

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN SỰ PHỤ THUỘC ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA THÂN CẦN TRỤC THÁP VÀO MỘT SỐ THÔNG SỐ KẾT CẤU

TS. NGUYỄN TRANG MINH
Viện Khoa học Công nghệ Quân sự
KS. NGUYỄN THIÊN VĂN
Học viện Kỹ thuật Quân sự

Tóm tắt: Cần trục tháp là thiết bị không thể thiếu trong thi công các công trình cao tầng hiện nay. Vì vậy, nghiên cứu tính toán ổn định cho kết cấu thân cần trục tháp xây dựng là nội dung có nhiều ý nghĩa đối với khoa học cũng như thực tiễn. Việc tính toán ổn định cho kết cấu hệ thanh không gian bằng phương pháp phần tử hữu hạn (phần mềm SAP2000). Nội dung bài báo sẽ đưa ra kết quả sự phụ thuộc ổn định của thân cần trục tháp vào: tiết diện thanh biên, thanh xiên, chiều cao tháp, vị trí tải trọng nâng.

Abstract: Today, tower cranes are indispensable equipment in the construction high buildings. Therefore, the study and calculation about stability of structural body of tower crane are meaningful content for science as well as practical. The calculation of stability for the tower crane will be provided on the calculation of stability for the space bar structures using finite element method (software SAP2000). The article will present results about the dependence of tower crane's stability on: sidebar section, diagonal section, tower height, lift load position.

1. Đặt vấn đề

Cần trục tháp có cấu tạo hệ thanh với hàng ngàn phần tử, làm việc ở ngoài trời chịu ảnh hưởng của rất nhiều loại tải trọng và có tổ hợp tải trọng phức tạp do đó việc tính toán ổn định cho nó là khó khăn, đòi hỏi công sức và thời gian. Việc tính toán ổn định cho cần trục tháp được quy về tính toán cho hệ thanh không gian. Bởi vì, chỉ có sơ đồ hệ thanh không gian mới cho phép mô tả kết cấu cần trục tháp sát với thực tế nhất, với lực theo phương bất kỳ. Kết quả nhận được từ sơ đồ sẽ phản ánh tương đối sát thực tế sự làm việc của kết cấu. Tuy nhiên, việc tính toán là rất phức tạp nếu không có công cụ mạnh để hỗ trợ do số lượng tổ hợp tải trọng trong tính toán kết cấu thép cần trục tháp là rất lớn.

SAP2000 là một phần mềm rất hữu hiệu trong tính toán kết cấu. Trên cơ sở phần mềm SAP2000, ta sẽ đi xây dựng mô hình cần trục tháp dựa trên các thông số kỹ thuật của cần trục VICOX-CTM80 đã chế tạo tại Việt Nam và xây dựng tải trọng, tổ hợp tải trọng tác dụng lên nó. Từ đó sẽ tiến hành khảo sát sự phụ thuộc độ ổn định của thân cần trục tháp vào một số thông số kết cấu cũng như vị trí tải trọng nâng.

2. Tải trọng tính toán

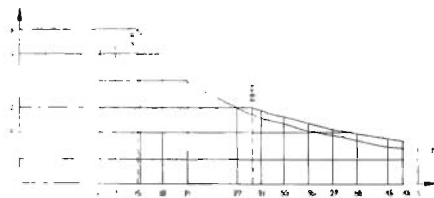
2.1. Tải trọng nâng

Thành phần tải trọng tiêu chuẩn của tải trọng nâng Q_1 bao gồm trọng lượng vật nâng danh nghĩa ứng với tầm với cho trước Q (lấy theo đồ thị đường đặc tính tải trọng của cần trục mẫu) và trọng lượng thiết bị mang theo cùng xe con q . Giá trị q được tính trên cơ sở mô men tải $(Q+q).R = \text{const} = 96 \text{ (T.m)}$ (1)

Để tính toán kiểm tra cho kết cấu thép ta chọn trường hợp $a=4$ có $q_2 = 0,6 \text{ (T)}$ và như vậy giá trị tải trọng nâng tiêu chuẩn là:

$$Q_1 = 96/R = Q + q_2 \text{ (T)} \quad (2)$$

Giá trị Q lấy theo đồ thị tải trọng nâng với bội suất $a = 4$ tại các vị trí tính toán với $R \geq 14,6 \text{ m}$; $q_2 = 0,6 \text{ (T)}$.



Hình 1. Đường đặc tính tải trọng cho cần trục tháp

Thành phần ngẫu nhiên của tải trọng nâng (do sai số có thể có của vật nâng, hay khi trường hợp vượt tải nhưng thiết bị an toàn chưa cất).

$$Q_n = k_0 \times Q_1 \quad (3)$$

Với $k_0 = 0,06$ (theo bảng 10 GOST 13994 - 81 tùy theo Q_1 và CĐLV).

2.2. Trọng lượng bản thân kết cấu

Trọng lượng bản thân các bộ phận kết cấu thép được tính theo cần trục mẫu và nhân với hệ số vượt tải k_{VT} do tính đến lan can, cầu thang, sàn công tác... Trọng lượng bản thân tháp và cần coi như tải trọng phân bố và quy về các nút (trọng lượng mỗi thanh phân đều lên hai đầu thanh về các nút), trọng lượng các phần khác coi là tải trọng tập trung tại trọng tâm của nó.

Trọng lượng phần quay bao gồm:

Trọng lượng cần, đỉnh tháp cùng các bộ phận trên nó, ca bin, đối trọng, cần mang đối trọng và các bộ phận trên mâm quay... Các thành phần tải trọng này được đặt tại trọng tâm của chúng. Để tiện cho việc tính toán, các thành phần tải trọng này quy về trục quay của máy: $G_0 = 33415 \text{ (Kg)}$.

Vị trí các thành phần tải trọng cho trên hình vẽ:



Hình 2. Tải trọng tác dụng lên cần trục

Trọng lượng phần không quay bao gồm: Trọng lượng thân tháp, lồng lắp dựng, đế tháp, các chi tiết ghép nối và một số thiết bị trên tháp... Tải trọng này có phương trùng với trục quay của máy và cũng là đường trục của thân tháp: $G_{th} = 5262,54 + 1365,72 \times n$ (Kg) (với n - số đoạn tháp cơ bản).

2.3. Tải trọng gió

Theo GOST 13394-81, tải trọng gió được tính theo tiêu chuẩn GOST 1451 77, trong đó có tham khảo thêm một số thông số theo TCVN 2737 - 95 về vùng gió Việt Nam.

Tải trọng gió bao gồm thành phần tải trọng theo tiêu chuẩn (thành phần tĩnh) W_t và thành phần tải trọng ngẫu nhiên W_n (thành phần động) tác động đồng thời cùng phương và chiều.

$$W_t = q_0 \cdot n \cdot c \cdot F \cdot \varphi \quad (4)$$

Trong đó:

q_0 - áp lực gió tiêu chuẩn ở độ cao 10 m. Với vùng gió IIb thì:

+ Trạng thái làm việc $q_0 = 25 \text{ kg/m}^2$.

+ Trạng thái không làm việc $q_0 = 77 \text{ kg/m}^2$.

n - Hệ số kể đến sự thay đổi áp lực theo chiều cao.

c - Hệ số cản khí động của kết cấu.

F - Diện tích chắn gió (diện tích vuông góc với hướng gió).

- Hệ số lỗ hổng.

$$W_n = W_t \cdot m_x \cdot \varepsilon \quad (5)$$

Trong đó:

m_x - Hệ số xung của gió theo chiều cao tính đến cốt chân cần.

ε - Hệ số động lấy theo chu kỳ dao động tự do của kết cấu: với $T=2,7s$ thì

$\varepsilon = 2,53$.

Như vậy, công thức tính tải trọng gió là:

$$W_g = W_t (1 + m_x \cdot \varepsilon) \quad (6)$$

Tải trọng gió sẽ tác dụng lên cần trục tháp sẽ được tính là gió tác dụng lên từng bộ phận của nó bao gồm:

- Tháp: Lực gió được tính theo hai phương: vuông góc với mặt bên tháp và theo đường chéo của tháp.

- Đoạn tháp có vòng tựa quay: Từ phần này lên đỉnh tháp được coi là phần quay và tải trọng gió tính theo hai phương song song và vuông góc với cần. Lực gió tác dụng lên vòng tựa quay xem như lực tập trung tác dụng tại trọng tâm và có giá trị bằng nhau theo hai phương.

- Các phần còn lại: Đoạn tháp gần cabin, đoạn

đỉnh tháp, cần, cần công xôn, dãi trọng, vật nâng thì tải trọng gió đều được tính theo phương song song với cần hướng từ dãi trọng đến đầu cần và theo phương vuông góc với cần.

2.4. Tải trọng quán tính

Tải trọng quán tính do vật nâng gây ra khi phanh trong quá trình hạ vật:

$$P_{n3} = m_3 \cdot a \quad (7)$$

Trong đó:

m_3 - khối lượng vật nâng,

a - gia tốc vật nâng.

- Tải trọng quán tính tiếp tuyến và tải trọng quán tính li tâm tác dụng lên các khối lượng tham gia chuyển động quay trong thời kỳ mở máy cơ cấu quay:

$$P_{n1} = m_i \cdot \varepsilon = m_i \cdot \frac{\omega}{t_q} = m_i \cdot \frac{\pi \cdot n}{30 t_q} \quad (8)$$

Trong đó:

m_i - khối lượng các thành phần tham gia chuyển động quay,

t_q - thời gian quay (lấy bằng thời gian quay nhỏ nhất có thể là 8s)

n - tốc độ quay (v/ph)

$$P_{n2} = m_i \cdot R_i \cdot \omega^2 = m_i \cdot R_i \cdot \left(\frac{\pi \cdot n}{30 t_q} \right)^2 \quad (9)$$

Trong đó:

m_i - khối lượng các thành phần tham gia chuyển động quay,

R_i - khoảng cách từ vật quay đến trục quay.

- Tải trọng quán tính khi mở máy và phanh cơ cấu di chuyển xe con tác dụng lên khối lượng vật nâng và xe con.

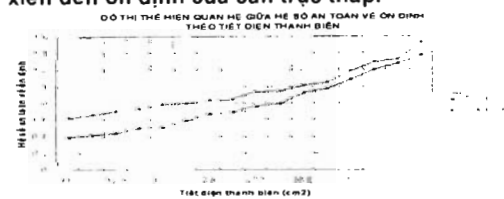
$$P_n = \left(m_3 + \frac{Q_x}{g} \right) \cdot a_x \quad (10)$$

Trong đó: a_x , Q_x lần lượt là gia tốc và trọng lượng của xe con.

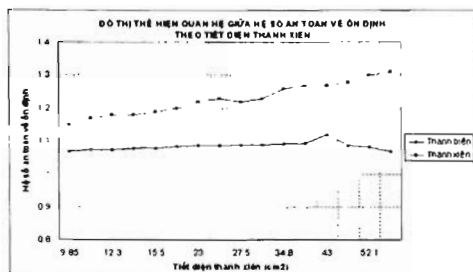
3. Kết quả

Trên cơ sở khảo sát cần trục tháp làm việc ở trường hợp đứng tự do (chiều cao lớn nhất đạt được 34,776m) với tải trọng nâng 7 tấn (tải lớn nhất mà cần trục VICOX - CTM80 có thể nâng) đặt ở vị trí bất lợi (ở tầm với 50m), ta sẽ thay đổi tiết diện của thanh biên, thanh xiên, thay đổi vị trí tải theo tầm với và theo góc quay của mâm quay, thay đổi chiều cao tháp rồi sử dụng phần mềm SAP2000 để khảo sát tìm ra sự phụ thuộc của hệ số dự trữ ổn định của cần trục tháp theo sự thay đổi đó.

3.1. Ảnh hưởng của tiết diện thanh biên, thanh xiên đến ổn định của cần trục tháp.



Hình 3. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc hệ số n theo thanh biên



Hình 4. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc hệ số n theo thanh xiên

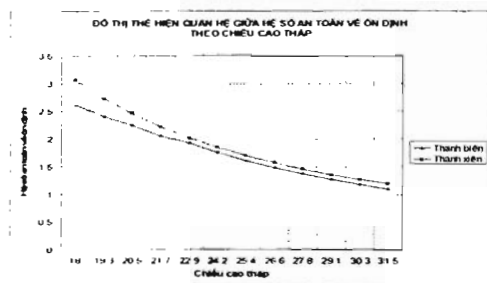
Nhận xét:

Đồ thị chỉ ra, nhìn chung càng tăng tiết diện thanh biên hoặc thanh xiên thì hệ số dự trữ ổn định càng tăng. Tuy nhiên, trong đồ thị trên có thể có đoạn hệ số dự trữ ổn định tăng nhiều khi thay đổi tiết diện, có đoạn lại tăng ít. Điều này là do quan hệ giữa chiều rộng và chiều dày của thép hình sẽ quyết định độ ổn định của kết cấu.

Dựa vào đồ thị ta cũng thấy rằng, tiến tới vị trí mà trục hoành có giá trị 43 cm^2 (tương ứng mặt cắt có số hiệu L150x150x15 chính là mặt cắt sử dụng để chế tạo thanh biên cho cần trục tháp) thì hệ số an toàn về ổn định trong cả thanh biên và thanh xiên của thân tháp giá trị đều tiến về 1.

Trong kết cấu tháp, thanh biên là thanh chịu lực chủ yếu. Đồ thị cho thấy tăng tiết diện thanh xiên thì hệ số an toàn về ổn định trong thanh biên tăng không lớn (khoảng 0,008). Do đó, cần phải giải quyết hài hoà giữa việc tăng tiết diện thanh xiên để tăng hệ số an toàn về ổn định với việc giảm nhẹ trọng lượng, tiết kiệm vật liệu.

3.2. Ảnh hưởng của chiều cao tháp đến ổn định của cần trục tháp



Hình 5. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc hệ số n theo chiều cao tháp

Nhận xét:

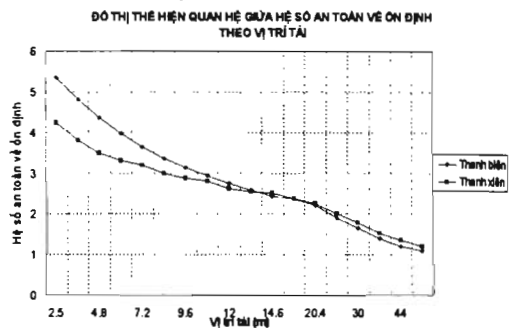
Đồ thị trên đã phản ánh đúng quy luật làm việc của cần trục tháp đó là khi chiều cao tháp tăng lên thì độ ổn định của cần trục tháp giảm xuống. Trường hợp ta khảo sát cho chiều cao giảm đều nên trên đồ thị ta nhận được đường cong tương đối trơn.

Khi chiều cao cần trục tháp càng gần giá trị 34,776m (chiều cao lớn nhất khi cần trục đứng tự do) thì hệ số an toàn về ổn định càng tiến dần về phía 1. Điều đó cũng góp phần chứng minh vị trí mà ta

chọn để khảo sát là phù hợp. Do đó, ta cũng có thể khẳng định kết quả chúng ta khảo sát trên cơ sở lý thuyết cũng tương đối sát với thông số kỹ thuật của cần trục tháp VICOX - CTM80.

Đường hệ số an toàn về ổn định trong thanh biên nằm phía dưới đường hệ số an toàn về ổn định trong thanh xiên. Điều đó cũng chỉ ra rằng, trong kết cấu thân tháp thanh biên là thanh chịu lực chủ yếu. Do đó, khi tính toán về bền cũng như tính toán về ổn định cần đặc biệt chú ý khả năng chịu lực của thanh biên.

3.3. Ảnh hưởng của vị trí tải nặng đến ổn định của cần trục tháp

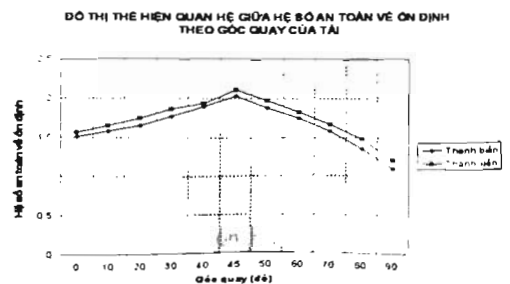


Hình 6. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc hệ số n theo tầm với

Nhận xét:

Khi tải trọng nặng càng xa thân tháp thì hệ số an toàn về ổn định trong thanh biên, thanh xiên càng giảm. Hệ số an toàn về ổn định đảm bảo cần trục làm việc an toàn là khi tầm với của cần trục nhỏ hơn 20m (hệ số 2). Càng về phía đầu cần (tương ứng tầm với 50m), hệ số an toàn về ổn định sẽ tiến dần về giá trị 1. Mặc dù hệ số vẫn lớn hơn 1 nhưng sẽ là không an toàn khi làm việc với chế độ này.

Khi tầm với của cần trục nhỏ, hệ số an toàn về ổn định trong thanh biên lớn hơn trong thanh xiên. Nhưng khi tăng dần tầm với, hệ số an toàn về ổn định trong thanh xiên giảm chậm hơn trong thanh biên và đến tầm với tương ứng 14,56m thì lớn hơn. Điều đó cũng chứng tỏ rằng, khi cần trục tháp làm việc không đúng theo đường đặc tính tải trọng thì thanh chịu lực chủ yếu sẽ mất ổn định trục.



Hình 7. Đồ thị thể hiện sự phụ thuộc hệ số n theo góc quay

(Xem tiếp trang 60)

Minh; Đã vận động đoàn viên và CNLĐ tích cực tham gia xây dựng Đảng vào dịp cuối năm đặc biệt là cuộc vận động thực hành Luật phòng chống tham nhũng và thực hành tiết kiệm, Học tập và làm theo tấm gương đạo đức Hồ Chí Minh và cuộc vận động xây dựng Đảng theo tinh thần Nghị quyết TW 4, khóa XI, đã giới thiệu cho Đảng xét kết nạp 3.017 đảng viên.

Tích cực đổi mới hình thức tổ chức về công tác nữ công thường xuyên đổi mới hình thức tổ chức, thực hiện công tác nữ CNVCLĐ và bình đẳng giới, phòng chống bạo lực gia đình trong tình hình mới theo nội dung nghị quyết 6B của Tổng Liên đoàn gắn với phong trào thi đua giỏi việc nước đảm việc nhà, vận

động nữ CNVCLĐ thi đua học tập vươn lên. Trong 20.462 nữ có 2,83% là trình độ trên đại học, 39,96% đại học, 8,13% cao đẳng, 19,46% trung cấp, 29,63% là công nhân kỹ thuật. Hàng năm tổ chức và phối hợp với các Công đoàn trong Bộ GTVT biểu dương tôn vinh hàng trăm nữ CNVCLĐ xuất sắc tiêu biểu.

Những ngày tháng cuối năm, các cấp Công đoàn đang tích cực vận động CNVCLĐ hưởng ứng thi đua, đặc biệt quyết tâm hoàn thành nhiệm vụ năm 2012, tích cực triển khai tổ chức Đại hội Công đoàn cơ sở, cấp trên cơ sở và hướng tới Đại hội Công đoàn GTVT Việt Nam vào 28, 29/3/2013 □

NGHIÊN CỨU TÍNH TOÁN...

(Tiếp theo trang 32)

Nhận xét:

Hệ số an toàn về ổn định trong thanh biển, thanh xiên đạt giá trị nhỏ nhất là khi cần ở vị trí 90°, lúc đó gió thổi theo hướng từ phía đối trọng về phía đầu cần và toàn bộ tải trọng sẽ dồn về phía các thanh biển, thanh xiên ở một phía. Hệ số đạt giá trị lớn nhất khi cần ở vị trí 45°, do tải trọng lúc này phân bố đều trên thanh biển và thanh xiên ở các mặt bên của tháp.

4. Kết luận

Trên cơ sở cấu tạo, đặc điểm và điều kiện làm việc của cần trục tháp ta đã đi xác định được các thành phần tải trọng chính tác dụng lên cần trục tháp. Dựa vào các thông số kỹ thuật của cần trục tháp VICOX-CTM80 để xây dựng mô hình trên phần mềm SAP2000.

Sử dụng phần mềm SAP2000 để khảo sát ảnh hưởng của một số thông số hình học, thông số kết cấu, điều kiện làm việc của cần trục tháp đến ổn định của cần trục tháp. Từ đó đưa ra được những nhận xét làm cơ sở cho việc sử dụng hợp lý vật liệu trong thiết kế, cũng như có thể đưa ra khuyến cáo về trường hợp nguy hiểm trong quá trình sử dụng.

Tuy nhiên, việc khảo sát vẫn chưa bao quát được hết các trường hợp làm việc cũng như sự phục thuộc ổn định vào các thông số khác. Do đó cần phải tiếp tục nghiên cứu các trường hợp khác nữa cho hoàn thiện hơn □

Tài liệu tham khảo:

[1]. Vũ Liêm Chính, Phạm Quang Dũng, Trương Quốc Thành, *Cơ sở thiết kế máy xây dựng*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật Hà Nội, 2002.

[2]. Vũ Liêm Chính, Phạm Quang Dũng, Đỗ Xuân Đình, Trương Quốc Thành, Nguyễn Quán Thắng, *Nghiên cứu thiết kế chế tạo cần trục tháp*, Báo cáo khoa học tổng kết đề tài NCKH mã số RD-1401, Bộ Xây dựng, 2005.

[3]. Phạm Văn Hội, Nguyễn Quang Viên, Phạm Văn Tư, Lưu Văn Tuổi, *Kết cấu thép*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2009.

[4]. Hoàng Xuân Lương, Trần Minh, *Sức bền vật liệu*, Học viện KTQS, 2003.

[5]. TCVN 4244:2005 - *Thiết bị nâng - thiết kế, chế tạo và kiểm tra kỹ thuật*, Hà Nội, 2005.

[6]. Chu Quốc Thắng, *Phương pháp phần tử hữu hạn*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 1997.

[7]. Lê Thọ Trình, *Ổn định công trình*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, 2004.

[8]. Steven C. Chapra, Raymond P. Canale, *Numerical Methods of Engineers*. Mc Graw-Hill.

[9]. K. J. Bathe, *Finite Element Procedures*. Prentice Hall International, Inc, 1996.

[10]. ГОСТ 1451-77 Краны грузоподъемные, Нагрузки Ветровая Нормы и Метод определения, Москва.

[11]. Л.А. Невзоров, И.М.Смородинский, В.Л.Лифшиц, *Краны башенные*, Москва машиностроение, 1979.

CẢNG VỤ HÀNG HẢI QUẢNG TRỊ...

(Tiếp theo trang 63)

Việt, Cảng vụ Hàng hải Quảng Trị chỉ định vị trí neo tàu hợp lý, đảm bảo khi cần thiết dễ dàng cơ động hỗ trợ lẫn nhau. Yêu cầu tất cả các tàu thuyền phải tổ chức trực canh VHF trên kênh 16 theo quy định để nhận thông tin và xử lý tình huống từ Ban chỉ huy PCLB&TKCN của đơn vị. Khi lập phương án, đơn vị đã chỉ định 01-02 tàu hiện có tại cảng, sẵn sàng làm nhiệm vụ ứng cứu khi có tình huống xảy ra.

Sau khi bão tan, đơn vị tập trung mọi nguồn lực để khắc phục sửa chữa các công trình hạ tầng cơ sở, nhanh chóng khôi phục các hoạt động của cơ quan, ổn định đời sống của cán bộ, viên chức. Phối hợp cùng với địa phương, doanh nghiệp khai thác cảng biển tích cực xử lý môi trường, phòng chống dịch bệnh

trong khu vực cảng biển Cửa Việt. Tổ chức họp rút kinh nghiệm, tìm ra những giải pháp tích cực bổ sung cho kế hoạch, phương án PCLB&TKCN trong thời gian tiếp theo. Khen thưởng, động viên kịp thời các tập thể, cá nhân có thành tích xuất sắc trong công tác PCLB&TKCN và khắc phục hậu quả lụt bão. Báo cáo đầy đủ, chi tiết tình hình diễn biến của lụt bão xảy ra trong khu vực trách nhiệm và những biện pháp xử lý, áp dụng của Ban chỉ huy PCLB&TKCN đơn vị đã tiến hành trong suốt thời gian xảy ra lụt bão cho Ban chỉ huy PCLB&TKCN Cục Hàng hải Việt Nam, Ban chỉ huy PCLB&TKCN tỉnh Quảng Trị trong thời gian sớm nhất.

Cảng vụ Hàng hải Quảng Trị luôn quyết tâm và sẵn sàng đối phó với mọi diễn biến của thời tiết, chủ động đón đầu khi có tình huống xảy ra trong mùa bão lũ để làm tốt vai trò của mình là cơ quan quản lý Nhà nước chuyên ngành Hàng hải tại vùng nước cảng biển Quảng Trị □