



## PROPOSED COUNTERMEASURES AGAINST DEBRIS ACCUMULATION AT BRIDGE CROSSINGS

Nguyen Dang Phong

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

### ARTICLE INFO

TYPE: Scientific communication

Received: 18/5/2021

Revised: 25/6/2021

Accepted: 10/7/2021

Published online: 15/8/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.6.3>

\* *Corresponding author*

Email: ndphong@utc.edu.vn; Tel: +84904222171

**Abstract:** In the mountainous and midlands of Vietnam, during the flood season, the debris accumulation (large timber, bamboo) at bridge crossings is a big problem. This causes an adverse effect on the hydraulic regime of flow through the bridge, which causes increasing the risk of flooding or scour under the bridges, even the bridge collapses. This paper presents some solutions to minimize debris accumulation including structural and non-structural one. The criteria set of evaluation and selection for countermeasures against the debris accumulation in accordance with the specific conditions of the bridge is also detailed. Three recommended methods of debris control countermeasures for Ngoi Thia bridge (provincial highway No.174, Yen Bai, Vietnam) including debris deflector, debris fins and debris sweeper at upstream of bridge piers were presented as well. Even it is necessary to do an economic - technical comparison to get the best method, the most commonly used countermeasures for bridge structures are features incorporated into the design of the structure to reduce the potential for trapping and accumulating debris: 1) Freeboard is a safety precaution of providing additional space between the design water surface elevation and the low chord elevation of the bridge. 2) Piers that have adequate spacing and are out of the debris path (Piers are out of the main channel).

**Keywords:** Bridge collapse, Bridge piers, Debris.



## ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH SỰ TÍCH TỤ CÂY TRÔI Ở KHU VỰC CẦU

Nguyễn Đăng Phóng

Trường Đại học Giao thông vận tải, số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Thông tin khoa học

Ngày nhận bài: 18/5/2021

Ngày nhận bài sửa: 25/6/2021

Ngày chấp nhận đăng: 10/7/2021

Ngày xuất bản Online: 15/8/2021

<https://doi.org/10.47869/tcsj.72.6.3>

\* Tác giả liên hệ

Email: ndphong@utc.edu.vn; Tel: +84904222171

**Tóm tắt:** Với các cầu ở miền núi và trung du của nước ta vào mùa lũ sự tích tụ các vật trôi như cây trôi (cây gỗ, tre, nứa, ...) hay bùn đá là một vấn đề phổ biến. Sự tích tụ cây trôi ở mố, trụ cầu gây ảnh hưởng xấu đến chế độ thủy lực của dòng chảy dưới cầu, làm tăng nguy cơ ngập lụt ở thượng lưu, tăng chiều sâu hố xói dưới cầu, có thể gây là sập cầu. Để phòng tránh sự tích tụ của cây trôi ở khu vực cầu có hai biện pháp cơ bản là biện pháp kết cấu và phi kết cấu. Vấn đề lựa chọn giải pháp phòng tránh sự tích tụ cây trôi phù hợp với điều kiện cụ thể của công trình cầu, cần đưa ra bộ tiêu chí đánh giá về nhiều mặt. Trong nội dung bài báo tác giả kiến nghị 03 biện pháp phòng tránh tích tụ của cây trôi áp dụng cho khu vực cầu Ngòi Thia (thuộc tỉnh lộ 174, tỉnh Yên Bái) là làm lệch hướng cây trôi, làm tường cánh dẫn hướng, lắp máy quét cây trôi ở thượng lưu các trụ cầu. Cho dù để lựa chọn chính xác biện pháp nào phải có sự so sánh đầy đủ về mặt Kinh tế - Kỹ thuật, tuy nhiên để đối phó với sự tích tụ của cây trôi một cách hiệu quả nhất thì ngay từ bước thiết kế phải đảm bảo giảm khả năng mắc kẹt và tích tụ các cây trôi như: 1) Tạo tĩnh không cần thiết giữa mực nước thiết kế và cao độ đáy dầm cầu; 2) Bố trí các trụ/mố có khoảng cách thích hợp và không nên đặt trụ trong đường đi của cây trôi (không đặt trụ trong lòng chính của sông suối).

**Từ khóa:** Sập cầu, trụ cầu, cây trôi.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên các hệ thống sông, suối ở khu vực miền núi và trung du vào mùa mưa lũ thường cuốn theo nhiều cây cối, bùn đá (Hình 1). Nguồn gốc của các vật trôi này (cây cối, bùn đá) có một số nguyên nhân chủ yếu là:

1) Do mưa lũ lớn làm sạt lở đất dẫn đến cây cối bị đổ và cuốn vào dòng chảy;

2) Việc khai thác rừng trái phép, người khai thác chủ yếu lấy các phần thân chính của cây gỗ còn các cành bị bỏ lại khi gặp mưa lũ sẽ bị cuốn vào dòng chảy;

3) Việc khai thác khoáng sản không đúng quy trình, sau khi khai thác đã không hoàn trả lại mặt bằng, đất đá sau khai thác đổ lại trên bề mặt đất khi gặp mưa lũ cũng bị cuốn vào dòng chảy góp phần hình thành lũ bùn đá, ...

Các cây trôi này khi gặp các vật cản cố định trong dòng chảy (như mỏ, trụ cầu, cửa cống, cầu tràn, ...) có thể bị mắc lại (tích tụ) (Hình 2, 3). Sự tích tụ này có thể gây ảnh hưởng xấu tới công trình cầu như cản trở dòng chảy làm xói lở dưới cầu tăng lên, tăng áp lực của dòng chảy lên kết cấu cầu, ... Do đó vấn đề phòng tránh sự tích tụ của cây trôi ở mỏ trụ cầu cần được đặt ra.



Hình 1. Sập cầu Cổ Ngựa, huyện Ba Chẽ, Quảng Ninh khi dòng chảy cuốn theo nhiều cây trôi  
(Nguồn: <http://www.nhandan.com.vn/xahoi/tin-tuc/item/33777402-lu-quet-lam-sap-cau-ba-xa-vung-cao-quang-ninh-bi-co-lap.html>)



Hình 2. Cây trôi tích tụ tại trụ cầu Ngòi Thia tháng 10 năm 2017.



Hình 3. Cây trôi tích tụ tại trụ cầu dân sinh ở xã Kim Ngọc, Bắc Quang, HG năm 2019.

## 2. ẢNH HƯỞNG XẤU CỦA CÂY TRÔI CẦU TỚI CÔNG TRÌNH CẦU

Cây trôi tích lũy tại những trụ cầu làm tăng sự cản trở dòng chảy, thay đổi hình dạng trụ cầu, tăng lực tác dụng của dòng chảy lên kết cấu cầu. Trong khoảng từ những năm 2000, trên thế giới đã có một số nghiên cứu về ảnh hưởng xấu của cây trôi đến công trình cầu như nghiên cứu về ảnh hưởng của cây trôi đến xói dưới cầu của Ana Josefa Dias và nnk (2019) [1], Mohammad Najafzadeh, Mohammad Rezaie Balf và Esmat Rashedi (2016) [2], Zevenbergen et al. (2006) [3], J.B. Bradley, D.L. Richards, C.D., (2005) [4], Lagasse, P.F [5], Ebrahimi et al. (2016) [6], T. J. Wipf và nnk [7], Ryan N. Tyler (2011) [8], ...

Khối cây trôi tích tụ tại trụ cầu có hình dạng khác nhau nhưng trong các nghiên cứu của A. J. Dias và nnk [1], M.Najafzadeh và M. R. Balf, E. Rashedi [2], L. W. Zevenbergen et al [3], J. B. Bradley [4], ... thì khối cây trôi được quy về một hình chữ nhật hoặc hình tam giác. Các tác giả đã đưa ra công thức xác định chiều rộng tương đương của trụ cầu  $a^*_d$  có xét đến cây trôi được xác định theo phương trình (1):

$$a^*_d = \frac{K_1 \cdot (H \cdot W) + (y - K_1 \cdot H) \cdot a}{y} \quad (1)$$

trong đó:

$a^*_d$  - chiều rộng tương đương của trụ cầu khi có cây trôi, m;

$a$  - chiều rộng của trụ cầu, m;

$K_1$  - hệ số phụ thuộc hình dạng cây trôi:  $K_1 = 0,79$  (hình chữ nhật),  $K_1 = 0,21$  (hình tam giác);

$H$  - là chiều cao của các cây, m;

$W$  - chiều rộng của cây trôi, m;

$y$  - độ sâu trung bình của dòng chảy, m.

Khi cây trôi tích tụ tại trụ cầu cũng làm cho áp lực của dòng chảy lên kết cấu cầu thay đổi. Lực tác động của dòng chảy đến cầu được xác định từ công thức chung [3], [9]:

$$F_D = C_D \cdot \gamma \cdot A_D \cdot \frac{V_r^2}{2g} \quad (2)$$

trong đó:

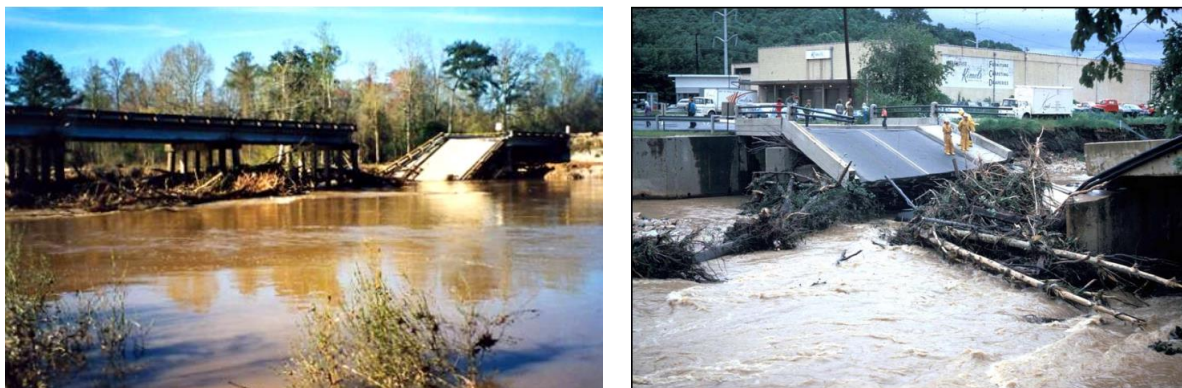
$C_D$  - hệ số;

$\gamma$  - trọng lượng riêng của nước,  $N/m^3$ ;

$A_D$  - diện tích khối cây trôi tích tụ,  $m^2$ ;

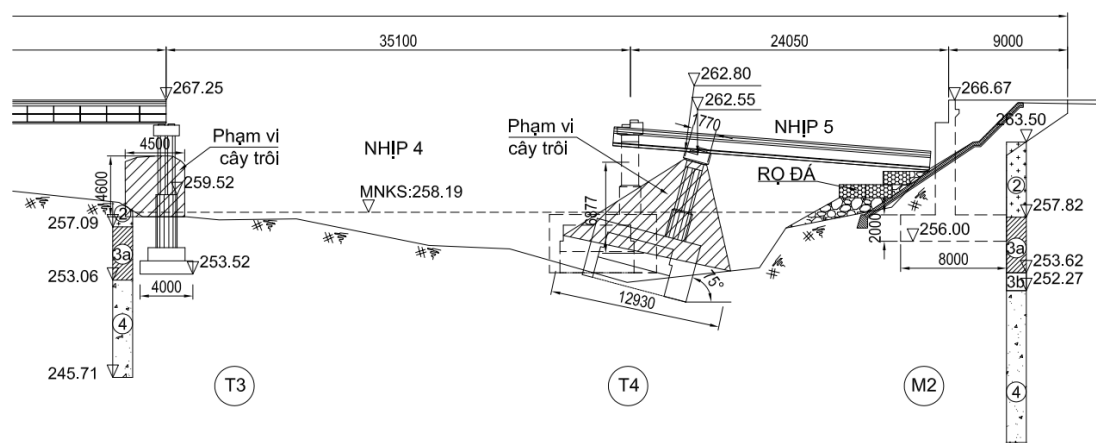
$V_r$  - lưu tốc tham chiếu phụ thuộc vào tỷ lệ cản dòng chảy của khối cây trôi tích tụ ở trụ cầu, m/s.

Do hình dạng kích thước trụ cầu bị thay đổi bởi cây trôi tích tụ làm chiều sâu xói dưới cầu tăng, lực tác động của dòng chảy cũng tăng. Vì vậy sự tích tụ cây trôi ở khu vực cầu là một trong các nguyên nhân gây ra sự cố sập cầu, ví dụ về vấn đề này có thể thấy trong nhiều tài liệu [4], [8], ...



Hình 4. Sự cố sập cầu được cho là do cây trôi tích tụ ở khu vực cầu [4], [8].

**BỐ TRÍ CHUNG TOÀN CẦU NĂM 2017 SAU LŨ 11/10/2017 TX NGHĨA LỘ**



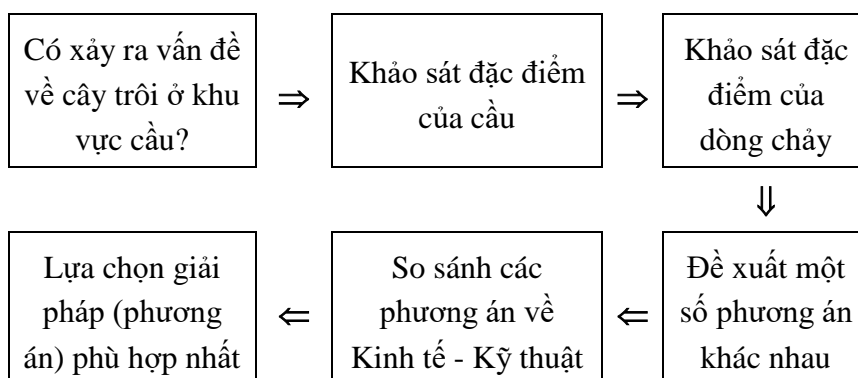
Hình 5. Kích thước khối cây trôi ở trụ cầu Ngòi Thia tháng 10 năm 2017 [10].

Theo tài liệu của Trung tâm kỹ thuật đường bộ [10] và [11] về phân tích nguyên nhân sập trụ số 4 của cầu Ngòi Thia năm 2017 thì khối cây trôi tại trụ số 4 có dạng hình tam giác (Hình 2, 5) với chiều cao  $H = 6,877m$  và bề rộng  $W = 12,93m$  làm cho bề rộng trung bình của trụ cầu số 4 tăng từ  $a = 1,5m$  lên  $a*d = 3,63m$ , do bề rộng trụ tăng nên chiều sâu hố xói tại trụ cũng tăng theo. Đây là nguyên nhân cơ bản dẫn đến sập trụ số 4 của cầu Ngòi Thia.

Ở nước ta vấn đề nghiên cứu phòng tránh sự tích tụ của cây trôi ở mô trụ cầu, cũng như ảnh hưởng xấu của sự tích tụ cây trôi (nếu có) đến công trình cầu mới được đề cập trong một số nghiên cứu gần đây [10], [11], [12]. Hoặc trong các quy trình thiết kế cầu ở nước ta có quy định trên các sông suối có cây trôi để giảm sự tích tụ của cây trôi ở khu vực cầu phải đảm bảo tính không dưới cầu tối thiểu là 1m (nhưng chưa có quy định cụ thể theo kích thước cây trôi), ngoài ra còn yêu cầu thiết kế trụ dạng tron nhẵn và không đặt trụ trong phạm vi lòng chính của sông (hoặc đặt số trụ ít nhất trong phạm vi lòng chính).

### 3. LỰA CHỌN GIẢI PHÁP PHÒNG TRÁNH SỰ TÍCH TỤ CỦA CÂY TRÔI

Bài toán lựa chọn biện pháp phòng tránh sự tích tụ của cây trôi ở khu vực cầu phụ thuộc các thông số như đặc điểm của cầu, yếu tố dòng chảy, đặc điểm cây trôi, giá thành xây dựng và bảo trì, ... Các bước lựa chọn có thể thực hiện theo trình tự sau:



### 3.1. Điều tra, khảo sát hiện trường

Để trả lời câu hỏi có xảy ra vấn đề về cây trôi ở khu vực cầu hay không cần tiến hành điều tra, khảo sát thực địa. Mục đích của các cuộc điều tra là có được sự hiểu biết chung về vấn đề cây trôi tại khu vực; thu thập dữ liệu cần thiết để ước tính số lượng cây trôi được vận chuyển đến khu vực; thực hiện các phân tích thủy văn, thủy lực, bồi lắng và có được dữ liệu thiết kế khác. Các thông tin cần thu thập trong quá trình điều tra hiện trường:

- Phân loại cây trôi được vận chuyển đến khu vực cầu: Cây lớn, trung bình, nhỏ hay không có cây trôi? [4], [5], [8], [9], [12].
- Thông tin để ước tính số lượng cây trôi (mật độ cây trôi trên dòng chảy).
- Bản đồ sử dụng đất (đất ở, đất lâm nghiệp, đất nông nghiệp, đất hoang hóa, ...) và loại đất.
- Các bằng chứng liên quan đến khả năng phân phối của các cây trôi (diện tích rừng, loại cây của rừng, kế hoạch khai và quản lý thác rừng, ...).
- Thông tin về thay đổi trong tương lai có thể ảnh hưởng đến số lượng cây trôi (dự án khai thác rừng, dự án trồng rừng, ...).

### 3.2. Khảo sát đặc điểm của cầu

Đặc điểm của cầu có thể nhận được trong hồ sơ thiết kế cầu đã có hoặc khảo sát thực tế. Các thông tin cần thu thập về cầu gồm:

- Bố trí móng trụ cầu trong sông (trụ trong phạm vi lòng sông hay bãi sông).
- Hình dạng, kích thước móng, trụ cầu.
- Tình không dưới cầu.

### 3.3. Khảo sát đặc điểm của dòng chảy

Các đặc điểm của dòng chảy cần thu thập:

- Các trường hợp xảy ra lũ thiết kế, lũ hàng năm, ...
- Dòng chảy bình thường, dòng chảy vào mùa khô, ...
- Lưu vực thượng nguồn của cầu.

Khảo sát đặc điểm về dòng chảy có thể coi là một phần của điều tra, khảo sát hiện trường.

### 3.4. Đề xuất một số phương án phòng tránh sự tích tụ cây trôi

Biện pháp đối phó với cây trôi có hai hướng là biện pháp công trình và phi công trình. Biện pháp công trình để đối phó, kiểm soát các cây trôi gồm một số loại [4], [7], [12] như: **Tường cánh dẫn hướng cây trôi** (Hình 6), **Tường chắn cây trôi trong sông suối** (Hình 7),

**Cấu trúc cải tạo sông (Hình 8), Làm lệch hướng các cây trôi (Hình 9), Máy quét cây trôi (Hình 10), ...**

Biện pháp phi kết cấu (phi công trình) thực chất là biện pháp loại bỏ cây trôi trong dòng chảy hoặc cây trôi tích tụ ở khu vực cầu mà không cần lắp thêm các thiết bị phụ trợ.

Đối với cầu làm mới để giảm thiểu sự tích tụ cây trôi ở khu vực cầu khi thiết kế cần thực hiện theo một số nguyên tắc cơ bản sau:



Hình 7. Biện pháp xây dựng tường chắn cây trôi trong sông suối [4], [7].



Hình 9. Biện pháp làm lệch hướng cây trôi trên sông Eel thuộc bang Indiana [4], [7].



Hình 6. Xây dựng tường cánh dẫn hướng cây trôi ở thượng lưu của trụ cầu [4], [7].



Hình 8. Biện pháp cải tạo sông suối (đập bằng đá) để phòng tránh cây trôi [4], [7].



Hình 10. Biện pháp lắp máy quét cây trôi [4], [7].

- Phải đảm bảo tĩnh không (chiều cao từ mực nước thiết kế đến đáy dầm) cần thiết để cây trôi có thể đi qua cầu dễ dàng, đó là một biện pháp phòng ngừa an toàn khi tạo ra một tĩnh không dưới cầu phù hợp với loại cây trôi.
- Nên thiết kế các trụ là loại trụ tường đặc vững chắc, phù hợp với hướng của dòng chảy, mũi trụ dạng tron nhẵn để giảm sự tích tụ của cây trôi. Khoảng cách giữa các trụ hay giữa trụ và mố phải phù hợp sao cho khả năng tích tụ cây trôi được giảm thiểu. Đồng thời các trụ không nên đặt trong phạm vi lòng chính của sông hoặc nếu phải đặt trụ trong phạm vi lòng chính của sông thì số trụ cầu phải là ít trụ nhất có thể.

- Với cầu trần liên hợp nên thiết kế cấu trúc mặt cầu đặc biệt (chẳng hạn như sàn mông) để ngăn chặn hoặc giảm sự tích tụ các cây trôi trên cấu trúc khi giai đoạn lũ dâng lên trên bản mặt cầu.

### 3.5. So sánh và lựa chọn một số phương án phòng tránh sự tích tụ cây trôi

Để lựa chọn sơ bộ một biện pháp đối phó, kiểm soát các cây trôi, người ta có thể lập một ma trận (bảng 1) để cung cấp các hướng dẫn trong việc lựa chọn các biện pháp đối phó phù hợp với các loại cây trôi khác nhau. Với ma trận được lập ra sẽ làm nổi bật phạm vi áp dụng, ưu nhược điểm của các nhóm biện pháp đối phó khác nhau. Các thông tin cần có trong ma trận để lựa chọn biện pháp đối phó dựa trên chi phí xây dựng và bảo trì; tác động về môi trường và tính thẩm mỹ. Biện pháp đối phó phù hợp cho từng loại cây trôi được biểu thị bằng dấu "X".

Biện pháp đưa ra được lựa chọn, cần nhắc trên 03 tiêu chí là chi phí **bảo trì**, tính **thẩm mỹ** và sự **tác động đến môi trường**.

Chi phí bảo trì xác định mức kinh phí cần bỏ ra để lắp đặt và bảo trì thiết bị. Xếp hạng cho thể loại này là chủ quan và nó dao động trong khoảng từ “Thấp - L” đến “Cao - H”.

Tính thẩm mỹ cũng mang tính chủ quan được xếp hạng từ “Mong muốn - D” cho đến “Không mong muốn - U”.

Nhóm Tác động Môi trường xác định mức độ tác động của biện pháp đối phó sẽ có đối với môi trường. Xếp hạng cho thể loại này cũng mang tính chủ quan và nó dao động trong khoảng từ “Thấp - L” đến “Cao - H”.

Bảng 1. Ma trận lựa chọn biện pháp phòng tránh sự tích tụ cây trôi ở khu vực cầu [4].

Biện pháp đối phó	Đặc điểm của biện pháp đối phó								
	Phân loại vật trôi						Bảo trì	Tính thẩm mỹ	Tác động môi trường
	Vật trôi nổi			Vật liệu đáy			Dự kiến phân bổ nguồn lực		
	Nhỏ	Trung bình	Lớn	Bùn cát mịn	Bùn cát thô	Tảng đá	H=Cao M=Vừa phải L=Thấp	U=Không mong muốn A=Chấp nhận được D=Mong muốn	H=Cao M=Vừa phải L=Thấp
<i>Giải pháp công trình</i>									
Làm lệch hướng		X	X			X	H-M	U	L
Tường chắn dẫn hướng		X	X				M	A	L
Cấu trúc cải tạo sông				X			M	A	M
Tường chắn cây trôi trong sông suối				X	X		H	A	H
Máy quét cây trôi		X	X				L	A	L
<i>Giải pháp Thiết kế</i>									
Tính không dưới cầu		X	X				L	D	L
Loại trụ, Vị trí và Khoảng cách		X	X				L	D	L
Cấu trúc mặt cầu đặc biệt		X	X				L	D	L

### 3.6. Ví dụ áp dụng cho cầu Ngòi Thia



Theo kết quả khảo sát, điều tra, thu thập của Trung tâm Kỹ thuật Đường bộ [10] vào cuối tháng 10 năm 2017 thì cây trôi ở khu vực cầu chủ yếu là các cây tre có nguồn gốc là do trận lũ đầu tháng 10 năm 2017 làm sạt bờ sông các bụi tre ven sông bị cuốn vào dòng chảy, trôi theo dòng chính đến khu vực cầu và tích tụ tại các trụ số 3 và số 4 trong phạm vi lòng sông (Hình 5).

*Kết quả điều tra, khảo sát cây trôi tại cầu Ngòi Thia:*

- Chiều dài các cây tre tích tụ tại trụ số 3 và số 4 từ 4m đến 12m.
- Đường kính lớn nhất khoảng 0,13m.
- Khối cây tre tại trụ số 4 dạng hình tam giác có bề rộng khoảng 13m cao 7m; còn khối cây tại trụ số 3 rộng khoảng 5m, cao 5m (Hình 5, 11).
- Lưu vực ở thượng lưu cầu chủ yếu là đất rừng trồng.



Hình 11. Hình ảnh cây trôi tích tụ tại trụ cầu và sạt lở bờ sông ở khu vực cầu Ngòi Thia.

*Đặc điểm chính của cầu Ngòi Thia:*

- Sơ đồ cầu: 4 x 35m + 24m.
- Thân trụ gồm hai phần: phần trên của trụ có bề rộng là 1,3m cao 4,5m; phần dưới rộng 1,6m cao 4m.
- Phần bê móng trụ dạng hình chữ nhật có bề rộng 4m, riêng trụ T4 rộng 8,1m (trụ T4 được cải tạo từ móng cầu M2 năm 2006 khi làm thêm một nhịp 24m).
- Trụ cầu dạng đặc, mũi trụ cầu dạng nửa tròn có đường kính bằng bề rộng trụ.
- Tĩnh không dưới cầu là 0,51m (cao độ mực nước thiết kế là 264,38m; cao độ đáy dầm là 264,89m), với tĩnh không này chỉ phù hợp cho các cầu không có cây trôi.
- Dầm cầu dạng chữ T cao 1,2m.
- Lan can cầu cao 0,95m.

*Đặc điểm đoạn sông:*

- Đoạn sông ở khu vực cầu có phần lòng sông uốn khúc dạng hình chữ S, trước năm 1989 lòng sông trong phạm vi từ móng M1 đến trụ T2, sau đó lòng sông dịch chuyển dần sang phía móng M2, đến năm 2006 lòng sông trong phạm vi từ trụ T3 đến móng M2.
- Mực nước thiết kế ứng với tần suất 1%: 264,38m.
- Mực nước lũ tháng 10 năm 2017: 264m.

- Mục nước khi đo đạc năm 2017: 258,19m.
- Bề rộng lòng sông: 56,55m.
- Bề rộng toàn bộ về mùa lũ: 151,56m.
- Địa chất lớp bề mặt là cuội đá khoáng màu xám vàng, lẫn sét và đá tảng, kết cấu chặt chẽ; lớp dưới là sét pha cát lẫn sỏi cuội đá khoáng, màu xám vàng, trạng thái dẻo cứng.

Với đặc điểm sông ở khu vực cầu, loại hình cây trôi như trên và các phương án lựa chọn loại hình phòng tránh sự tích tụ cây trôi ở trụ cầu như trong bảng 1 thì biện pháp phòng tránh cây trôi (loại vừa và lớn) thích hợp cho cầu Ngòi Thia có thể là 03 biện pháp: làm lệch hướng cây trôi, làm tường cánh dẫn hướng, lắp máy quét cây trôi ở thượng lưu các trụ cầu. Các giải pháp này đều ít ảnh hưởng đến môi trường.

Với biện pháp làm lệch hướng cây trôi có kinh phí bảo trì cao (H), tính thẩm mỹ rất kém (không mong muốn - U), ảnh hưởng đến môi trường thấp (L).

Với biện pháp làm tường cánh dẫn hướng có kinh phí bảo trì vừa phải (M), về mặt thẩm mỹ có thể chấp nhận được (A), ít ảnh hưởng đến môi trường (L).

Với biện pháp lắp máy quét cây trôi có kinh phí bảo trì thấp (L), về mặt thẩm mỹ là chấp nhận được (A), ảnh hưởng đến môi trường thấp (L).

Trong 03 giải pháp này thì giải pháp lắp máy quét cây trôi là phù hợp hơn do có kinh phí bảo trì tương đối thấp. Tuy nhiên đây là một giải pháp mới chưa được sử dụng ở Việt Nam cần có các nghiên cứu thử nghiệm để đánh giá khả năng áp dụng máy quét cây trôi ở Việt Nam sau thử nghiệm (như điều kiện bảo trì, tác động đến môi trường, ...).

#### 4. KẾT LUẬN

Hiện tượng cây trôi trong dòng chảy trên sông vào mùa lũ ở nước ta là không thể tránh khỏi. Vì vậy biện pháp phòng tránh ảnh hưởng xấu của cây trôi đến cầu phải được đặt ra. Qua kết quả nghiên cứu bước đầu về cây trôi, tác giả có một số kiến nghị với các cầu thiết kế mới như sau:

- 1) Công tác khảo sát về cây trôi (loại cây trôi, mật độ cây trôi, nguồn cung cấp cây trôi) trong dòng chảy phải được làm chi tiết, cụ thể.
- 2) Cần thiết kế đủ tĩnh không dưới cầu theo kích thước của cây trôi (tĩnh không tối thiểu hiện nay quy định là 1m);
- 3) Đảm bảo khoảng cách giữa các trụ cầu hoặc khoảng cách giữa trụ cầu và mỏ lớn hơn chiều dài của cây trôi;
- 4) Các trụ cầu không nên đặt trong phạm vi lòng chủ của sông, nếu bắt buộc phải thiết kế trụ trong phạm vi lòng chủ thì số trụ phải là ít nhất có thể.
- 5) Ngoài ra, với các cầu đang khai thác ở khu vực miền núi và trung du (đặc biệt là các cầu trên đường giao thông nông thôn có mỏ trụ thiết kế dạng móng nông) cần tiến hành kiểm tra lại tĩnh không dưới cầu, khoảng cách các trụ cầu với nhau hay khoảng cách trụ và mỏ, vị trí đặt trụ cầu nếu không đảm bảo các yêu cầu (như đã kiến nghị với cầu làm mới) cần chủ động đưa ra các biện pháp phòng tránh cây trôi tích tụ ở khu vực cầu.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi Trường đại học Giao thông Vận tải (ĐH GTVT) trong đề tài mã số T2020 – CT – 014.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. A. J. Dias et al., Effect of Debris on the Local Scour at Bridge Piers, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 471 (2019) 022024. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/2/022024>
- [2]. M.Najafzadeh, M. R. Balf, E. Rashedi, Prediction of maximum scour depth around piers with debris accumulation using EPR, MT, and GEP models, Journal of Hydroinformatics, 18 (2016) 867-884. <https://doi.org/10.2166/hydro.2016.212>
- [3]. L. W. Zevenbergen et al., Effects of Debris on Bridge Pier Scour, Third International Conference on Scour and Erosion, ICSE 3. 01.-03. November 2006 in Amsterdam The Netherlands, Hydraulic Engineering Repository, 2006, 741-749. <https://core.ac.uk/download/pdf/326240348.pdf>
- [4]. J. B. Bradley, D. L. Richards, C. D. Bahner, Debris Control Structures - Evaluation and Countermeasures Hydraulic Engineering Circular 9 (HEC-9), Third Edition, FHWA-IF-04-016, 2005, 182. <https://www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/04016/hec09.pdf>
- [5]. P. F. Lagasse et al., NCHRP Report 653: Effects of Debris on Bridge Pier Scour, Lagasse P.F., NCHRP Project, 2009, 166. <https://doi.org/10.17226/22955>
- [6]. M. Ebrahimi et al., Hydrodynamic Effects of Debris Blockage and Scour on Masonry Bridges: Towards Experimental Modelling, Conference: ICSE 2016: 8th International Conference on Scour and Erosion At: Oxford, United Kingdom Volume: Scour and Erosion, (2016) 743-750. [https://www.researchgate.net/publication/309211549\\_Hydrodynamic\\_effects\\_of\\_debris\\_blockage\\_and\\_scour\\_on\\_masonry\\_bridges\\_Towards\\_experimental\\_modelling](https://www.researchgate.net/publication/309211549_Hydrodynamic_effects_of_debris_blockage_and_scour_on_masonry_bridges_Towards_experimental_modelling)
- [7]. T. J. Wipf et al., Debris Mitigation Methods for Bridge Piers, First Edition, Institute for Transportation Iowa State University, 2012.
- [8]. R. N. Tyler, River Debris: Causes, Impacts, and Mitigation Techniques, Alaska Center for Energy and Power, 2011. [http://acep.uaf.edu/media/89819/2011\\_4\\_13\\_AHERC-River-Debris-Report.pdf](http://acep.uaf.edu/media/89819/2011_4_13_AHERC-River-Debris-Report.pdf)
- [9]. D. Panici, G. A. M. De Almeida, Formation, Growth, and Failure of Debris Jams at Bridge Piers, Water Resources Research, 54 (2018) 6226-6241. <https://doi.org/10.1029/2017WR022177>
- [10]. Trung tâm kỹ thuật đường bộ, Báo cáo kết quả khảo sát, kiểm định phục vụ giám định nguyên nhân sự cố cầu Ngòi Thia Km0+350, ĐT174, tỉnh Yên Bái, 2017.
- [11]. Tổng Anh Tuấn và các cộng sự, Ảnh hưởng của cây trôi đến xói cục bộ trụ cầu khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam, Tạp chí Giao thông vận tải, 10 (2019) 52-55.
- [12]. Nguyễn Đăng Phóng và Mai Quang Huy, Nghiên cứu, đề xuất biện pháp phòng tránh sự tích tụ cây trôi ở khu vực cầu, Tạp chí Giao thông vận tải, 3 (2021) 76-80.