

## Đánh giá khả năng ứng dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu tại Việt Nam

### Assess the applicability of weathering steel in bridge construction in Vietnam

Lê Quý Thủy\*, Nguyễn Văn Thịnh, Nguyễn Xuân Khang

*Viện Khoa học và Công nghệ Giao thông vận tải*

*\*Email: thuymtc@yahoo.com*

*Tel: 842438542306; Mobile:0913522154*

---

#### Tóm tắt

##### *Từ khóa:*

Môi trường ứng dụng;  
Thép chịu thời tiết; Thử nghiệm phơi mẫu; Xây dựng cầu

Thép chịu thời tiết là thép có chứa một lượng nhất định các nguyên tố hợp kim như P, Cu, Cr, Ni... được chủ định thêm vào để làm tăng độ bền ăn mòn khí quyển bằng cách tạo một lớp màng oxit tự bảo vệ cho kim loại nền. Kết cấu thép chịu thời tiết được xây dựng trong điều kiện phù hợp sẽ không cần phải sơn. Chi phí cho sơn thép chịu thời tiết trong xây dựng và sơn lại sau khi xây dựng công trình sẽ không cần thiết. Như vậy, công trình xây dựng bằng thép chịu thời tiết đang được gọi là công trình kinh tế. Để đánh giá khả năng ứng dụng của thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam, cần phải có những nghiên cứu sự phù hợp của môi trường thời tiết và tiến hành các thí nghiệm về loại vật liệu này tại vị trí các công trình cầu thực tế. Dựa trên kết quả nghiên cứu ban đầu và kết quả đo đạc môi trường và thử nghiệm phơi mẫu thép chịu thời tiết tại các vùng miền ở Việt Nam, bài báo đã đưa ra đánh giá việc sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam.

---

#### Abstract

##### *Keywords:*

Environments to use;  
Weathering steels,  
Exposure testing; Bridge construction

Weathering steels are low alloyed steel containing small amount of alloying elements such P, Cu, Cr, Ni... and so on, which are intentionally added to increase atmospheric corrosion resistance by creating a self-protecting oxide layer for background metal. Weathering steel structure built in suitable conditions will not need to paint. Costs for weathering steel painting in construction and repainting after construction will not be necessary. Thus, weathering steel constructions are called economical constructions. So, It is necessary to have investigations and statistics for point out areas with suitable environments to use weathering steels. In order to assess the applicability of weathering steel in bridge construction in Vietnam, it is necessary to investigate the suitability of the weathering environment and carry out the test about this material at the location of the actual bridge. Based on the results of initial research and the results of environmental measurements and exposure testing of weathering steels in some parts of Vietnam, the paper assesses the using of weathering steels in bridge construction in Vietnam.

---

Ngày nhận bài: 24/7/2018

Ngày nhận bài sửa: 14/9/2018

Ngày chấp nhận đăng: 15/9/2018

---

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thép chịu thời tiết tuy đã được áp dụng tại Việt Nam từ chục năm nay nhưng nó vẫn như là một loại vật liệu mới đối với nhiều người. Dưới điều kiện môi trường khí quyển thích hợp, thép chịu thời tiết có thể sử dụng mà không cần sơn bởi tốc độ ăn mòn của nó rất nhỏ, không đáng kể. Khi thép chịu thời tiết được sử dụng cho các kết cấu thép, chi phí sẽ giảm do không cần tốn chi phí sơn ban đầu và chi phí sơn lại như thép thông thường, điều này, mang lại lợi ích kinh tế rất lớn. Qua nghiên cứu cho thấy, nếu sử dụng thép chịu thời tiết làm cầu thì chi phí sẽ giảm được khoảng 9% so với việc sử dụng thép thường (Hình 1) [1].

PAINTED VS. UNPAINTED COST		
TYPE	Gr. 50	Gr. 50W
STEEL WEIGHT	5151 T	5151 T
MAT., FAB., LABOR & TRANS.	\$5.57 M	\$5.86 M
ERECTION	\$0.47 M	\$0.47 M
SHOP PAINT	\$0.38 M	\$0.03 M
FIELD PAINT	\$0.54 M	\$0.01 M
TOTAL	\$6.96 M	\$6.37 M
DIFFERENCE = 9.2%		

**Hình 1.** Số liệu về chi phí chế tạo giữa thép thường và thép chịu thời tiết của Viện Sắt và Thép Hoa Kỳ (Gr.50 là thép thường; Gr.50W là thép chịu thời tiết)

Ở Việt Nam, chỉ tính riêng vùng đồng bằng sông Cửu Long, với mạng lưới sông ngòi chằng chịt, người ta ước tính trong tương lai phải cần đến khoảng 30.000 cây cầu lớn nhỏ. Qua nghiên cứu bước đầu chỉ ra rằng, nước ta có rất nhiều vùng phù hợp với việc sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu. Nếu xây dựng các cầu này bằng thép chịu thời tiết thì chúng ta có thể giảm thiểu công việc bảo trì và chi phí do không cần sơn và sơn lại, mang lại lợi ích kinh tế rất lớn. Tuy nhiên, cần phải có việc điều tra, thống kê, đánh giá và chỉ ra các vùng miền có môi trường phù hợp với việc sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu [6].

Cho đến nay, đã có một số kết quả thí nghiệm phối mẫu của thép chịu thời tiết và nghiên cứu về cầu thép chịu thời tiết ở Việt Nam được công bố. Tuy nhiên, chưa có một tài liệu nào công bố kết quả nghiên cứu về khả năng sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở các vùng miền có môi trường phù hợp tại Việt Nam. Do vậy, bài báo này, dựa trên kết quả nghiên cứu thí nghiệm phối mẫu thép chịu thời tiết thực tế và kết quả nghiên cứu bước đầu của đề tài cấp Bộ Giao thông vận tải: “Nghiên cứu đánh giá, lựa chọn loại vật liệu thép chịu thời tiết phù hợp cho xây dựng cầu ở các vùng có đặc điểm môi trường khác nhau ở Việt Nam” đưa ra đánh giá thép kết cấu chịu thời tiết sử dụng trong xây dựng cầu tại Việt Nam.

## 2. TỔNG QUAN VỀ THÉP CHỊU THỜI TIẾT VÀ CẦU THÉP CHỊU THỜI TIẾT

### 2.1. Tổng quan về thép chịu thời tiết

Thép chịu thời tiết là thép hợp kim thấp được thêm một lượng nhỏ các chất phụ gia như Cu, Cr, Ni và P trong thành phần của nó so với thép thông thường. Do có các chất phụ gia, một lớp gỉ với mật độ khá dày đặc được hình thành để tạo thành rào cản chống lại sự xâm nhập của các chất ăn mòn. Các yếu tố chống ăn mòn này tập trung vào lớp gỉ dưới môi trường ăn mòn khí quyển. Lớp gỉ dày đặc (lớp chống gỉ) được hình thành trên bề mặt của thép chịu thời tiết ngăn cản sự lan truyền thâm thấu của các yếu tố ăn mòn như oxy, nước và một số ion. Lớp vỏ bảo vệ

được hình thành dưới điều kiện ướt và khô vừa phải ở môi trường muối trong không khí thấp. Đặc tính của thép hợp kim chứa các chất trên hạn chế được việc giảm bề dày của thép, làm tốc độ ăn mòn kết cấu thấp đi trong khoảng thời gian dài, do vậy giữ được khả năng chịu tải lâu dài của kết cấu.

Thép chịu thời tiết đã được qui định tại các tiêu chuẩn TCVN, ISO, JIS, ASTM, EN và các tiêu chuẩn khác.

Tại Việt Nam, tiêu chuẩn về thép chịu thời tiết là TCVN 11791:2017.

Tại Mỹ, các tiêu chuẩn về thép chịu thời tiết là ASTM A588/A588M, ASTM A871/A871M và ASTM G101.

Tại châu Âu, tiêu chuẩn về thép chịu thời tiết là EN 10025:2004.

Tại Nhật Bản, các tiêu chuẩn về thép thời tiết là JIS G 3114 và JIS G 3140. Thép thời tiết được tăng thành phần niken từ 1 đến 3% sẽ có tính chống ăn mòn cao đối với muối trong không khí.

## 2.2. Tổng quan về cầu thép chịu thời tiết

Hiện nay, thép chịu thời tiết được sử dụng rộng khắp trên thế giới, đặc biệt trong xây dựng cầu.

Tại Mỹ, theo số liệu được công bố của hãng NYSDOT thì ngay trong năm 1990 có đến 95% cầu do hãng này xây dựng là cầu thép chịu thời tiết. Chỉ tính riêng hãng NYSDOT, đến năm 2000 hãng này đã xây dựng hơn 1200 cây cầu là cầu thép chịu thời tiết ở Mỹ. Cho đến nay, hãng này đã xây dựng được hàng ngàn cây cầu bằng thép chịu thời tiết trên đất Mỹ.

Tại châu Âu, thép kết cấu chịu thời tiết được áp dụng rất rộng rãi trong xây dựng các công trình cầu, nhất là các công trình cầu vượt đường sắt và cầu vượt đường bộ. Trong những năm gần đây, một số lượng lớn cầu bằng thép chịu thời tiết đã được xây dựng tại khắp các nước thuộc châu Âu. Các công trình cầu thép chịu thời tiết không những được xây dựng ở các nước nằm sâu trong lục địa như Cộng hòa Séc, Áo, Slovakia mà còn áp dụng rộng rãi ngay cả tại các nước được biển bao bọc như Anh hoặc Scotlen.

Tại Úc và New Zealand, do các nước này được bao bọc xung quanh là biển nên môi trường áp dụng thép chịu thời tiết không được thuận lợi như tại các nước nằm sâu trong lục địa. Nhiều nghiên cứu đã đề cập đến việc phân loại các vùng khí quyển tại Úc và New Zealand có ảnh hưởng đến sự ăn mòn của thép và độ bền của lớp sơn phủ. Kết cấu thép nằm trong một môi trường khắc nghiệt đòi hỏi tiêu chuẩn bảo vệ chống ăn mòn cao hơn nhiều so với môi trường bình thường. Mặc dù điều kiện môi trường khắc nghiệt nhưng Úc và New Zealand vẫn có những vùng thích hợp để xây dựng cầu bằng thép chịu thời tiết.

Nhật Bản là nước sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu với khối lượng rất lớn. Ở Nhật Bản đã có hơn 6.500 cây cầu được xây dựng bằng thép chịu thời tiết. Hàng năm tại nước này, người ta xây dựng thêm khoảng gần 200 cây cầu mới bằng loại thép chịu thời tiết. Hiện nay, khoảng 25% các cầu thép ở Nhật Bản được làm bằng thép thời tiết.

Tại Việt Nam, việc áp dụng thép chịu thời tiết để xây dựng cầu đã được triển khai từ hơn chục năm trở lại đây. Hầu hết các cầu bằng thép chịu thời tiết của nước ta đều do tổ chức JICA của Nhật Bản tài trợ xây dựng. Những cây cầu bằng thép chịu thời tiết này được xây dựng rộng khắp trên các miền của đất nước, từ Bắc vào Nam và có thể kể ra một số cầu như sau:

Ở miền Bắc: Cầu Kê Chiêng tại huyện Tân Kỳ tỉnh Nghệ An; Cầu Bản Khoang tại huyện Quế Phong tỉnh Nghệ An; Cầu Thạch Quảng tại huyện Thạch Thành tỉnh Thanh Hoá.

Ở miền Trung: Cầu Lộ Ngãi tại huyện Bảo Lâm tỉnh Lâm Đồng; Cầu Nông trường bò sữa tại huyện Đơn Dương tỉnh Lâm Đồng; Cầu Rossi tại huyện Buôn Hồ tỉnh Đắk Lắk; Cầu Pak

Poto tại huyện Lâm Hà tỉnh Lâm Đồng; Cầu Ngọc Ráo tại huyện Đặc Hà tỉnh Kon Tum; Cầu Dakro Ong tại huyện Tu mơ rộng tỉnh Kon Tum.

Tại Miền Nam: Cầu Cái Nai tại huyện Chợ Mới tỉnh An Giang; Cầu Kênh Tứ tại huyện Tháp Mười tỉnh Đồng Tháp; Cầu Rạch Ró tại huyện Tân Uyên tỉnh Bình Dương; Cầu Sóc Triết tại huyện Tri Tôn tỉnh An Giang; Cầu Xe Be tại huyện Tân Biên tỉnh Tây Ninh; Cầu số 5 tại huyện Bù Đăng tỉnh Bình Phước.

### 3. MÔI TRƯỜNG SỬ DỤNG THÉP CHỊU THỜI TIẾT

#### 3.1. Sự ăn mòn của môi trường

Các yếu tố môi trường ảnh hưởng mạnh đến sự ăn mòn của thép chịu thời tiết bao gồm lượng muối trong không khí, nhiệt độ, độ ẩm tương đối, lượng sulfur oxit... Độ lớn của các yếu tố này (mức ăn mòn) thường được biểu diễn bằng giá trị trung bình hàng năm.

Ví dụ: Lượng muối trong không khí, được biểu hiện bằng lượng muối mỗi ngày trung bình trong một năm. Đơn vị xác định lượng muối này là  $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{ngày}$  ( $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$  - 1mg muối bám trên diện tích  $1\text{dm}^2$  trong 1 ngày), viết tắt là mdd. Độ ẩm thường được biểu hiện bằng thời gian ẩm đo được từ giá trị trung bình hàng năm (TOW).

Các yếu tố môi trường được thể hiện bởi ba đại lượng chính sau đây:

- Lượng muối NaCl trong không khí trung bình hàng năm (mdd);
- Độ ẩm trung bình hàng năm (TOW) (h/năm);
- Số lượng sulfur oxit SOx trong không khí trung bình hàng năm (mdd).

Theo tiêu chuẩn TCVN 11791:2017, thép chịu thời tiết phải được sử dụng trong môi trường thích hợp, đáp ứng các đặc tính yêu cầu. Môi trường phù hợp là những vùng có những yêu cầu sau đây:

- Mức muối trong không khí trung bình hàng năm tối đa là 0,05 mdd.
- Thời gian ẩm hàng năm (Time of Wetness - TOW) tối đa ở mức 6100 giờ/năm hoặc độ ẩm trung bình hàng năm tối đa là 85%. Nếu TOW lớn hơn 6100 giờ/năm (độ ẩm trung bình hàng năm lớn hơn 85%), tiến hành thử nghiệm trong nhiều năm nhằm xác minh tính phù hợp của thép chịu thời tiết.

- Hàm lượng oxit lưu huỳnh SO<sub>3</sub> trung bình trong khí quyển không vượt quá 2,1 mg trên  $100\text{cm}^2$  mỗi ngày.

Cũng theo tiêu chuẩn TCVN 11791:2017, đặc tính yêu cầu của thép chịu thời tiết phải thỏa mãn về điều kiện giảm độ dày trong thời gian khai thác. Giá trị giảm độ dày của thép phải nằm trong phạm vi không ảnh hưởng đến khả năng chịu tải của cầu theo thiết kế, theo đó: Lượng hao mòn hàng năm tối đa của thép chịu thời tiết là 0,03 mm. Giá trị giảm độ dày của cho phép ở một mặt của thép là 0,3 mm trong 50 năm.

Theo phương pháp đo lượng muối trong không khí, có phương pháp nền ướt, phương pháp băng gạc và phương pháp nghiên cứu công trình công cộng. Phương pháp nghiên cứu công trình công cộng được phát triển tại Cơ quan nghiên cứu công trình công cộng. Phương pháp này được sử dụng ở những vị trí có nước mưa. Và tại những vị trí ấy, phương pháp này là duy nhất.

Các công cụ của phương pháp gạc có thể dễ dàng chuẩn bị. Tuy nhiên, ở những nơi có mưa, cần phải che chắn để nước mưa không bắn vào tấm gạc. Vị trí dưới dầm cầu, vì không bị mưa, nên phương pháp gạc thường được sử dụng.

Ở Châu Âu và Hoa Kỳ, phương pháp nền ướt được sử dụng rộng rãi. Còn ở Nhật Bản, phương pháp gạc thường được sử dụng. Phương pháp gạc và phương pháp nền ướt được qui định tại JIS Z 2382.

### 3.2. Môi trường sử dụng

Về khả năng sử dụng của thép chịu thời tiết: Khả năng này được xem xét dựa trên lượng muối trong không khí và thời gian ẩm. Đây là những thông số về môi trường sử dụng được cho là ảnh hưởng đáng kể nhất đến sự tồn thất do ăn mòn của thép chịu thời tiết.

Nước Việt Nam trải dài từ Bắc vào Nam và có đường bờ biển dài. Do đó, khi sử dụng thép chịu thời tiết cho cầu, cần xem xét đầy đủ ảnh hưởng của lượng muối trong không khí. Ngoài ra, do các vùng của Việt Nam có khí hậu khác nhau, cần phải xem xét ảnh hưởng của lượng ẩm trung bình.

#### 3.2.1. Thép thời tiết thông dụng

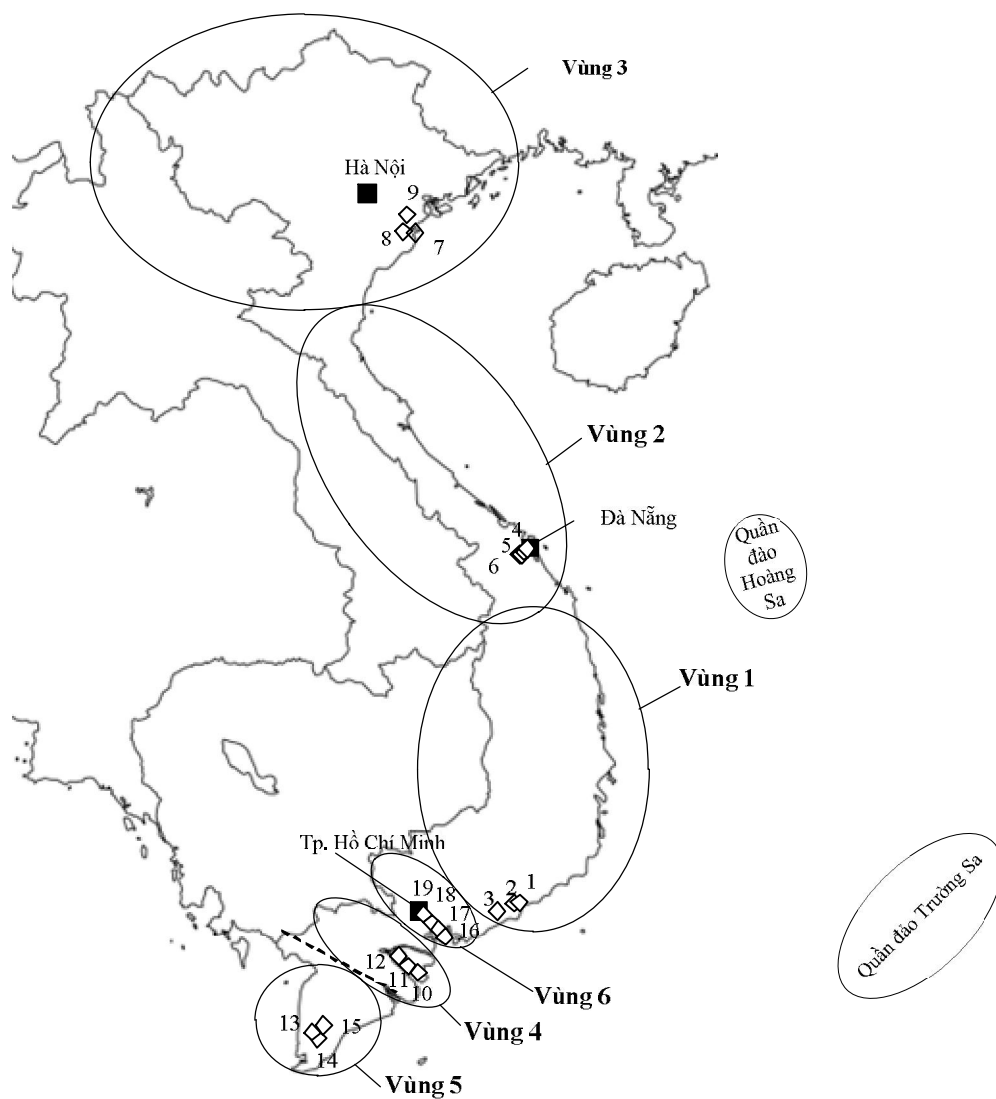
Thép thời tiết thông dụng là các loại thép được đề cập tại tiêu chuẩn TCVN 11791:2017. Thông qua việc thử nghiệm phơi mẫu và nghiên cứu dự báo ăn mòn cho thấy, lượng muối trong không khí trung bình hàng năm từ 0,05 mdd trở xuống là môi trường thích hợp đối với thép thời tiết thông dụng. Ngoài ra, thông qua nghiên cứu thấy rằng, thép chịu thời tiết có thể sử dụng được ở những nơi mà sự mất mát bề mặt do ăn mòn là 0,03 mm hoặc ít hơn sau một năm thử nghiệm tiếp xúc. Lượng sulfur oxit dao động trong khoảng từ 0 đến 0,134 mdd. Tuy nhiên, mối tương quan giữa lượng sulfur oxit với sự mất ăn mòn rất yếu, do đó không cần phải quan tâm nhiều đến lượng sulfur oxit này.

Trong khoảng gần 5 năm trở lại đây, một số thử nghiệm tiếp xúc của thép chịu thời tiết đã được tiến hành ở Việt Nam.

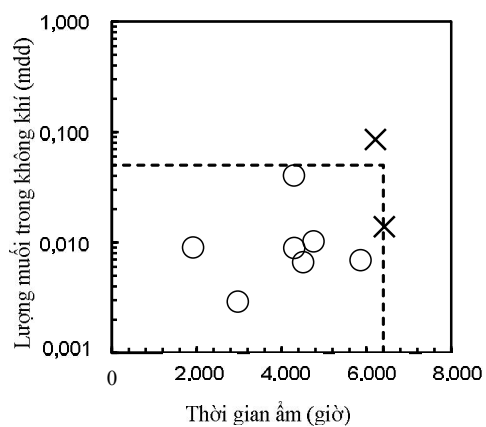
Khi thử nghiệm, việc xem xét đặc trưng của khí hậu và địa lý ở Việt Nam đã được đặt ra. Nhiệt độ và độ ẩm tương đối tại các vùng lãnh thổ ở Việt Nam có khác biệt lớn, do địa hình trải dài từ Bắc vào Nam với điều kiện khí hậu nhiệt đới gió mùa khác nhau [7]. Vì vậy, để điều tra ảnh hưởng của nhiệt độ và độ ẩm tương đối đến sự ăn mòn thép chịu thời tiết, các vùng miền từ Bắc đến Nam của Việt Nam được phân bố theo điều kiện môi trường thực tế (xem Hình 2). Mặt khác, cần thiết xem xét sự ảnh hưởng của muối trong không khí đến đặc tính ăn mòn, bởi vì Việt Nam có bờ biển trải dài. Hơn nữa, để điều tra sự ảnh hưởng của muối trong không khí đến đặc tính ăn mòn, việc lựa chọn một số địa điểm thử nghiệm phơi mẫu với khoảng cách khác nhau từ bờ biển tại mỗi vùng đã được tiến hành.

Mối quan hệ giữa lượng muối trong không khí, độ ẩm tương đối và khả năng ứng dụng của thép thời tiết được thể hiện trong Hình 2. Dấu tròn cho thấy kết quả giảm độ dày trong năm đầu tiên là 0,03 mm hoặc ít hơn và độ dày giảm chiều dày sau 50 năm kể từ lần kiểm tra tiếp xúc nhiều năm là 0,3 mm hoặc thấp hơn. Dấu X cho thấy kết quả giảm độ dày trong năm đầu tiên vượt quá 0,03 mm hoặc độ dày tổn thất ước tính sau 50 năm kể từ lần kiểm tra phơi mẫu nhiều năm vượt quá 0,3 mm [3].

Như thể hiện trong Hình 3, thép chịu thời tiết có thể được áp dụng khi lượng muối trong không khí là 0,05 mdd hoặc nhỏ hơn và thời gian ẩm trong năm là 6400 giờ hoặc thấp hơn (độ ẩm tương đối là 85% hoặc thấp hơn).



**Hình 2.** Các vùng lãnh thổ và các khu vực phơi mẫu thử nghiệm



**Hình 3.** Điều kiện có thể áp dụng của thép chịu thời tiết đối với lượng muối trong không khí và thời gian ẩm

### 3.2.2. Thép chịu thời tiết đặc tính cao và thép thời tiết mới được phát triển

Thép chịu thời tiết đặc tính cao và thép thời tiết mới phát triển đòi hỏi độ bền chống ăn mòn cao trong điều kiện môi trường có lượng muối trong không khí và độ ẩm cao hơn mức qui định đối với thép chịu thời tiết thông dụng và có những đặc điểm sau [2]:

- a) Được nghiên cứu tính chống ăn mòn bằng phương pháp tiếp xúc tại Việt Nam;
- b) Lượng mất mát độ dày trong năm đầu tiên là 0,03 mm hoặc ít hơn và tổn thất độ dày ước tính sau 50 năm kể từ lần đầu thử nghiệm là 0,3 mm hoặc thấp hơn.

## 4. ĐÁNH GIÁ VIỆC SỬ DỤNG THÉP CHỊU THỜI TIẾT TẠI CÁC VÙNG MIỀN

### 4.1. Kết quả đo các yếu tố về môi trường trên mỗi vị trí thử nghiệm phơi mẫu

Bảng 1 giới thiệu kết quả đo các yếu tố về môi trường trên mỗi vị trí thử nghiệm phơi mẫu. Trong các vùng 1, 4, 5, 6 ở phía Nam, nhiệt độ trung bình là khoảng 28 đến 29,5°C và độ ẩm tương đối trung bình là khoảng 70 đến 80%. Trong vùng 2 ở miền Trung, nhiệt độ trung bình là khoảng 27 đến 28°C và độ ẩm tương đối trung bình là khoảng 75 đến 80%. Trong vùng 3 phía Bắc, nhiệt độ trung bình là khoảng 24 đến 26°C và độ ẩm tương đối trung bình là khoảng 75 đến 80%. Vùng 3 có nhiệt độ thấp hơn và độ ẩm tương đối cao hơn so với các vùng khác. Điều đó thể hiện xu hướng về nhiệt độ giảm và độ ẩm trung bình tăng từ phía Nam ra phía Bắc ở Việt Nam.

**Bảng 1.** Kết quả đo các yếu tố về môi trường trên mỗi vị trí thử nghiệm phơi mẫu

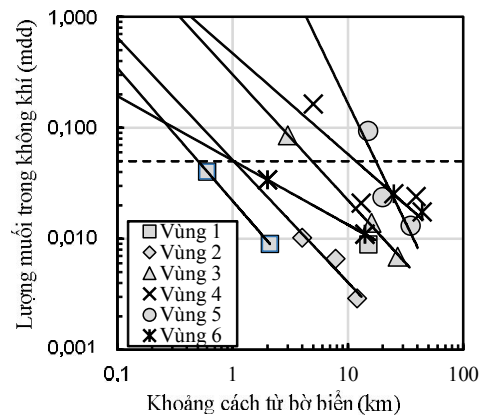
Vùng	TT	Vị trí thử nghiệm	Khoảng cách từ bờ biển (km)	Lượng muối trong không khí (mdd)	Nhiệt độ trung bình (°C)	Độ ẩm tương đối trung bình (%)	Thời gian ẩm (giờ)	Vĩ độ	Kinh độ
1	1	Cầu Phú Hải	0,6	0,040	27,8	78,2	4300	10°56'	108°08'
	2	Cầu Cà Ty	2,1	0,009	29,2	70,8	1922	10°56'	108°05'
	3	Cầu Sông Phan	15	0,009	28,3	78,4	4309	10°51'	107°49'
2	4	Cầu Đò Xu	4	0,010	27,8	79,0	4765	16°01'	108°13'
	5	Cầu Đò	7,8	0,007	27,6	78,1	4520	16°00'	108°11'
	6	Cầu Tụy Loan	12	0,003	27,8	75,1	2975	15°59'	108°04'
3	7	Cầu Diêm Điền	3	0,086	24,6	84,5	6222	20°33'	106°34'
	8	Cầu Vô Hối	16	0,014	24,5	85,2	6433	20°33'	106°26'
	9	Cầu Xe	27	0,007	25,9	83,6	5871	20°47'	106°28'
4	10	Cầu Bến Chùa	5	0,164	27,8	81,2	5178	9°44'	106°31'
	11	Cầu số 7	13	0,021	28,5	73,8	2449	9°49'	106°28'
	12	Cầu Ba Sĩ	39	0,024	28,4	74,3	2773	9°56'	106°17'
5	13	Cầu Vàm Đĩnh	15	0,094	28,7	73,0	2326	8°55'	104°56'
	14	Cầu Cựa Gà	20	0,024	29,2	73,5	2317	8°49'	105°01'
	15	Cầu Phan Ngọc Hiển	35	0,013	29,1	72,2	2659	9°10'	105°09'
6	16	Cầu Hà Thanh	2	0,034	29,1	75,9	3151	10°24'	106°54'
	17	Cầu Dân Xây	14	0,011	28,5	73,3	2378	10°30'	106°52'
	18	Cầu An Nghĩa	25	0,026	29,4	69,6	1764	10°35'	106°50'
	19	Cầu Kỳ Hà	44	0,017	28,6	75,1	3309	10°45'	106°46'

### 4.2. Đánh giá mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và lượng muối trong không khí

Hình 4 thể hiện mối quan hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và lượng muối trong không khí. Ở mỗi vùng, lượng muối trong không khí giảm khi khoảng cách từ bờ biển tăng.

Trên cơ sở kết quả thử nghiệm này, việc điều chỉnh phù hợp hồi quy tuyến tính đã được thực hiện và đánh giá khoảng cách từ bờ biển, nơi mà lượng muối trong không khí là 0,05 mdd hoặc thấp hơn ở mỗi vùng như sau:

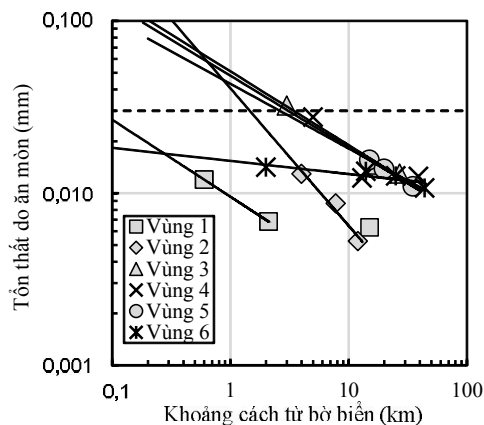
- 1) Vùng 1:  $\geq 0,5\text{km}$
- 2) Vùng 2:  $\geq 0,9\text{km}$
- 3) Vùng 3:  $\geq 4,9\text{km}$
- 4) Vùng 4:  $\geq 11,7\text{km}$
- 5) Vùng 5:  $\geq 17,5\text{km}$
- 6) Vùng 6:  $\geq 1,0\text{km}$



**Hình 4.** Mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và lượng muối trong không khí

#### 4.3. Đánh giá mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và tổn thất do ăn mòn

Hình 5 thể hiện mối quan hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất. Ở mỗi vùng, sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất giảm khi khoảng cách từ bờ biển tăng.



**Hình 5.** Mối liên hệ giữa khoảng cách từ bờ biển và tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất

Từ kết quả này, việc điều chỉnh phù hợp hồi quy tuyến tính đã được thực hiện và đánh giá khoảng cách từ bờ biển, nơi mà sự tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất là 0,03mm hoặc thấp hơn trong mỗi vùng như sau:

- 1) Vùng 1:  $\geq 0,1$  km
- 2) Vùng 2:  $\geq 1,5$  km
- 3) Vùng 3:  $\geq 3,4$  km
- 4) Vùng 4:  $\geq 2,6$  km
- 5) Vùng 5:  $\geq 3,1$  km
- 6) Vùng 6:  $\geq 1,2$  km

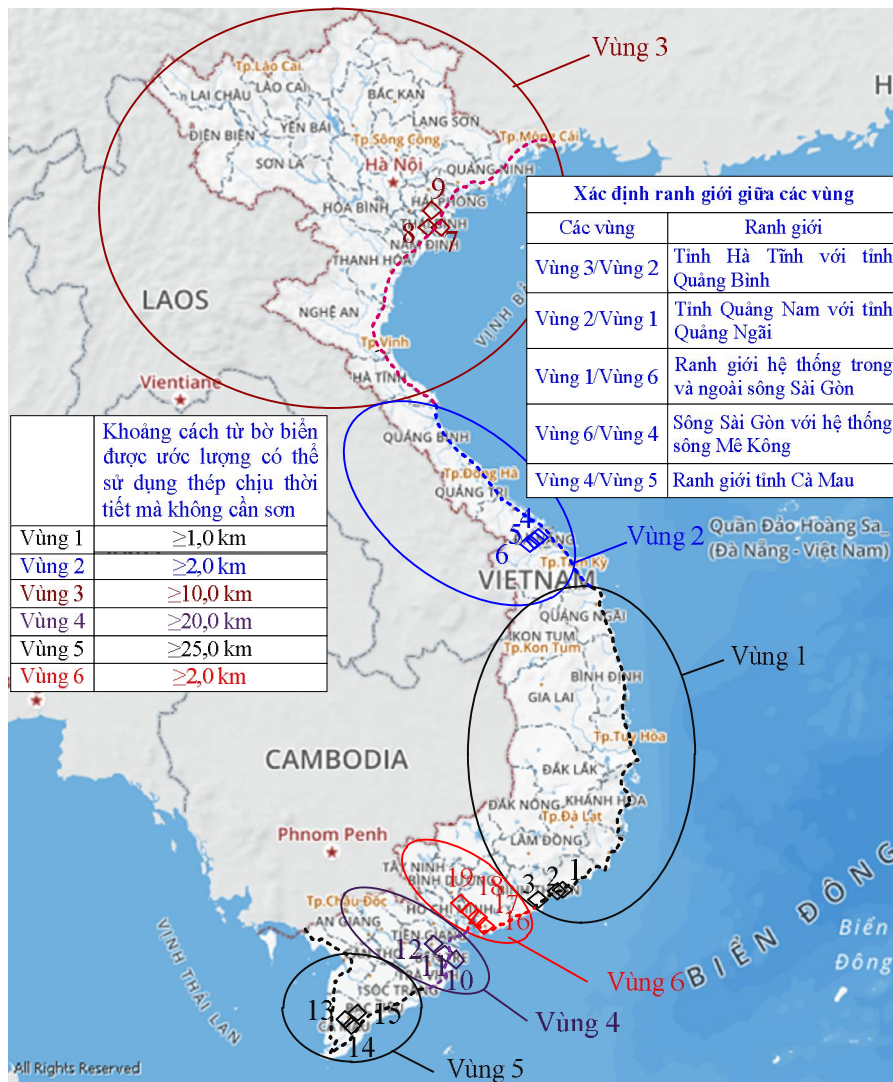
#### 4.4. Đánh giá sử dụng thép chịu thời tiết thông dụng trong xây dựng cầu

Trong thử nghiệm phơi mẫu thép chịu thời tiết, Việt Nam được chia thành nhiều vùng do khí hậu của Việt Nam và sự tồn tại của con sông lớn. Dựa trên kết quả đo lường môi trường và kết quả kiểm tra tiếp xúc trong từng khu vực, nếu thời gian ẩm trong năm là 6400 giờ hoặc ít hơn (hoặc độ ẩm tương đối là 85% hoặc thấp hơn) ở một điểm cách xa bờ biển hơn khoảng cách từ đường bờ biển thể hiện trong Bảng 2, thép chịu thời tiết thông thường được chỉ định trong TCVN 11791:2017 có thể được áp dụng mà không cần đo lường muối trong không khí hoặc không cần thực hiện các phép thử phơi mẫu.

Dựa vào các kết quả trên, khoảng cách từ bờ biển mà thép chịu thời tiết có thể được sử dụng ở Việt Nam đã được làm rõ. Kết quả đánh giá sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam được thể hiện trong bảng 2 và trên bản đồ nước ta tại Hình 6.

**Bảng 2.** Kết quả đánh giá sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam

	Khoảng cách từ bờ biển, nơi mà lượng muối trong không khí là <b>0,05 mdd</b>	Khoảng cách từ bờ biển, nơi mà tổn thất do ăn mòn của năm thứ nhất là <b>0,03 mm</b>	Khoảng cách từ bờ biển được ước lượng có thể sử dụng thép chịu thời tiết mà không cần sơn
<b>Vùng 1</b>	0,5 km	0,1 km	<b><math>\geq 1,0</math> km</b>
<b>Vùng 2</b>	0,9 km	1,5 km	<b><math>\geq 2,0</math> km</b>
<b>Vùng 3</b>	4,9 km	3,4 km	<b><math>\geq 10,0</math> km</b>
<b>Vùng 4</b>	11,7 km	2,6 km	<b><math>\geq 20,0</math> km</b>
<b>Vùng 5</b>	17,5 km	3,1 km	<b><math>\geq 25,0</math> km</b>
<b>Vùng 6</b>	1,0 km	1,2 km	<b><math>\geq 2,0</math> km</b>



Hình 6. Bản đồ phân vùng sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu

#### 4.5. Đánh giá sử dụng thép thời tiết hiệu suất cao và thép thời tiết mới phát triển trong xây dựng cầu

Đối với thép thời tiết hiệu suất cao và thép thời tiết mới phát triển, việc đánh giá môi trường áp dụng và khu vực áp dụng được thực hiện căn cứ vào phương pháp thử nghiệm tiếp xúc đang được tiến hành.

### 5. KẾT LUẬN

Việc đánh giá sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam được thực hiện thông qua thử nghiệm phơi mẫu tại các vùng miền ở Việt Nam. Thông qua thử nghiệm tiếp xúc của các mẫu thép chịu thời tiết, những đánh giá có thể được tổng hợp như sau:

- Thép chịu thời tiết thông dụng có thể được sử dụng mà không cần sơn khi lượng muối trong không khí dưới 0,05mdd và thời gian ẩm dưới 6.400 giờ (độ ẩm tương đối dưới 85%).
- Đối với thép chịu thời tiết thông dụng, dựa vào các kết quả thử nghiệm đã thực hiện, khoảng cách từ bờ biển của những vị trí tại các vùng miền khác nhau tại Việt Nam mà thép chịu

thời tiết có thể được sử dụng đã được làm rõ và được thể hiện trên Bản đồ phân vùng sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu. Kết quả đánh giá các vùng miền phù hợp với việc sử dụng thép chịu thời tiết trong xây dựng cầu ở Việt Nam được thể hiện trong nội dung của bài báo này.

- Đối với thép chịu thời tiết hiệu suất cao và thép thời tiết mới phát triển, tại những vùng miền sử dụng được thép chịu thời tiết thông dụng hoàn toàn có thể sử dụng được chúng để xây dựng cầu.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. American Iron and Steel Institute, Performance of Weathering Steel in Highway Bridges, 1995.
- [2]. Japan Road Association - JARA (2008), Specifications for Highway Bridges Part II Steel Bridges: Examination of Durability, Maruzen Co. Ltd., Japan, pp.81-86.
- [3]. Japan Society of Steel Construction - JSSC (2006), Potential and New Technologies of Weathering Steel Bridges, JSSC Technical Report, pp.181-184.
- [4]. Đặng Đăng Tùng, Trần Duy Khanh, S. Miura, I. Kage, T. Okamoto, E. Iwasaki (2013), Đánh giá ứng dụng thép chịu thời tiết trong điều kiện khí hậu ở Việt Nam, Tạp chí Giao thông Vận tải, 12, tr.14-17.
- [5]. S. Miura, S. Kage, I. Murase, M. Okamoto, T. Dang, and E. Iwasaki (2016), “Evaluation of applicability of weathering steel by exposure tests in Vietnam”, Proc., the 14th East Asia - Pacific Conf. on Structural Engineering and Construction, Ho Chi Minh City University of Technology and Construction Publishing House, Vietnam, pp. 1847-1854.
- [6]. S. Miura, I. Murase, Đặng Đăng Tùng, Lê Quý Thủy, Nguyễn Văn Thịnh (2017), Nghiên cứu sử dụng thép chịu thời tiết ở Việt Nam. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Việt Nam, Tập 18, số 7, 2017.
- [7]. T.H.L.Le, T.S. Pham and L.H. Hoang (2007), “Results of studying atmospheric corrosion in Vietnam 1995-2005”, Science and Technology of Advanced Materials, 8, pp.552-558.