

## Phần 2 - Thiết kế tổng thể và đặc điểm vị trí cầu

### 2.1. PHẠM VI ĐỀ CẬP

Quy định các yêu cầu tối thiểu về khổ giới hạn, bảo vệ môi trường, mỹ quan, nghiên cứu địa chất, kinh tế, khả năng thông xe, tính bền, khả năng thi công, khả năng kiểm tra và khả năng duy tu được. Các yêu cầu tối thiểu về an toàn giao thông được tóm lược.

Các yêu cầu tối thiểu về thiết bị thoát nước và các biện pháp tự bảo vệ chống nước và nước mặn cũng được đề cập.

Vì nhiều cầu bị phá hoại là do nguyên nhân xói lở nên các vấn đề về thủy văn và thủy lực được đề cập chi tiết.

### 2.2. CÁC ĐỊNH NGHĨA

**Bồi tích** - Sự tích lại chung và dần dần phù sa hoặc nâng cao trác dọc của lòng sông do phù sa bồi lắng.

**Lũ kiểm tra xói cầu** - Lưu lượng lũ dùng để tính toán xói lở nền móng khi phải kiểm toán cầu vượt sông theo trạng thái giới hạn đặc biệt. Trừ trường hợp có chỉ định khác của Chủ đầu tư, lũ kiểm toán xói cầu phải dùng lũ 500 năm.

**Vùng trống** - Vùng không có chướng ngại, tương đối bằng ở phía ngoài mép của làn xe để cho các xe đi nhầm có thể quay lại được. Làn xe ở đây không bao gồm lề hoặc làn phụ.

**Khổ giới hạn (tĩnh không)** - Khoảng không gian trống không có chướng ngại, được dành cho thông xe trên cầu hoặc thông xe dưới cầu hoặc thông thuyền dưới cầu.

**Xói mòn** - Sự hạ thấp chung và dần dần trác dọc của lòng sông do bị xói lâu ngày.

**Lưu lượng lũ thiết kế** - Lưu lượng nước lớn nhất mà cầu phải chịu không vượt quá các hạn chế của thiết kế được duyệt.

**Lũ thiết kế xói cầu** - Lưu lượng dùng để tính toán xói lở nền móng khi thiết kế cầu vượt sông theo trạng thái giới hạn (TTGH) cường độ và TTGH sử dụng. Trừ trường hợp có chỉ định khác của Chủ đầu tư, lũ thiết kế xói cầu phải dùng lũ 100 năm.

**Lũ thiết kế khẩu độ cầu** - Lưu lượng đỉnh và mực nước cao nhất ( có tính đến ảnh hưởng của sóng hay dòng triều, và ảnh hưởng của nước dâng khi cần thiết), mà ứng với nó cầu vượt sông hay vượt qua vùng ngập lũ được thiết kế mà không làm kết cấu bị ngập hay không gây ngập lụt quá mức cho phép. Trừ khi có chỉ định khác của Chủ đầu tư, lũ thiết kế cho khẩu độ cầu phải dùng lũ 100 năm.

**Hồ chứa nước** - Phương tiện quản lý nước mưa không cho chảy qua và xả nhất thời qua kết cấu xả nước đến hệ thống dẫn ở hạ lưu.

**Rãnh nhỏ giọt** - Vệt lõm ở đáy cầu kiện làm nước chảy trên mặt nhỏ xuống.

**Lũ 500 năm** - Lũ do mưa bão và/hoặc triều có tần suất xảy ra bằng hoặc vượt quá 0,2% trong bất kỳ năm cho trước nào.

**Xói chung** - Xói ở sông hoặc trên bãi mà không tập trung ở trụ hoặc ở vật cản khác trên dòng chảy. Ở một con sông xói chung thường tác động đến toàn bộ hoặc gần hết chiều rộng của sông do sự thu hẹp dòng chảy gây ra.

**Thủy lực** - Khoa học liên quan đến đặc trưng và dòng của chất lỏng, đặc biệt là trong ống cống và kênh, sông.

**Thủy văn** - Khoa học liên quan đến sự xuất hiện, phân bố và tuần hoàn của nước trên trái đất, bao gồm mưa, dòng chảy và nước ngầm.

**Xói cục bộ** - Ở sông hoặc trên bãi tập trung ở mố trụ hoặc vật cản khác trên dòng chảy.

**Lũ hỗn hợp** - Dòng lũ do hai hoặc nhiều nguyên nhân gây ra như triều cường kèm theo gió bão gây ra trên bờ.

**Lũ một trăm năm** - Lũ do mưa và /hoặc triều có khả năng xảy ra bằng hoặc vượt xác suất 1% trong bất kỳ năm cho trước nào.

**Lũ tràn** - Dòng lũ mà nếu vượt quá sẽ gây chảy tràn qua đường hoặc cầu, vượt qua đường phân chia lưu vực hoặc qua kết cấu xả khẩn cấp. Điều kiện xói xấu nhất có thể do lũ tràn gây ra.

**Cầu xả lũ** - Khoảng trống trong nền đường ở bãi sông để cho dòng chảy ở bãi vượt qua.

**Kết cấu chỉnh trị sông** - Một kết cấu nào đó được xây dựng trong dòng sông hoặc ở trên kè bên hoặc ở gần bờ để nắn dòng sông, gây bồi tích, giảm xói lở, hoặc bằng một số cách khác làm thay đổi dòng chảy và chế độ bồi lắng dòng sông.

**Lỗ thoát nước, ống thoát nước** - Thiết bị để thoát nước qua mặt cầu.

**Bề rộng đường người đi** - Khoảng không gian trống dành cho người đi bộ.

**Triều cường** - Triều ở biên độ tăng xảy ra hai tuần 1 lần khi trăng tròn và ở đầu tuần trăng.

**Sông ổn định** - Điều kiện tồn tại khi sông có độ dốc lòng và mặt cắt ngang cho phép vận chuyển nước và trầm tích từ lưu vực ở thượng nguồn mà không có xói mòn, bồi tích hoặc xói lở bờ đáng kể.

**Địa mạo sông** - Nghiên cứu về sông và bãi của nó có xét đến địa hình, hình thái chung của bề mặt đất và những thay đổi xảy ra do xói lở hoặc bồi tích.

**Siêu cao** - Độ nghiêng của mặt đường để cân bằng một phần lực ly tâm tác động vào xe trên đường cong nằm.

**Thủy triều** - Chu kỳ nâng và hạ của đại dương do hiệu ứng của mặt trăng và mặt trời tác động lên trái đất quay.

**Lưu vực** - Vùng địa phương nằm trong đường phân thủy, thường chỉ có một lối xả; tổng diện tích thoát nước gây nên dòng chảy ở một điểm duy nhất.

**Đường thủy** - Dòng nước, sông, ao, hồ, hoặc đại dương.

**Khẩu độ thoát nước** - Chiều rộng hoặc khoảng trống của cầu ở giai đoạn quy định, thường được đo theo hướng chính của dòng chảy.

## 2.3. CÁC ĐẶC TRƯNG VỊ TRÍ

### 2.3.1. VỊ TRÍ TUYẾN

#### 2.3.1.1. Tổng quát

Khi chọn vị trí cầu phải qua phân tích các phương án có xét về các mặt kinh tế, kỹ thuật, xã hội và môi trường có liên quan cũng như xét đến giá duy tu và kiểm tra kết cấu của nó và với tầm quan trọng tương đối của các mối liên quan trên.

Chú ý thoả đáng tới rủi ro có thể xảy ra, cần nghiên cứu chọn vị trí cầu tốt để:

- Thoả mãn các điều kiện gây ra bởi chướng ngại cần vượt;
- Thuận lợi cho việc thực hành hiệu quả công tác thiết kế, thi công, khai thác, kiểm tra và duy tu;
- Cung cấp mức độ mong muốn về phục vụ vận tải và an toàn; và
- Giảm thiểu các tác động bất lợi của đường đến môi trường.

#### 2.3.1.2. Các điểm vượt sông và bãi sông

Phải xác định các điểm vượt sông có xét đến giá thành xây dựng ban đầu và việc tối ưu hoá tổng giá thành công trình, bao gồm các công trình chỉnh trị sông và các biện pháp duy tu, bảo dưỡng cần thiết để giảm xói lở. Nghiên cứu phương án các vị trí vượt sông cần bao gồm các đánh giá về:

- Các đặc trưng thủy văn và thủy lực của sông và vùng ngập của nó, bao gồm sự ổn định dòng lũ lịch sử, biên độ và chu kỳ của thủy triều ở các vị trí vượt sông;
- Ảnh hưởng của cầu đối với phân bố lũ và nguy cơ xói ở móng cầu;
- Khả năng gây nên những rủi ro mới hoặc làm tăng những rủi ro do lũ;
- Những tác động đến môi trường trên sông và bãi.

Cầu và đường đầu cầu ở bãi sông cần được định vị và thiết kế có xét đến các mục đích và mục tiêu quản lý bãi sông gồm:

- Ngăn ngừa việc sử dụng và phát triển không kinh tế, nhiều rủi ro hoặc không thoả đáng đối với vùng bãi sông;
- Tránh những xâm phạm lớn về chiều ngang cũng như chiều dọc ở nơi có thể;
- Giảm đến mức tối thiểu các tác động bất lợi của đường và giảm bớt các tác động không tránh được ở nơi có thể;
- Phù hợp với các yêu cầu của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn
- Bồi tích và xói mòn dài hạn
- Các cam kết để được chấp thuận về mặt bảo vệ môi trường.

## 2.3.2. BỐ TRÍ VỊ TRÍ CẦU

### 2.3.2.1. Tổng quát

Vị trí và hướng tuyến của cầu cần được chọn để thoả mãn các yêu cầu về an toàn giao thông cả ở trên cầu và ở dưới cầu. Cần xét đến các thay đổi có thể có trong tương lai về hướng hoặc chiều rộng của đường sông, đường bộ hoặc đường sắt mà cầu vượt qua.

Tại nơi thích hợp cần xét trong tương lai có thêm các công trình cho các loại giao thông khác hoặc mở rộng cầu.

### 2.3.2.2. An toàn giao thông

#### 2.3.2.2.1. Bảo vệ kết cấu

Phải xét đến sự đi lại an toàn của xe cộ ở trên và dưới cầu. Rủi ro do xe đi nhầm trong khu trống cần được giảm đến mức tối thiểu bằng cách đặt những chướng ngại với một cự ly an toàn ở ngoài làn xe.

Cột trụ hoặc của các kết cấu khác mức cầu được bố trí phù hợp với khái niệm vùng trống như được nêu trong Tiêu chuẩn Thiết kế Đường. Ở nơi do những hạn chế thực tế về giá thành kết cấu, loại hình kết cấu, lưu lượng và tốc độ thiết kế của xe, việc bố trí nhịp, mặt nghiêng và địa thế không thực hiện được theo Tiêu chuẩn Thiết kế Đường thì trụ và tường chắn được dùng lan can hoặc thiết bị rào chắn khác bảo vệ. Lan can hoặc thiết bị rào chắn khác, nếu được, cần cho chịu lực độc lập, với mặt quay về phía đường của nó phải cách xa mặt đỡ trụ ít nhất là 600mm, nếu không thì phải đặt rào chắn cứng.

Mặt của lan can hoặc thiết bị khác phải đặt ở phía ngoài của lề đường ít nhất là 600mm.

#### **2.3.2.2.2. Bảo vệ người sử dụng**

Lan can phải đặt dọc theo mép kết cấu phù hợp với những yêu cầu ở Phần 13.

Tất cả các kết cấu bảo vệ phải có đầy đủ các đặc trưng bề mặt và sự chuyển tiếp để định hướng lại một cách an toàn các xe đi sai.

Trong trường hợp cầu di động, các biển báo nguy hiểm, đèn, chuông, cửa, rào chắn và các thiết bị an toàn khác phải được đặt để bảo vệ người đi bộ, người đi xe đạp và ô tô. Các thiết bị này phải được thiết kế để chúng hoạt động trước khi mở nhịp di động và duy trì cho tới khi nhịp này đã được đóng lại hoàn toàn.

Nếu Chủ đầu tư không yêu cầu khác thì các đường người đi bộ phải được bảo vệ bằng rào chắn.

#### **2.3.2.2.3. Tiêu chuẩn hình học**

Các yêu cầu của Tiêu chuẩn Thiết kế Đường phải được thoả mãn, trường hợp đặc biệt phải được chứng minh và lập hồ sơ. Chiều rộng của lề đường và kích thước của rào chắn giao thông phải đáp ứng các yêu cầu của Chủ đầu tư.

#### **2.3.2.2.4. Mặt đường**

Mặt đường trên cầu phải có đặc tính chống trượt, có sống đường, thoát nước và siêu cao phải phù hợp với Tiêu chuẩn Thiết kế Đường

#### **2.3.2.2.5. Va tàu thủy**

Kết cấu cầu phải được bảo vệ chống lực va tàu bằng bộ chống va, đập hoặc ụ bảo vệ và /hoặc phải được thiết kế để chịu được ứng lực va tàu như yêu cầu ở Điều 3.14.15.

### 2.3.3. TỈNH KHÔNG

#### 2.3.3.1. Thông thuyền

Giấy phép để xây dựng cầu qua đường thủy có thông thuyền phải do Cục Đường sông Việt Nam hoặc Cục Hàng hải Việt Nam cấp. Khổ giới hạn thông thuyền cả về chiều đứng lẫn chiều ngang phải được Chủ đầu tư xác lập với sự cộng tác của Cục Đường sông Việt Nam hoặc Cục Hàng hải Việt Nam. Trừ khi có chỉ định khác, khổ giới hạn thông thuyền phải tuân theo Bảng 2.3.3.1.1, lấy từ TCVN 5664-1992

**Bảng 2.3.3.1.1 - Khổ giới hạn thông thuyền trên các sông có thông thuyền**

Cấp đường sông	Khổ giới hạn tối thiểu trên mức nước cao có chu kỳ 20 năm (m)		
	Theo chiều ngang		Theo chiều thẳng đứng (trên toàn chiều rộng)
	Cầu qua sông	Cầu qua kênh	
I	80	50	10
II	60	40	9
III	50	30	7
IV	40	25	6 (thích hợp) 5 (tối thiểu)
V	25	20	3,5
VI	15	10	2,5

#### 2.3.3.2. Khổ giới hạn đứng của đường bộ

Khổ giới hạn đứng của các kết cấu đường bộ phải phù hợp với Tiêu chuẩn Thiết kế Đường. Cần nghiên cứu khả năng giảm khổ giới hạn đứng do lún của kết cấu cầu vượt. Nếu độ lún dự kiến vượt quá 25 mm thì cần được cộng thêm vào khổ giới hạn đã được quy định.

Khổ giới hạn đứng của các giá đỡ biển báo và các cầu vượt cho người đi bộ phải lớn hơn khổ giới hạn kết cấu của đường 300mm, và khổ giới hạn đứng từ mặt đường đến thanh giằng của kết cấu dàn vượt qua ở phía trên không được nhỏ hơn 5300mm.

#### 2.3.3.3. Khổ giới hạn ngang của đường bộ

Chiều rộng cầu không được nhỏ hơn chiều rộng của đoạn đường đầu cầu bao gồm cả lề hoặc bó vỉa, rãnh nước và đường người đi.

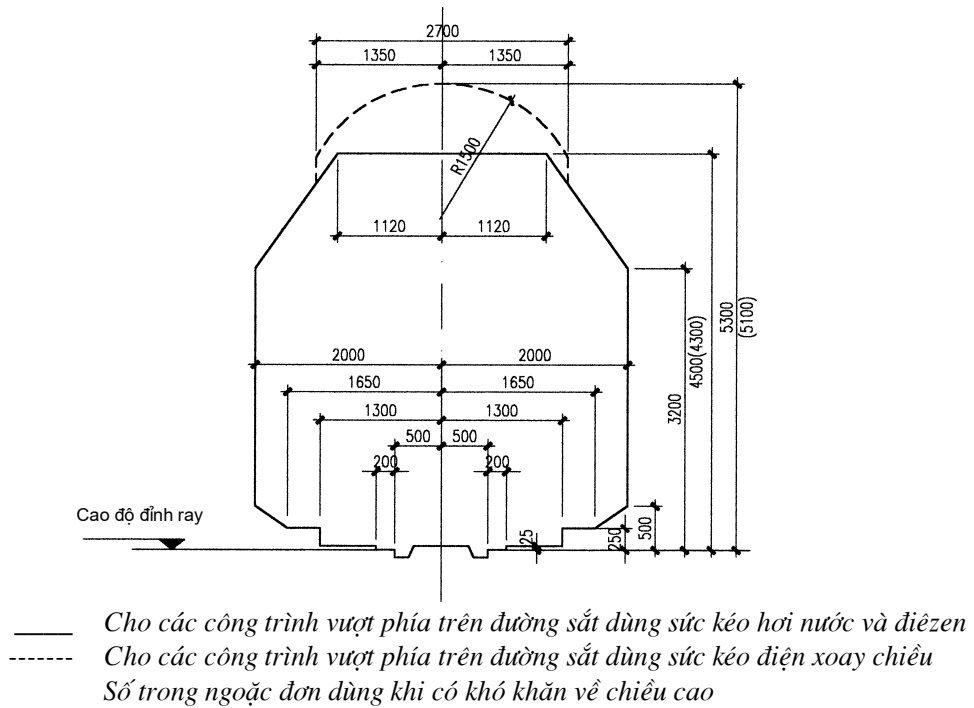
Khổ giới hạn ngang dưới cầu cần thỏa mãn các yêu cầu của Điều 2.3.2.2.1.

Không có vật thể nào ở trên hoặc ở dưới cầu, ngoài rào chắn, được định vị cách mép của làn xe dưới 1200mm. Mặt trong của rào chắn không được đặt cách mặt của vật thể đó hoặc mép của làn xe dưới 600mm.

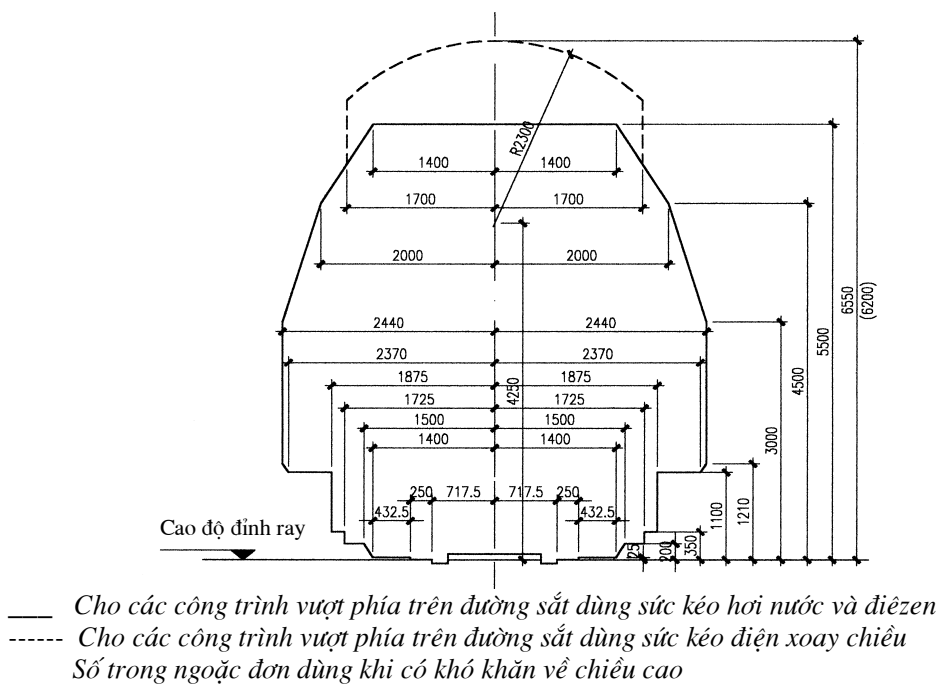
#### 2.3.3.4. Cầu vượt đường sắt

Các kết cấu được thiết kế để vượt đường sắt phải phù hợp với khổ giới hạn được quy định ở các Hình 1 và 2 và tuân theo các yêu cầu đặc biệt của Chủ đầu tư và Liên hiệp đường sắt Việt Nam (LHĐS).

Ghi chú: Khổ giới hạn dưới đây được sử dụng cho tuyến thẳng; với tuyến cong cầu theo 22TCN - 18 - 1979 - Phụ lục 1



**Hình 2.3.3.4-1 - Khổ giới hạn đường sắt trên đường thẳng trong khu gian (đường sắt khổ 1000mm)**



**Hình 2.3.3.4-2 - Khổ giới hạn đường sắt trên đường thẳng trong khu gian (đường sắt khổ 1435 mm)**

#### 2.3.4. MÔI TRƯỜNG

Tác động của cầu và đường đầu cầu đến dân cư địa phương, các di tích lịch sử, đất trồng và các vùng nhạy cảm về mỹ quan, môi trường và sinh thái đều phải được xem xét. Thiết kế phải tuân theo mọi luật lệ quy định về môi trường có liên quan, phải xem xét về địa mạo dòng sông, hệ quả của xói lở lòng sông, cuốn trôi cây cỏ gia cố nền đắp và trong trường hợp cần thiết còn phải xem xét những tác động đến động lực dòng triều cửa sông.

### 2.4. KHẢO SÁT MÓNG

#### 2.4.1. TỔNG QUÁT

Việc khảo sát tầng phủ, bao gồm công tác khoan và thí nghiệm đất phải được thực hiện theo các quy định ở Điều 10.4 để cung cấp các thông tin thích hợp và đầy đủ cho thiết kế kết cấu phần dưới. Loại hình và giá thành móng phải được xem xét trong nghiên cứu kinh tế và mỹ quan về định vị và chọn phương án cầu.

#### 2.4.2. NGHIÊN CỨU ĐỊA HÌNH

Phải thiết lập bản đồ hiện tại của cầu bằng bản đồ địa hình và ảnh. Nghiên cứu này bao gồm lịch sử vị trí trong quá trình di chuyển của các khối đất, xói lở của đất đá và sự uốn khúc của sông.

### 2.5. MỤC ĐÍCH THIẾT KẾ

#### 2.5.1. AN TOÀN

Trách nhiệm chính của kỹ sư thiết kế là phải đảm bảo an toàn cho dân chúng.

#### 2.5.2. KHẢ NĂNG KHAI THÁC

##### 2.5.2.1. Tính bền

###### 2.5.2.1.1. Vật liệu

Hồ sơ hợp đồng phải đòi hỏi vật liệu có chất lượng và việc chế tạo và lắp đặt với tiêu chuẩn cao.

Thép kết cấu phải có tính tự bảo vệ, hoặc được bảo vệ bằng hệ thống sơn có tuổi thọ cao hoặc hệ thống bảo vệ ca-tốt.

Cốt thép và tào cáp dự ứng lực trong bê tông ở vùng có hơi nước mặn hoặc chứa nước mặn phải được bảo vệ bởi một tổ hợp phủ keo ê-pô-xy thích hợp và /hoặc được mạ điện, hoặc bảo vệ ca-tốt. Bên ngoài còn có lớp bê tông bảo hộ không bị rỗ, có tỷ trọng và thành phần hoá học của bê tông thích hợp, bao gồm cả biện pháp sơn bề mặt bê tông để chống thấm khí



Các tạo thép dự ứng lực ở trong ống bọc phải được bơm vữa lấp lòng ống hoặc bằng cách khác để bảo vệ chống gỉ.

Phải có biện pháp bảo vệ các vật liệu để bị hư hỏng do bức xạ mặt trời và ô nhiễm không khí.

Phải xét đến tính bền của vật liệu tiếp xúc trực tiếp với đất và nước.

#### **2.5.2.1.2. Các biện pháp tự bảo vệ**

Cần làm những rãnh xoi nhỏ nước liên tục ở mặt dưới của mặt cầu bê tông và không cách mặt đầu dầm quá 250mm. Nơi mặt cầu bị đứt quãng bởi các khe co giãn được bịt kín thì mặt đỉnh mố trụ, trừ bộ gối cần làm dốc ít nhất là 5% ra phía mép. Với các khe co giãn kiểu hở, dốc này phải không nhỏ hơn 15%. Trường hợp dùng khe co giãn kiểu hở, gối cầu phải được bảo vệ chống tiếp xúc với nước mặn và rác rưởi.

Mặt đường ở khe co giãn cần giai đoạn và cần đặt thiết bị nối mặt cầu cho êm thuận.

Ván khuôn thép phải được bảo vệ chống gỉ theo yêu cầu của Chủ đầu tư.

#### **2.5.2.2. Khả năng kiểm tra**

Phải lắp đặt các thang, lối đi bộ, lối đi ven, hố vào có nắp đậy và cáp điện chiếu sáng nếu cần, để kiểm tra cầu khi mà các phương tiện kiểm tra khác không thực hiện được.

Nơi có thể, phải làm các lối vào bên trong các ngăn của cầu kiện hộp với chiều cao thông thủy đủ cao và tới các mặt tiếp xúc, nơi có các dịch chuyển tương đối, để có thể kiểm tra thủ công và bằng mắt.

#### **2.5.2.3. Khả năng duy tu**

Cần tránh dùng các hệ kết cấu khó duy tu. Nơi mà khí hậu và môi trường giao thông có thể ảnh hưởng xấu đến mức có thể phải thay mặt cầu trước khi hết tuổi thọ sử dụng của nó thì phải quy định trong hồ sơ hợp đồng về việc thay mặt cầu hoặc phải lắp đặt thêm kết cấu chịu lực.

Diện tích ở xung quanh bộ gối và ở dưới khe co giãn cần được thiết kế thuận tiện cho việc kích, làm vệ sinh, sửa chữa và thay gối cầu và khe co giãn.

Điểm kích phải được thể hiện trong bản vẽ và kết cấu phải được thiết kế chịu lực kích ghi ở Điều 3.4.3. Cần tránh làm những hốc và góc không vào được. Cần phải tránh làm hoặc phải làm cho chắc chắn các hốc mà có thể dùng làm nơi cư trú cho người và súc vật.

#### **2.5.2.4. Khả năng thông xe thuận tiện**

Mặt cầu phải được thiết kế để cho phép xe cộ đi lại êm thuận. Phải đặt bản chuyển tiếp giữa mố cầu và đường dẫn lên cầu. Dung sai xây dựng liên quan đến tiết diện mặt cầu đã được hoàn thiện phải được chỉ rõ trong bản vẽ hoặc trong các chỉ dẫn hoặc các quy định riêng.

Cần phải giảm đến mức tối thiểu số lượng khe co giãn. Các gờ khe co giãn mặt cầu bê tông lộ trên mặt đường phải được bảo vệ chống mài mòn và nứt vỡ. Bản thiết kế để chế tạo trước các khe co giãn cần quy định rằng cụm nối phải được lắp đặt như một khối liền.

Mặt cầu bê tông không có lớp phủ ban đầu cần có lớp bổ sung dày 10mm để cho phép hiệu chỉnh lại mặt cầu do mài mòn và để bù lại chiều dày mất đi do ma sát.

#### **2.5.2.5. Các tiện ích công cộng khác**

Ở nơi có yêu cầu cần phải làm các giá đỡ và bảo đảm cho các tiện ích công cộng khác được truyền qua.

#### **2.5.2.6. Biến dạng**

##### **2.5.2.6.1. Tổng quát**

Công trình Cầu phải được thiết kế để tránh những hiệu ứng không mong muốn về kết cấu hoặc tâm lý do biến dạng gây nên. Khi các giới hạn về độ võng và chiều cao đã được lựa chọn thì trừ các bản mặt cầu trực hướng, bất cứ sự thay đổi nào so với thực tế đã được xem xét cẩn thận trước đó về độ mảnh và độ võng đều phải được đối chiếu với thiết kế để xác định xem có hoàn thiện không.

Nếu dùng phương pháp phân tích động phải tuân thủ các nguyên tắc và yêu cầu đã nêu ra ở Điều 4.7.

##### **2.5.2.6.2. Tiêu chuẩn về độ võng**

Các tiêu chuẩn ở phần này, ngoài các quy định cho mặt cầu trực hướng, được xem như là tùy chọn. Các quy định cho mặt cầu trực hướng được coi là bắt buộc.

Trong khi áp dụng các tiêu chuẩn này, tải trọng xe cân bao gồm lực xung kích. Nếu Chủ đầu tư yêu cầu kiểm tra độ võng thì có thể áp dụng các nguyên tắc sau:

- Khi nghiên cứu độ võng tuyệt đối lớn nhất, tất cả các làn xe thiết kế phải được đặt tải và tất cả các cấu kiện chịu lực cân coi là võng lớn như nhau;
- Về thiết kế cầu liên hợp, mặt cắt ngang thiết kế phải bao gồm toàn bộ chiều rộng của đường và những bộ phận liên tục về kết cấu của lan can, đường người đi và rào chắn ở giữa;

- Khi nghiên cứu chuyển vị tương đối lớn nhất, số lượng và vị trí của các làn đặt tải phải chọn để cho hiệu ứng chênh lệch bất lợi nhất;
- Phải dùng hoạt tải của tổ hợp tải trọng sử dụng trong bảng 3.4.1.1 kể cả lực xung kích IM;
- Hoạt tải phải lấy theo Điều 3.6.1.3.2;
- Các quy định của Điều 3.6.1.1.2 cần được áp dụng; và
- Đối với cầu chéo có thể dùng mặt cắt ngang thẳng góc, với cầu cong và vừa cong vừa chéo có thể dùng mặt cắt ngang xuyên tâm .

Trong khi thiếu các tiêu chuẩn khác, các giới hạn về độ võng sau đây có thể xem xét cho kết cấu thép, nhôm và bê tông.

- Tải trọng xe nói chung..... L/800,
- Tải trọng xe và/hoặc người đi bộ ..... L/1000,
- Tải trọng xe ở phần hẫng ..... L/300,
- Tải trọng xe và/hoặc người đi bộ ở phần hẫng..... L/375.

(L- chiều dài nhịp)

Đối với dầm thép I và dầm tổ hợp cần áp dụng các quy định của Điều 6.10.5 và 6.10.10.2 về kiểm tra độ võng thường xuyên qua kiểm tra ứng suất ở bản cánh dầm.

Các quy định sau đây được dùng cho mặt cầu bằng bản trực hướng:

- Tải trọng xe trên bản mặt cầu ..... L/300,
- Tải trọng xe trên sườn của mặt cầu thép trực hướng..... L/1000,
- Tải trọng xe trên sườn của mặt cầu thép trực hướng (độ võng tương đối lớn nhất giữa 2 sườn cạnh nhau)..... 2,5mm

### **2.5.2.6.3. Tiêu chuẩn lựa chọn tỷ lệ chiều dài - chiều cao nhịp**

Nếu chủ đầu tư yêu cầu kiểm tra tỷ lệ chiều dài - chiều cao nhịp, có thể xem xét dùng các giới hạn ở Bảng 1 khi thiếu các tiêu chuẩn khác, trong đó S là chiều dài của bản và L là chiều dài của nhịp, đơn vị đều là mm. Nếu dùng, các giới hạn trong Bảng 1 phải tính cho toàn chiều cao, nếu không có ghi chú.

**Bảng 2.5.2.6.3-1 - Chiều cao tối thiểu thông thường dùng cho các kết cấu phần trên có chiều cao không đổi**

Kết cấu phần trên		Chiều cao tối thiểu (gồm cả mặt cầu) (khi dùng các cấu kiện có chiều cao thay đổi thì phải hiệu chỉnh các giá trị có tính đến những thay đổi về độ cứng tương đối của các mặt cắt mô men dương và âm)	
Vật liệu	Loại hình	Dầm giản đơn	Dầm liên tục
Bê tông cốt thép	Bản có cốt thép chủ song song với phương xe chạy	$1.2 (S + 3000)$ 30	$S + 3000 \geq 165 \text{ mm}$ 30
	Dầm T	0,070L	0,065L
	Dầm hộp	0,060L	0,055L
	Dầm kết cấu cho người đi bộ	0,035L	0,033L
Bê tông dự ứng lực	Bản	$0,030L \geq 165\text{mm}$	$0,027L \geq 165\text{mm}$
	Dầm hộp đúc tại chỗ	0,045L	0,04L
	Dầm I đúc sẵn	0,045L	0,04L
	Dầm kết cấu cho người đi bộ	0,033L	0,030L
	Dầm hộp liên kết	0,030L	0,025L
Thép	Chiều cao toàn bộ của dầm I liên hợp	0,040L	0,032L
	Chiều cao của phần dầm I của dầm I liên hợp	0,033L	0,027L
	Giàn	0,100L	0,100L

### 2.5.2.7. Xét đến việc mở rộng cầu trong tương lai

#### 2.5.2.7.1. Dầm biên trong cầu nhiều dầm

Dù không xét đến việc mở rộng trong tương lai thì năng lực chịu tải của dầm biên cũng không được thấp hơn năng lực chịu tải của dầm bên trong.

#### 2.5.2.7.2. Kết cấu phần dưới

Khi dự kiến sẽ mở rộng cầu trong tương lai thì cần xem xét thiết kế kết cấu phần dưới để có thể mở rộng được.

### 2.5.3. KHẢ NĂNG THI CÔNG

Cầu phải được thiết kế sao cho việc chế tạo và lắp ráp có thể thực hiện không quá khó khăn hoặc phát sinh sự cố và các ứng lực lắp ráp nằm trong giới hạn cho phép.

Khi phương pháp thi công của cầu không rõ ràng hoặc có thể gây nên ứng suất lắp ráp không chấp nhận được thì ít nhất phải có một phương pháp khả thi được nêu trong hồ sơ hợp đồng. Nếu thiết kế đòi hỏi phải có một số thanh tăng cường tạm và hoặc trụ đỡ khi lắp ráp theo phương pháp được chọn thì các chỉ dẫn về yêu cầu này phải được ghi trong hồ sơ hợp đồng.

Cần tránh các chi tiết hàn ở những chỗ hẹp hoặc phải đổ bê tông qua những khe cốt thép dày đặc.

Cần xét đến các điều kiện khí hậu và thủy lực có thể ảnh hưởng đến việc xây dựng.

#### 2.5.4. TÍNH KINH TẾ

##### 2.5.4.1. Tổng quát

Loại hình kết cấu, chiều dài nhịp và vật liệu phải được lựa chọn có xét đầy đủ đến giá thành dự án. Cần xét đến chi phí tương lai trong tuổi thọ thiết kế của cầu. Các nhân tố địa phương như vật liệu tại chỗ, chế tạo, vị trí của các trở ngại trong vận chuyển và lắp ráp cũng phải được xem xét.

##### 2.5.4.2. Phương án so sánh

Trong trường hợp cá biệt khi các nghiên cứu về kinh tế không đưa ra được sự lựa chọn rõ ràng, Chủ đầu tư có thể yêu cầu chuẩn bị các phương án so sánh và đấu thầu cạnh tranh. Thiết kế của các phương án so sánh phải có cùng độ an toàn, tính sử dụng được và giá trị thẩm mỹ.

Cầu di động qua đường thủy có thông thuyền cần tránh khẳng định ngay là khả thi bổ sung. Nơi có kiến nghị làm cầu di động thì ít nhất cũng phải đưa vào một phương án cầu cố định trong so sánh kinh tế.

#### 2.5.5. MỸ QUAN CẦU

Công trình Cầu phải được bổ sung vẻ đẹp cho cảnh quan xung quanh, có hình dáng đẹp và tạo dáng khoẻ khoắn.

Người kỹ sư cần tìm chọn dáng đẹp cho kết cấu bằng cách cải thiện bản thân hình dạng và quan hệ giữa các cấu kiện. Cần tránh áp dụng cách làm đẹp không bình thường và phi kết cấu.

Cần xem xét các chỉ dẫn sau đây:

- Các phương án thiết kế không có trụ hoặc ít trụ hơn cần được nghiên cứu trong giai đoạn chọn địa điểm, vị trí và nghiên cứu chi tiết hơn trong giai đoạn thiết kế sơ bộ.
- Hình dạng trụ phải phù hợp với hình dáng và chi tiết của kết cấu phần trên.

- Cần tránh những thay đổi đột ngột về hình dáng cấu kiện và loại hình cấu kiện. Khi không thể tránh được ranh giới giữa các loại hình kết cấu khác nhau cần tạo dáng chuyển tiếp hài hoà giữa chúng.
- Không được bỏ qua mà cần chú ý tới các chi tiết như ống thoát nước mặt cầu.
- Nếu buộc phải dùng kết cấu chạy dưới do yêu cầu kỹ thuật hoặc lý do kinh tế, phải chọn hệ kết cấu có bề ngoài thông thoáng và không rối rắm.
- Ở nơi nào có thể, cần tránh dùng kết cấu cầu để làm vật gắn các bảng thông tin, biển chỉ dẫn đường hoặc chiếu sáng.
- Các thanh ngang tăng cường bản bụng không được để lộ ở chính diện trừ các thanh ở gần gối.
- Để vượt khe núi sâu, cần ưu tiên lựa chọn kết cấu dạng vòm.

## 2.6. THUYẾT VẤN VÀ THUYẾT LỰC

### 2.6.1. TỔNG QUÁT

Các nghiên cứu về thuyết vấn và thuyết lực và những đánh giá về vị trí vượt sông phải được hoàn thành như một phần của thiết kế sơ bộ. Chi tiết của các nghiên cứu này cần tương xứng với tầm quan trọng và những rủi ro liên quan của kết cấu.

Các kết cấu tạm cho Nhà thầu dùng hoặc phục vụ giao thông trong quá trình xây dựng phải được thiết kế có xét đến an toàn của người qua lại và các chủ sở hữu liên đới, cũng như là giảm thiểu tác động lên tài nguyên thiên nhiên trong vùng ngập lũ. Chủ đầu tư có thể cho phép sửa lại các yêu cầu thiết kế phù hợp với thời gian phục vụ đã định và rủi ro về lũ của kết cấu tạm. Hồ sơ hợp đồng về kết cấu phụ phải mô tả trách nhiệm và các rủi ro tương ứng được thừa nhận bởi Cơ quan đường bộ và Nhà thầu.

Khi đánh giá các phương án cầu phải xét đến ổn định dòng chảy, nước dâng, phân bố dòng chảy, tốc độ chảy, khả năng xói lở, rủi ro do lũ, động lực triều (ở nơi có) .

### 2.6.2. SỐ LIỆU HIỆN TRƯỜNG

Kế hoạch thu thập số liệu cụ thể ở hiện trường phải bao gồm xem xét về:

- Thu thập số liệu khảo sát hàng không và mặt đất với cự ly thích hợp ở thượng lưu và hạ lưu cầu cho dòng chủ và bãi sông;
- Ước tính các yếu tố về độ nhám của dòng chủ và bãi sông trong phạm vi bị ngập được nghiên cứu;

- Lấy mẫu vật liệu dưới đáy sông ở độ sâu đủ để xác định chắc chắn các đặc trưng của vật liệu dùng cho tính xói;
- Khoan tầng phủ;
- Các yếu tố ảnh hưởng đến các mức nước , bao gồm mức nước cao từ sông, hồ chứa , âu tàu, các kết cấu khống chế lũ và triều và các biện pháp khai thác;
- Các nghiên cứu và báo cáo hiện có ;
- Thông tin lịch sử sẵn có về đặc tính của sông và sự làm việc của kết cấu trong các đợt lũ trước kia, bao gồm xói lở quan sát được, xói lở bờ và hư hại về kết cấu do vật trôi;
- Những thay đổi về địa mạo dòng sông.

### 2.6.3. PHÂN TÍCH THUỶ VĂN

Chủ đầu tư phải xác định quy mô của các nghiên cứu thủy văn dựa trên việc phân loại đường bộ theo chức năng, luật lệ hiện hành và tai họa lũ lụt tại hiện trường.

Các lũ sau đây cần được điều tra nghiên cứu thỏa đáng trong nghiên cứu thủy văn:

- Nhằm đảm bảo thỏa mãn các tính năng thủy lực của công trình cầu là một bộ phận của tuyến đường, đảm bảo tầm quan trọng của cầu trên tuyến, cũng như để đánh giá sự nguy hiểm của lũ và thỏa mãn các yêu cầu trong quản lý vùng ngập nước lũ thiết kế khẩu độ cầu (xét lũ 100 năm trừ khi có chỉ định khác của Chủ đầu tư).
- Nhằm đánh giá sự rủi ro cho những người sử dụng đường bộ và đánh giá hư hại cho cầu và đường vào cầu- Lũ thiết kế xói cầu ( xét lũ 100 năm, trừ khi có chỉ định khác của Chủ đầu tư).
- Nhằm điều tra nghiên cứu tính thích hợp của nền móng cầu trong việc chống xói lở-Lũ kiểm tra xói cầu (xét lũ 500 năm trừ khi có chỉ định khác của Chủ đầu tư).
- Định chuẩn các mức nước và đánh giá tính năng của các công trình hiện có - Các lũ lịch sử.
- Đánh giá các điều kiện môi trường- Các thông tin về lưu lượng dòng chảy cơ bản hoặc dòng chảy lưu lượng thấp và các công trình đi qua cửa sông, biên độ triều cường.

Đối với các công trình vượt qua các nguồn tài nguyên biển/ cửa sông, phải điều tra nghiên cứu ảnh hưởng đến biên độ triều của sự dâng cao mức nước biển .

### 2.6.4. PHÂN TÍCH THUỶ LỰC

#### 2.6.4.1. Tổng quát

Người kỹ sư phải dùng các mô hình phân tích và các kỹ thuật đã được Chủ đầu tư duyệt và phù hợp với mức độ yêu cầu của phân tích.

### 2.6.4.2. Ổn định của dòng chảy

Phải nghiên cứu để đánh giá sự ổn định của dòng chảy và xác định tác động của công trình lên dòng chảy. Các hạng mục sau đây phải được xem xét:

- Khúc sông đang xói, đang bồi hay ở trạng thái cân bằng;
- Đối với điểm vượt sông ở gần ngã ba sông cần xét: hiệu ứng của dòng chủ và dòng phụ trong các quá trình lũ, tốc độ, phân bố dòng, chuyển dịch đứng và ngang của dòng và hiệu ứng của các điều kiện nói trên đối với thiết kế thủy lực cầu;
- Vị trí của điểm vượt sông có triều cần xét đến dòng sông có thẳng, uốn khúc, quanh co hoặc chuyển tiếp không, hoặc có thiết bị kiểm tra để bảo vệ cầu trong điều kiện hiện tại hoặc lường trước trong tương lai không;
- Hiệu ứng của bất kỳ những thay đổi dòng dự kiến;
- Hiệu ứng của việc khai thác cát đá và các hoạt động khác trên dòng sông;
- Những thay đổi tiềm tàng về tốc độ và lưu lượng nước do những thay đổi về sử dụng đất;
- Hiệu ứng của những thay đổi về phân bố dòng theo địa mạo tự nhiên lên kết cấu kiến nghị; và
- Hiệu ứng của những thay đổi địa mạo lên công trình hiện có ở vùng phụ cận và gây ra bởi kết cấu dự kiến.

Đối với điều kiện sông hoặc dòng không ổn định phải tiến hành những nghiên cứu đặc biệt để xác định những thay đổi có thể trong tương lai về mặt bằng và mặt cắt sông và xác định các biện pháp khắc phục liên quan trong thiết kế hoặc trong tương lai vì sự an toàn của cầu và đường đầu cầu.

### 2.6.4.3. Khả độ cầu

Quá trình thiết kế để xác định khả độ cầu phải bao gồm:

- Đánh giá sự phân bố của lũ ở dòng chủ và ở bãi sông cho điều kiện hiện tại,
- Đánh giá các tổ hợp thử của mặt cắt đường, hướng tuyến và chiều dài cần đáp ứng với các mục tiêu thiết kế.

Khi dùng các nghiên cứu về lũ hiện có thì phải xác định độ chính xác của chúng .

Phải thiết kế kích thước cầu phù hợp với lũ thiết kế khả độ cầu ứng với lũ 100 năm, trừ khi được Chủ đầu tư chỉ định khác. Có thể chọn chu kỳ tái xuất hiện ít hơn 100 năm nếu có luận cứ kinh tế (như lũ 50 năm hoặc 25 năm cho các cầu trên đường cấp 2 hoặc cấp thấp hơn tham khảo Bảng 10.5.1 trong Tiêu chuẩn thiết kế đường).



Khổ giới hạn tối thiểu theo chiều thẳng đứng của kết cấu trên mực nước tương ứng với lũ thiết kế khẩu độ phải lấy như sau:

- Đến mặt dưới đáy của kết cấu phân trên:

Trong trường hợp dòng lũ có mang theo số lượng lớn các vật trôi hay bùn đá : ..... 1,0m

Các trường hợp khác : ..... 0,5m

- Đến tấm kê gối: .....0,25m

- Đến cao độ của mọi công trình điều tiết dòng sông:.....0,5m

#### **2.6.4.4. Móng cầu**

##### **2.6.4.4.1. Tổng quát**

Những vấn đề về kết cấu, thủy lực và địa kỹ thuật của thiết kế móng phải được phối hợp và phân biệt giải quyết trước khi duyệt thiết kế sơ bộ.

##### **2.6.4.4.2. Xói lở cầu**

Như các yêu cầu ở Điều 3.7.5, xói ở móng cầu được nghiên cứu cho 2 điều kiện:

- Lũ thiết kế xói: Vật liệu đáy sông trong lăng thể xói ở phía trên đường xói chung được giả định là đã được chuyển đi trong các điều kiện thiết kế. Lũ thiết kế do mưa kèm triều dâng hoặc lũ hỗn hợp thường nghiêm trọng hơn là lũ 100 năm hoặc lũ tràn với chu kỳ tái xuất hiện nhỏ hơn. Các trạng thái giới hạn cường độ và trạng thái giới sử dụng phải áp dụng cho điều kiện này.
- Lũ kiểm tra xói: Ổn định móng cầu phải được nghiên cứu đối với các điều kiện xói gây ra do lũ dâng đột xuất vì bão mưa kèm triều dâng, hoặc lũ hỗn hợp không vượt quá lũ 500 năm hoặc lũ tràn với chu kỳ tái xuất hiện nhỏ hơn. Dự trữ vượt quá yêu cầu về ổn định trong điều kiện này là không cần thiết. Phải áp dụng trạng thái giới hạn đặc biệt cho điều kiện này.

Nếu điều kiện tại chỗ do tích rác và dềnh nước ở gần nơi hợp lưu đòi hỏi phải dùng lũ sự cố lớn hơn thay cho lũ thiết kế xói hoặc lũ kiểm tra xói thì người thiết kế có thể dùng lũ sự cố đó.

Móng mở rộng đặt trên nền đất hoặc đá dễ xói thì đáy của nó cần đặt dưới độ sâu xói do lũ kiểm tra xói gây nên. Móng mở rộng đặt trên nền đá không bị xói phải được thiết kế và thi công để đảm bảo tính toàn vẹn của khối đá chịu lực.

Bệ móng nên được thiết kế với đỉnh bệ thấp hơn mức xói chung tính toán để giảm thiểu trở ngại cho dòng lũ và dẫn đến xói cục bộ. Ngay cả độ sâu thấp hơn cũng cần được xét cho bệ móng đặt trên cọc mà ở đó các cọc có thể bị phá hoại do xói và gủ vì phô ra trước dòng chảy.

Tại những nơi buộc phải bố trí đỉnh bệ cọc ở cao hơn đáy sông cần chú ý đến xói tiềm tàng trong thiết kế.

Khi dùng trụ chống va hoặc hệ thống bảo vệ trụ khác thì trong thiết kế cần xét đến hiệu ứng lên xói trụ cầu và sự tích rác.

Ổn định của mố trong vùng có dòng chảy xoáy cần được nghiên cứu kỹ và mái dốc nền đắp nhô ra phải được bảo vệ với các biện pháp chống xói phù hợp.

#### **2.6.4.5. Đường đầu cầu**

Thiết kế cầu cần phối hợp với thiết kế đường hai đầu cầu ở bãi sông sao cho toàn bộ mô hình dòng chảy được phát triển và phân tích như một thực thể thống nhất và liên quan lẫn nhau.

Nơi nền đường trên bãi sông cản trở lũ vượt qua thì đoạn này cần được thiết kế để giảm thiểu các rủi ro của lũ.

Ở nơi xảy ra sự chảy chệch sang một dòng khác do nước chảy ngược và chướng ngại trên dòng chảy gây ra, phải tiến hành đánh giá lại thiết kế để đảm bảo các yêu cầu pháp lý đối với rủi ro do lũ ở dòng nước khác này.

#### **2.6.5. VỊ TRÍ, CHIỀU DÀI VÀ KHẤU ĐỘ CỐNG**

Ngoài các quy định của Điều 2.6.3 và 2.6.4, cần xem xét các điều kiện sau đây:

- Cá và muông thú qua lại;
- Hiệu ứng của tốc độ cao ở cửa ra và dòng tập trung đối với cửa ra, lòng hạ lưu và tài sản liên quan;
- Hiệu ứng nổi ở cửa vào;
- An toàn giao thông;
- Hiệu ứng của nước dâng ngược, có thể gây ra bởi các công trình chỉnh trị sông phía hạ lưu hoặc thủy triều lúc có bão.

#### **2.6.6. THOÁT NƯỚC MẶT**

##### **2.6.6.1. Tổng quát**

Mặt cầu và đường đầu cầu cần phải được thiết kế để đảm bảo thoát nước mặt an toàn và hữu hiệu sao cho ít hư hại nhất đối với cầu và an toàn tối đa cho xe cộ đi lại. Mặt cầu, bao gồm mặt đường, đường xe đạp và đường người đi bộ phải được làm có dốc ngang hoặc siêu cao đủ để thoát nước tốt theo hướng

ngang. Với các cầu rộng mỗi hướng có trên 3 làn xe có thể phải thiết kế đặc biệt cho thoát nước mặt cầu và/hoặc có thể phải dùng mặt đường nhám đặc biệt để giảm khả năng xe bị quay trượt do mất ma sát. Nước chảy xuống rãnh đường cần được chặn lại không cho chảy vào cầu. Rãnh thoát nước ở đầu cầu cần phải có đủ khả năng thoát toàn bộ nước được gom lại.

Trong những trường hợp rất nhạy cảm về môi trường mà không thể xả nước trực tiếp từ mặt cầu xuống sông ở phía dưới cần xét đến giải pháp dẫn nước theo đường ống thoát nước dọc gắn ở phía dưới kết cấu nhịp cầu và xả vào nơi phù hợp trên mặt đất tự nhiên ở đầu cầu.

#### **2.6.6.2. Lượng mưa thiết kế**

Lượng mưa thiết kế cho thoát nước mặt cầu không được nhỏ hơn lượng mưa thiết kế cho thoát nước mặt đường đầu cầu, trừ khi Chủ đầu tư có quy định khác.

#### **2.6.6.3. Loại hình, kích thước và số lượng ống thoát nước**

Số lượng ống thoát nước cần giữ ở mức tối thiểu phù hợp với các yêu cầu thủy lực.

Khi thiếu các chỉ dẫn thực hành khác, đối với cầu mà tốc độ xe thiết kế trên đường nhỏ hơn 75km/giờ thì kích thước và số lượng ống thoát nước cần đảm bảo nước không ngập qua một nửa chiều rộng của bất kỳ làn xe nào. Đối với cầu mà tốc độ xe thiết kế trên đường không nhỏ hơn 75km/giờ cần đảm bảo nước không ngập bất kỳ bộ phận nào của làn xe. Rãnh cần được chặn lại ở chỗ thay đổi dốc để tránh nước chảy qua mặt cầu. Diện tích mặt cắt ngang tối thiểu của ống thoát nước phải lấy là 1cm<sup>2</sup> trên 1m<sup>2</sup> mặt cầu. Cự ly tối đa giữa các ống thoát nước dọc cầu không được vượt quá 15m.

Lỗ thoát nước hoặc hố thu nước của mặt cầu phải đủ để thoát nước và dễ làm sạch. Kích thước bên trong tối thiểu của ống thoát nước thông thường không được ít hơn 100mm

#### **2.6.6.4. Xả nước từ ống thoát nước mặt cầu**

Ống thoát nước mặt cầu phải được thiết kế và lắp đặt sao cho nước từ mặt cầu hoặc mặt đường được dẫn ra xa khỏi các cấu kiện của kết cấu phần trên và kết cấu phần dưới.

Nếu Chủ đầu tư không có đòi hỏi đặc biệt để kiểm tra nước thoát ra từ ống thoát nước và đường ống thì cần xét đến:

- Ít nhất ống phải nhô ra khỏi cấu kiện thấp nhất của kết cấu phần trên là 100mm,
- Đặt ống thoát nước có miệng loe 45<sup>0</sup> để xả nước không rơi vào cấu kiện cầu,

- Ở chỗ có thể và được phép có thì thể cho nước chảy tự do hoặc qua cửa thoát nước trên đường người đi;
- Dùng các cút nối có góc không lớn hơn  $45^0$ ; và
- Dùng các ống thông.

Nước chảy từ mặt cầu cần được bố trí phù hợp với các đòi hỏi về môi trường và an toàn giao thông.

#### **2.6.6.5. Thoát nước kết cấu**

Các hố thu nước trong kết cấu ở nơi cần có phải đặt ở điểm thấp nhất. Mặt cầu và mặt đường cần thiết kế tránh đọng nước nhất là ở những khe nối mặt cầu. Đối với mặt cầu có mặt không nguyên khối hoặc có ván khuôn để lại cần xét thoát phân nước có thể đọng ở mặt tiếp giáp.