bị đo lực, khi đạt đến lực căng ban đầu trong cáp thì đoạn cáp được kẹp giữa thiết bị đo lực sẽ có xu hướng bị trùng. Số liệu hiển thị trên thiết bị đo lực lúc dây cáp bắt đầu bị trùng chính là lực căng ban đầu được trong dây cáp, xem hình 4.



Hình 4.



Hình 5

Hình 4. Sơ đồ đo lực căng trong cáp bằng phương pháp trực tiếp, Hình 5. Hình ảnh đo cáp tại hiện trường

Các bước kiểm tra lực căng dây cáp:

1. Cần có bộ đo lực bao gồm những phụ kiện sau:

Cáp phụ; tăng đơ hoặc thiết bị căng cáp gắn với cáp phụ; thiết bị đo lực gắn với cáp phụ.

Những thiết bị trên cấu thành bộ đo lực căng trong cáp. Các thiết bị trước khi đo cần phải được dán tem kiểm định chất lượng.

2. Sử dụng khóa cáp gắn với bộ kiểm tra lực căng trong cáp, khóa cáp giữa cáp phụ và cáp cần đo lực căng.

3. Từ từ tăng lực trong cáp phụ bằng cách sử dụng tăng cáp (Cable Puller) đến khi thấy phần cáp cần đo bắt đầu trùng xuống, khi đó toàn bộ lực căng trong cáp được chuyển qua thiết bị đo lực.

4. Nếu lực hiện trên đồng hồ đo không đạt theo yêu cầu thiết kế cần tăng lực trong cáp chính bằng cách sử dụng tăng đơ (Turnbuckle), làm như vậy đến khi đồng hồ trong thiết bị đo lực đạt đến giá trị thiết kế thì dừng lại. Nếu lực trong dây cáp chính lớn hơn giá trị thiết kế thì cần giảm lực căng bằng cách sử dụng tăng đơ, và kiểm tra lại đến khi đạt giá trị lực thiết kế thì dừng lại.

5. Hoàn thành việc tháo thiết bị đo.

Các thiết bị cần thiết sử dụng khi đo lực căng trong cáp



Hình 6. Khóa cáp và đồng hồ đo lực căng trong cáp

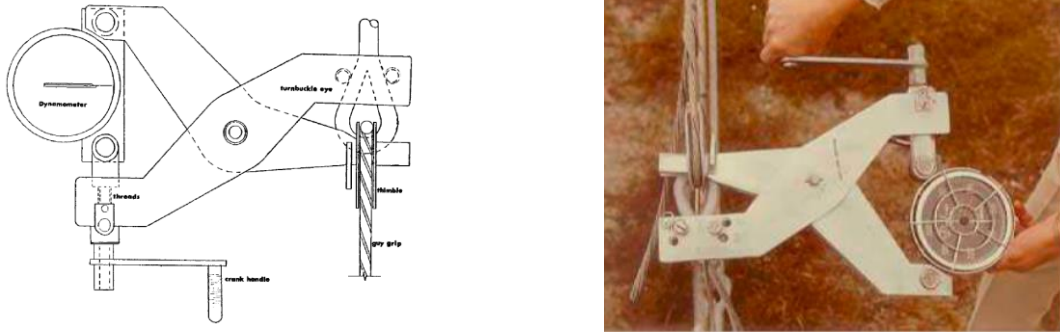


Hình 7. Tăng đơ và thiết bị tăng cáp



### 3. Đo lực căng theo phương pháp của USCG

Theo hướng dẫn việc xác định lực căng đặt sẵn trong dây cáp của lực lượng bảo vệ bờ biển của Mỹ (United States Coast Guard) thì sử dụng thiết bị đo lực dạng kéo như sau:



Hình 8. Sơ đồ làm việc của thiết bị đo trực tiếp theo USCG

Phương pháp dùng thiết bị này nhanh, đơn giản, dễ sử dụng và hiệu quả. Thiết bị này giới hạn dưới 1300 (kG) và cột cao tới 200 m. Những cột nhỏ hơn 60m thì không cần thiết dùng thiết bị này. Khi vận tay quay xem như hình 8, phần cáp liên kết với neo tách rời nhau và truyền lực sang thiết bị đo. Sơ đồ làm việc của thiết bị xem hình 8. Những thiết bị này không sẵn có tại Việt Nam và thiết bị đo này chỉ chế tạo cho những loại cột nhất định, với các cột khác nhau thì cần phải thay đổi thiết bị.

## **Phụ lục 2.6 – Quy trình công tác làm sạch han rỉ và công tác sơn**

### **1. Công tác làm sạch lớp sơn cũ han, rỉ**

- Kiểm tra, xiết chặt các phụ kiện trên cột theo nguyên tắc từ dưới lên trên, các phụ kiện nào gỉ nặng cần được thay thế ngay trước khi làm công việc tiếp theo.
- Sử dụng búa gõ rỉ và lưỡi dao cạo rỉ để làm sạch hết lớp rỉ, lớp sơn cũ phủ trên bề mặt chi tiết cột anten và cầu cáp, sau đó dùng bàn chải sắt để chải phá và chải tinh bằng chổi mềm. Dùng giấy nhám đánh sạch lộ ánh kim (hoặc lớp mạ) của chi tiết. Trước khi sơn lót chống rỉ phải vệ sinh bề mặt chi tiết.
- Nguyên tắc: Công tác làm sạch bề mặt chi tiết thực hiện từ trên cao xuống dưới, nếu sau khi cạo phát hiện những lỗ rỉ lớn gây mất an toàn cho cột anten và cầu cáp thì phải báo cáo người phụ trách biết để xử lý, cấm sơn phủ. Nên làm sạch xong toàn bộ mới sơn lót chống rỉ. Không được làm hỏng mặt mạ kẽm nếu có. Nếu sau khi cạo gỉ, sạch sơn cũ mà chưa kịp sơn ngay thì phần để đến ngày sau mới sơn thì phải lau chùi cho sạch sẽ trước khi sơn.

### **2. Công tác sơn**

Pha dung môi thích hợp theo hướng dẫn của nhà chế tạo sơn. Tiến hành sơn theo trình tự sau:

- Sơn 1 nước lót chống rỉ.
- Sơn 2 nước phủ bằng sơn màu theo quy cách sơn màu trước khi bảo dưỡng.

Sơn lót chống gỉ lớp thứ nhất sau khi làm sạch bề mặt thân cột và các phụ kiện của cột, dùng chổi sơn nhúng một ít sơn quyết đều tay, đưa dài chổi sơn để bề mặt được đều và sáng bóng, đỡ tốn sơn và sơn bám chắc vào bề mặt kim loại. Sơn từ trên xuống dưới từ trong ra ngoài. Các chỗ khuất, các khuyết tật của bề mặt phải sơn dặm trước.

Phương pháp sơn, số lớp sơn và độ dày mỗi lớp, thời gian chờ sơn lớp tiếp theo sau khi sơn lớp trước phải tuân theo hướng dẫn của nhà cung cấp sơn.

Phương pháp làm khô màng sơn, thời gian đưa bề mặt thép đã sơn vào sử dụng cũng tuân theo hướng dẫn của nhà cung cấp sơn.

Xác định độ dày của các nước sơn: Trong thực tế chưa có thiết bị đo kiểm tra, song có thể nhận biết theo cách sau đây:

- Khi sơn xong nước chống rỉ nếu không thấy bề mặt kim loại là được.
- Tương tự, khi sơn xong từng lớp sơn nếu không thấy lớp sơn trước là được.

Phải khuấy thật đều sơn trước khi sử dụng. Đối với sơn một thành phần có thể khuấy đều sơn bằng thủ công, tốt nhất là bằng máy khuấy. Que khuấy, cánh khuấy phải đảm bảo sạch sẽ, không dính dầu, mỡ, bụi, đất cát hoặc các tạp chất khác.

Yêu cầu kỹ thuật phải đạt được là: Toàn bộ bề mặt kim loại sau khi sơn xong phải đảm bảo không bị rộp, không có chỗ đậm, chỗ nhạt, không có vết sơn cháy, các lông chổi không được dính trên bề mặt sơn. Bề mặt sơn phải mịn bóng và đồng màu, không có vết ố, vết chảy, tụ sơn hay đứt đoạn về màu sắc, độ dày mỏng và vết chổi sơn vv... Toàn bộ bề mặt kim loại được sơn phải đồng đều nhẵn bóng.

Công việc sơn phải được kiểm tra giám sát chặt chẽ từng lớp sơn: Các lớp sơn phải phẳng, đều, phủ kín bề mặt, không có lỗ châm kim, vết nứt, vết xước, vết vón cục, hiện tượng chảy hoặc có vảy sơn, độ dày màng sơn khô mỗi lớp tối thiểu 80%, tối đa 120% yêu cầu. Nếu có khuyết tật phải sửa chữa trước khi sơn lớp tiếp theo hướng dẫn của cán bộ kỹ thuật.

Chỉ được tiến hành thi công sơn khi thời tiết khô ráo, không có sương mù, độ ẩm không khí không quá 85%, nhiệt độ cho phép tùy thuộc từng loại sơn, nhưng không cao quá 50<sup>0</sup>C và không thấp dưới 5<sup>0</sup>C.

Tại các vị trí hàn gia cố các chi tiết cột, chỉ được sơn khi đã nguội mỗi hàn và đánh sạch vảy hàn.

Chú ý:

- Các vị trí phải sơn ở phía trên thiết bị viễn thông phải có biện pháp che phủ bảo vệ thiết bị.
- Sơn cột phải có hai màu trắng đỏ xen kẽ giữa các đốt cột và đốt dưới cùng và trên cùng phải là màu đỏ.
- Muốn sơn lớp tiếp theo cần phải chờ cho lớp sơn trước đó thật khô (thường sau một ngày với thời tiết khô ráo, không sơn vào ngày mưa). Không được phép thi công sơn khi trời sắp mưa, khi đang mưa hoặc vừa mưa xong.
- Tại các vị trí hàn sửa, gia cố các chi tiết cầu cáp, chỉ được sơn khi đã vệ sinh các chi tiết.
- Không được cùng một lúc tiến hành công việc ở hai vị trí khác độ cao trên cùng phương thẳng đứng.
- Nếu sau khi vệ sinh các chi tiết mà chưa kịp sơn ngay thì phần để ngày sau mới sơn phải vệ sinh lại các chi tiết đó trước khi sơn.

- Việc tháo dỡ và lắp đặt cáp feeder khi sơn cầu cáp phải được thực hiện đúng quy trình, không gây tác động mạnh lên feeder. Sau khi bảo dưỡng xong phải lắp đặt lại feeder theo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật