

**NGHIÊN CỨU ĐỊNH HƯỚNG GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ ĐOẠN  
HỢP LƯU SÔNG MÃ VÀ SÔNG CHU TỈNH THANH HÓA  
KHI CÁC THỦY ĐIỆN THƯỢNG LƯU VẬN HÀNH**

**Nguyễn Thanh Hùng<sup>1</sup>, Nguyễn Thành Luân<sup>1</sup>, Nguyễn Thành Công<sup>2</sup>**

**Tóm tắt:** Thủy điện Cửa Đạt trên sông Chu đưa vào khai thác sẽ làm thay đổi rất lớn chế độ thủy lực, thủy văn ở hạ du dòng chính sông Mã, trước hết làm thay đổi tỷ lệ lưu lượng giữa sông Mã và sông Chu, dẫn đến sự thay đổi lòng dẫn ở vùng hợp lưu ngã ba Giàng. Biến động về lòng dẫn hạ du đã và đang có những ảnh hưởng bất lợi tới hệ thống các công trình hai bên bờ sông gây sạt lở bờ, bãi, .... Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu định hướng các giải pháp nhằm ổn định bờ sông chống sạt lở phục vụ phát triển kinh tế xã hội vùng hạ lưu sông Mã, tỉnh Thanh Hóa.

**Từ khóa:** Hợp lưu sông Mã, Giải pháp bảo vệ bờ, xói lở, bồi lắng.

### **1. ĐẶT VẤN ĐỀ**

Hiện tượng xói lở, bồi lắng ở ngã ba Giàng-hợp lưu giữa sông Mã và sông Chu của hệ thống sông Mã luôn diễn ra và có những biến động phức tạp, đặc biệt những năm gần đây khi các thủy điện thượng nguồn đi vào hoạt động (Nguyễn Thanh Hùng và nnk, 2015). Sạt lở bờ sông trực tiếp đe dọa đến hệ thống đê chống lũ và tiềm ẩn những tai họa khôn lường (Nguyễn Thu Huyền và nnk, 2015). Hiện tại đã có những giải pháp gia cố bờ để hạn chế xói lở khu vực kè tả sông Mã đoạn qua xã Hoàng Giang, Hoàng Hợp, tuy vậy hiệu quả chưa cao do lòng dẫn sông luôn biến động. Thực tế trên cho thấy, việc xác định đúng nguyên nhân gây biến động lòng dẫn, sạt lở bờ sông từ đó đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ là vấn đề cấp thiết và có ý nghĩa trong việc phát triển bền vững khu hợp lưu. Bài báo này phân tích tổng hợp các yếu tố nhằm đưa ra cơ sở khoa học để định hướng giải pháp bảo vệ bờ chống sạt lở phục vụ chính trị đoạn ngã ba sông Mã và sông Chu.

### **2. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1 Tài liệu sử dụng**

- Bản đồ địa hình tỷ lệ 1/50.000, 1/25.000 do Cục Bản đồ phát hành.
- Ảnh vệ tinh Landsat, Spot từ năm 1990-2013.

- Mặt cắt đo đạc lòng sông từ năm 2008-2013, do Cục Quản lý đê điều quản lý.

- Bình đồ địa hình 1/5000 khu vực ngã ba sông Mã - Chu do Phòng Thí nghiệm Trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển đo đạc năm 2014 .

#### **2.2 Phương pháp nghiên cứu**

Phương pháp viễn thám và GIS: tài liệu sử dụng là bản đồ địa hình 1/50000, 1/25000 và tư liệu ảnh viễn thám, phân tích giải đoán ảnh để thành lập các bản đồ biến động đường bờ, bãi sông làm cơ sở đánh giá diễn biến bờ, bãi sông. Phân tích diễn biến vị trí đường bờ sông vùng hợp lưu qua các date ảnh vệ tinh Landsat (MSS, TM, ETM, OLI) và bản đồ địa hình UTM ghi nhận trong các năm từ 1965 đến 2013 (hình 5). Các ảnh sử dụng có độ phân giải không gian từ 15m đến 30m, được xử lý trên hệ thống phần mềm PCI-Geomatica 9.1.

Phương pháp phân tích, thống kê: Tổng hợp phân tích các dữ liệu tính toán, thiết lập các biểu đồ miêu tả đặc trưng về thủy động lực làm cơ sở đánh giá diễn biến và đề xuất giải pháp phù hợp.

Phương pháp mô hình toán: Trên cơ sở các tài liệu đo đạc năm 2014, thiết lập mô hình 2 chiều MIKE 21C để đánh giá trường thủy động lực, vận chuyển bùn cát, với các kịch bản tổ hợp lũ giữa sông Mã và sông Chu. Các tổ hợp lũ được chọn là những tổ hợp bất lợi của dòng chảy 2 sông tại vùng ngã ba từ đó định hướng giải pháp và bố trí công trình bảo vệ bờ.

---

<sup>1</sup> Phòng Thí nghiệm TĐQG về ĐLHSB, Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam.

<sup>2</sup> Viện Thủy Công, Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam.

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Phân tích diễn biến thủy động lực, hình thái khu vực nghiên cứu

*Phân tích diễn biến trên mặt bằng:*

Diễn biến sông tại một vị trí cục bộ có liên quan chặt chẽ đến diễn biến chung của cả đoạn sông. Dựa vào ảnh vệ tinh có được tại khu vực hạ lưu sông Mã từ năm 1990 đến nay thấy rằng: Những diễn biến rõ rệt nhất bắt đầu từ kè Hợp Đồng (xã Hoàng Giang) trên sông Mã xuôi về hạ lưu. Từ năm 1990 đến năm 2001 chủ lưu đoạn từ đầu xã Hoàng Giang đến ngã ba Giàng có hiện tượng lệch phải, ở đây xuất hiện cồn cát bồi ở bên bờ tả kéo dài khoảng 500m, rộng trung bình 90m (Hình 1, a-c).

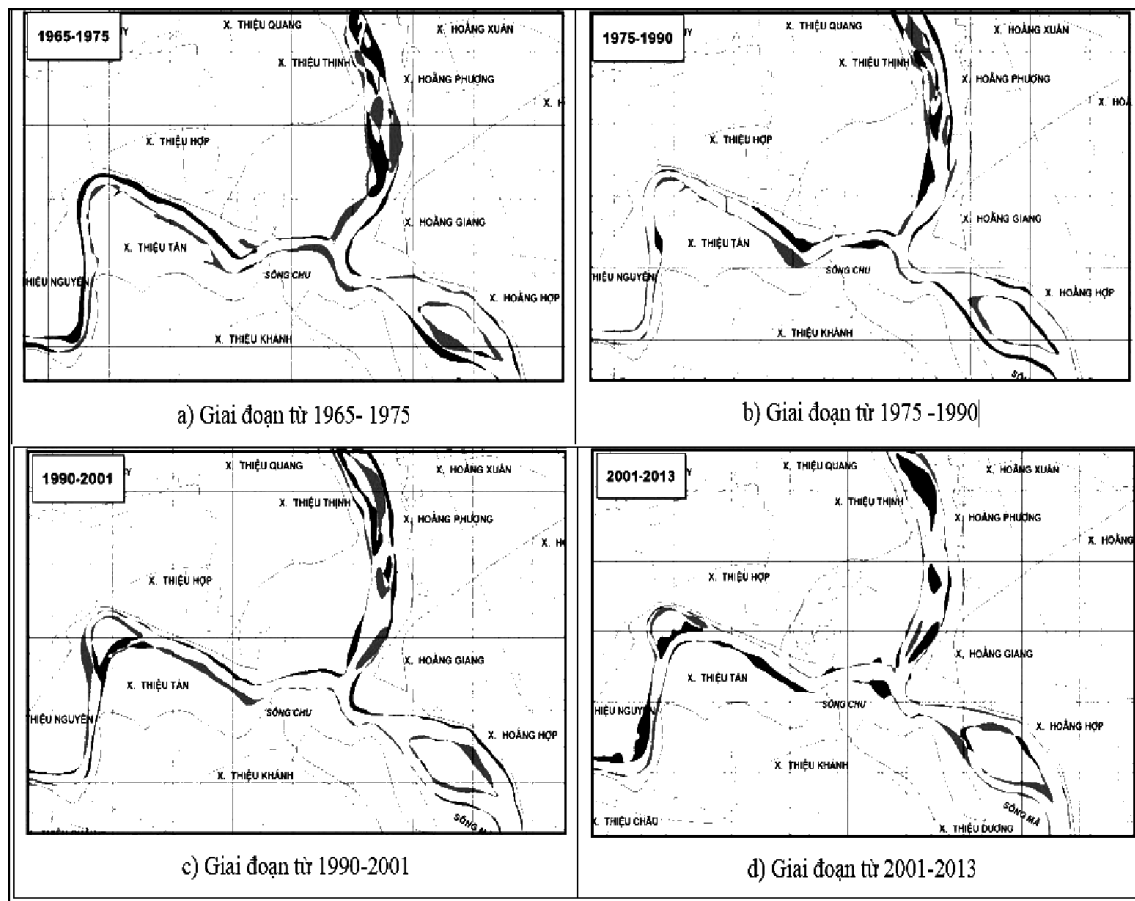
Năm 2003, bờ sông khu vực Hợp Đồng được bảo vệ bằng hệ thống 5 mỏ hàn. Chiều dài các mỏ hàn và khoảng cách giữa các mỏ tương đối ngắn nên phát huy hiệu quả không cao và đặc biệt đối với năm 2007 là năm có lũ lớn trên hệ thống sông. Đến năm 2010 hệ thống kè mỏ hàn đã bị sạt lở và bờ sông được bảo vệ bằng hệ

thống kè bờ. Từ 2003 - 2011, sự tồn tại cồn cát bên bờ tả tựa như công trình hướng dòng làm cho dòng chảy ở khu vực này có xu hướng lệch sang bờ hữu. Năm 2011-2013 cồn cát này bị xói chuyển sang bồi ở bờ hữu cùng với việc chủ lưu chuyển sang bờ tả.

#### **Diễn biến đường lạch sâu:**

Để xác định diễn biến lạch sâu dọc sông, trong nghiên cứu này thu thập tài liệu địa hình cao độ đáy sông giai đoạn từ 2008 đến 2013 ở một số mặt cắt sông từ SM76 đến SM84 (Hình 2).

Giai đoạn từ 2008-2011: là giai đoạn địa hình đáy sông biến đổi mạnh nhất dọc sông Mã. Kết quả phân tích cho thấy, đoạn từ mặt cắt SM76 (thượng lưu Giàng) đến mặt cắt SM79 (đầu ngã ba Giàng) địa hình biến động tương đối nhiều. Lòng sông bị xói sâu khoảng 5,0m tại SM76. Đến mặt cắt SM79 trước ngã ba lòng sông bị xói ít hơn với độ hạ thấp từ 1,8- 2,4m (Hình 2). Tại hạ lưu Giàng địa hình có biến đổi nhưng ít hơn và giảm dần theo chiều dọc sông.



Hình 1. Tổng hợp diễn biến khu vực hợp lưu Giàng từ năm 1965- 2013

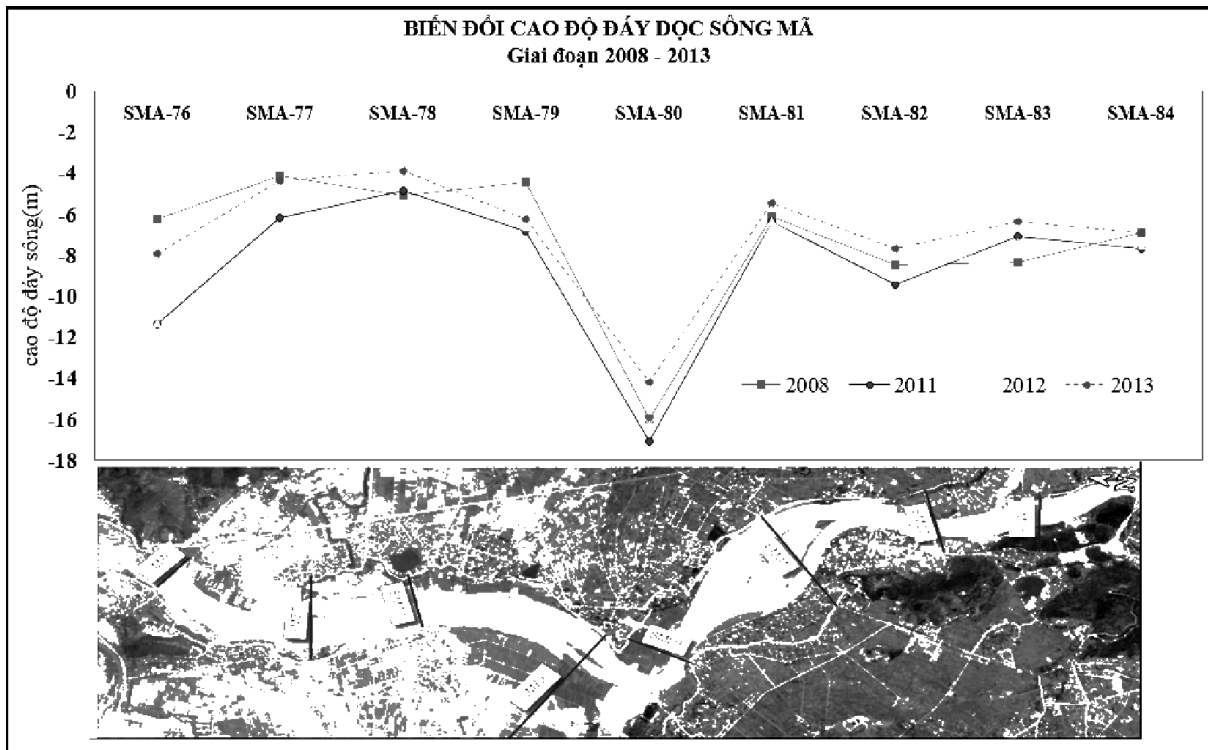
Giai đoạn từ 2011 đến nay: địa hình đáy sông có biến đổi tuy nhiên xu thế chung là bồi. Phía thượng lưu Giàng, địa hình bồi cao so với năm 2011 từ 1,2 - 3,4m (Hình 2), nhưng vẫn thấp hơn so với địa hình năm 2008. Tại ngã ba Giàng, địa hình cũng được bồi cao lên với độ cao bồi so với năm 2011 khoảng hơn 2m. Đoạn hạ lưu Giàng địa hình đáy sông bồi cao thêm so với năm 2011 từ 0,4 - 2,9m, cao hơn cả địa hình năm 2008.

Khu vực hạ lưu sông Mã là một khu vực phức tạp do có ảnh hưởng của địa hình, hợp lưu

hai sông, sông co hẹp, mở rộng,... Để làm rõ hơn sự tác động của dòng chảy đến diễn biến lòng dẫn, bài báo tập trung vào một số khu vực trọng điểm, dòng chảy tác động lớn, có nhiều biến động phức tạp, tạo cơ sở để nghiên cứu đề xuất các giải pháp nhằm ổn định lòng dẫn. Ở đây đã sử dụng mô hình toán MIKE 21 C tính toán chế độ thủy động lực vùng hợp lưu với tổ hợp dòng chảy 2 sông tương ứng với các cấp lưu lượng lũ khác nhau đại diện cho chế độ lũ giữa sông Mã và sông Chu. Các kịch bản tính toán thể hiện tại Bảng 1.

**Bảng 1. Các kịch bản tính toán**

TT	Các kịch bản	Q (sông Mã) m <sup>3</sup> /s	Q (sông Chu) m <sup>3</sup> /s	Ghi chú
1	PA0-1-1	5454	4250	Mã 10%, Chu 10%
2	PA0-1-3	5454	6709	Mã 10%, Chu 2%
3	PA0-1-5	5454	8849	Mã 10%, Chu 0,5%
4	PA0-2-2	6561	4250	Mã 5%, Chu 10%
5	PA0-2-3	8026	4250	Mã 2%, Chu 10%



Hình 2. Biến đổi cao độ đáy dọc sông Mã từ năm 2008 đến 2013

### **Kết quả tính toán các phương án**

*Vận tốc dòng chảy lớn nhất theo chiều dọc sông:*

Vùng thượng lưu ngã ba Giàng trên sông Mã dòng chảy có xu thế tăng khi tới ngã ba và tiếp tục tăng mạnh sau khi qua ngã ba. Tại vị trí mặt cắt SM1 cách ngã ba 1,7km vận tốc dòng chảy lớn nhất đạt từ 0,78 đến 1,24 m/s đến gần ngã ba dòng chảy tăng đến 1,6 m/s tại mặt cắt SM3 (Hình 4). Dòng chảy tại mặt cắt SM4 (hạ lưu ngã ba Giàng) đạt được từ 2,15- 2,36 m/s; lớn nhất ứng với tổ hợp lũ lớn sông Mã (lũ 2%) gặp lũ trung bình trên sông Chu (lũ 10%) - PA0-2-3. Vận tốc dòng chảy rất lớn sẽ đe dọa ổn định lòng dẫn và bờ sông và là nguyên nhân gây sạt lở bờ.

*Vận tốc dòng chảy theo thủy trực*

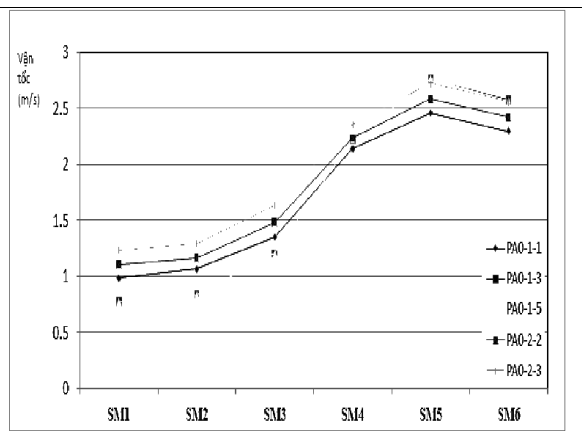
Tại khu vực thượng lưu ngã ba Giàng trên sông Mã: Từ mặt cắt SM1 đến mặt cắt SM3, vận tốc dòng chảy tăng dần khi đến gần ngã ba; dòng chủ lưu có xu thế lệch về phía bờ tả, nhiều chỗ dòng chảy áp bờ với lưu tốc lớn từ 1,2 ÷ 1,5 m/s (Hình 5, Bảng 2). Tại điểm mép nước là nơi

dòng chảy tác động tới bờ, vận tốc dòng chảy ở sát bờ tả sông Mã (mặt cắt SM3) tuy có biến động theo các phương án nhưng giá trị vận tốc cũng rất lớn biến động từ 0.5-0.9 m/s, ra xa bờ 1 chút vận tốc dòng chảy lên tới 1.4m/s ở phương án PA0-2-3 và 1.0 m/s ở phương án PA0-1-1 (Bảng 2). Với vận tốc lớn ép sát bờ sẽ gây ra mất ổn định bờ và cần có giải pháp bảo vệ bờ ở đoạn này.

Tại khu vực thượng lưu ngã ba Giàng trên sông Chu: Tại mặt cắt SC3 dòng chủ lưu có xu thế bị lệch phải (hữu Chu) và bị giảm năng lượng do ảnh hưởng của khu vực ngã ba. Dòng chảy thượng lưu Giàng trên sông Mã luôn có xu thế ép bờ tả, đặc biệt dòng chảy ép mạnh hơn với kịch bản dòng chảy trên sông Chu nhỏ (tương ứng với trường hợp sông Chu cắt lũ), lưu tốc đạt từ 1,8 -2,3 m/s tại mặt cắt SC4. Trong khi đó dòng chảy phía bờ hữu sông Chu cũng có lưu tốc rất lớn – lớn nhất khoảng 1,2 m/s (Bảng 3). Với vận tốc gần bờ đạt hơn 1m/s do đó cần có giải pháp bảo vệ bờ để tránh sạt lở.



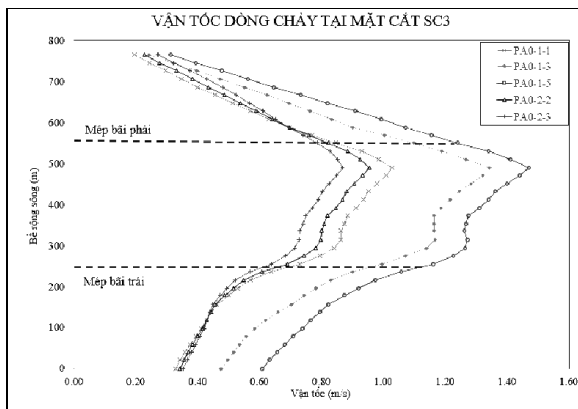
Hình 3. Vị trí các mặt cắt trích số liệu



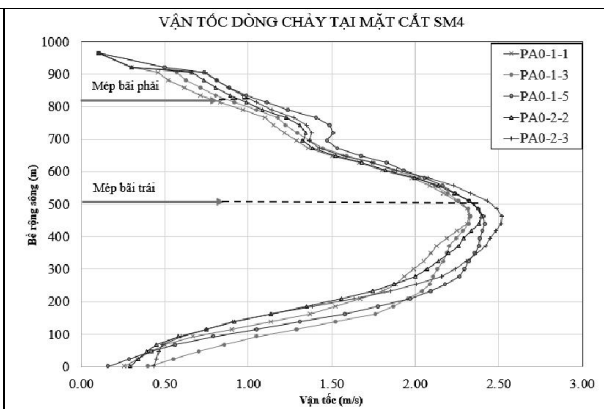
Hình 4. Vận tốc lớn nhất tại các mặt cắt

**Bảng 2. Vận tốc dòng chảy theo thủy trực tại mặt cắt SM3**

Vị trí	PA0-1-1 (m/s)	PA0-1-3 (m/s)	PA0-1-5 (m/s)	PA0-2-2 (m/s)	PA0-2-3 (m/s)
Cách đê tả 40m	0.2		0.5	0.5	0.6
Mép bãi trái	0.5		0.8	0.8	0.9
Cách bờ trái 40m	1.0	1.2	1.1	1.2	1.4
Giữa sông	1.2	1.1	1.1	1.3	1.4
Cách bờ phải 40m	0.9	0.8	0.8	1.0	1.2
Mép bãi phải	0.9	0.8	0.7	1.0	1.1
Cách đê hữu 1800m	0.9	0.8	0.7	1.0	1.1



Hình 5. Vận tốc dòng chảy tại mặt cắt 3 SC3 theo các kịch bản



Hình 6. Vận tốc dòng chảy tại mặt cắt 4 SM4 theo các kịch bản

**Bảng 3. Vận tốc dòng chảy theo thủy trực tại mặt cắt SC4**

Vị trí	PA0-1-1 (m/s)	PA0-1-3 (m/s)	PA0-1-5 (m/s)	PA0-2-2 (m/s)	PA0-2-3 (m/s)
Cách đê tả 98m	0.4	0.6	0.7	0.4	0.4
Mép bãi trái	0.8	1.1	1.3	0.8	0.7
cách bờ trái 30m	1.3	1.2	1.2	1.4	1.5
Giữa sông	1.1	1.3	1.5	1.1	1.1
cách bờ phải 30m	0.9	1.1	1.2	0.8	0.8
Mép bãi phải	0.8	1.0	1.2	0.8	0.8
Cách đê hữu 54m	0.6	0.7	0.8	0.6	0.7

Tại vị trí mặt cắt SM4 (hạ lưu ngã ba Giàng), dòng chảy đi vào vùng co hẹp. Do ảnh hưởng địa hình nên lưu tốc tăng lên rất nhiều, kết quả tính cho thấy lưu tốc lớn nhất tại đây tăng gần gấp đôi lưu tốc dòng chảy trước khi vào ngã ba Giàng ở cả hai sông Mã và sông Chu (Hình 6). Bên bờ hữu dòng chảy vẫn duy trì tốc độ lớn sau khi qua mặt cắt SC4, với lưu tốc từ 1-1,2 m/s tại vị trí cách bờ phải 40m (Bảng 4), do đó đoạn bờ này có nguy cơ bị sạt lở là rất lớn, hơn nữa đây là khu dân cư định cư từ lâu đời, rất cần có các giải pháp đề điều

chỉnh dòng chảy chủ lưu hướng ra ngoài khi gây xói lở bờ.

Hướng dòng chảy lũ sông Chu không gây nguy hiểm đối với bờ đối diện sông Mã: tại mặt cắt SM4 dòng chảy lũ bên sông Chu ảnh hưởng không lớn so với lũ sông Mã vì nếu dòng chảy sông Chu mạnh hơn dòng chảy sông Mã sẽ thúc thẳng vào bãi bồi bờ tả sông Mã không uy hiếp an toàn đê điều. Nếu dòng chảy sông Mã mạnh gặp dòng chảy sông Chu mạnh thì năng lượng của 2 dòng chảy triệt tiêu lẫn dẫn đến lưu tốc bị giảm đáng kể khi qua mặt cắt SM4.

**Bảng 4. Vận tốc dòng chảy theo thủy trực tại mặt cắt SM4**

Vị trí	PA0-1-1 (m/s)	PA0-1-3 (m/s)	PA0-1-5 (m/s)	PA0-2-2 (m/s)	PA0-2-3 (m/s)
Cách đê tả 200m	1.7	2.0	2.0	1.6	1.6
Mép bãi trái	2.2	2.3	2.3	2.3	2.4
Cách bờ trái 30m	2.1	2.1	2.2	2.1	2.2
Giữa sông	1.3	1.4	1.5	1.3	1.4
Cách bờ phải 40m	1.0	1.0	1.2	1.1	1.1
Mép bãi phải	0.7	0.8	1.0	0.9	1.0
Cách đê hữu 60m	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7

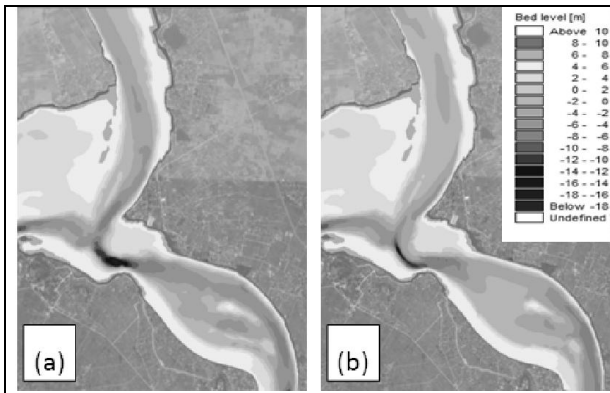
Khu vực bãi giữa Hoàng Hợp- Thiệu Dương hạ lưu Giàng từ mặt cắt SM6 đến SM9: Sự duy trì dòng chủ lưu tập trung vào giữa sông trong khi dòng chảy hai bên lạch cũ nhỏ hơn rất nhiều. Hiện tượng này có thể gây bồi lấp hai lạch cũ và hình thành thể sông mới.

Kết quả phân tích 5 tổ hợp kích bản dòng chảy bất lợi ở trên cho thấy, khi có các thủy điện thượng nguồn dòng chảy trên sông Mã luôn chiếm ưu thế hơn so với dòng chảy sông Chu và gây tác động lớn hơn tới lòng dẫn, đặc biệt là đoạn qua xã Thanh Dương bờ hữu sông Mã (mặt cắt SM4 - Hình 3).

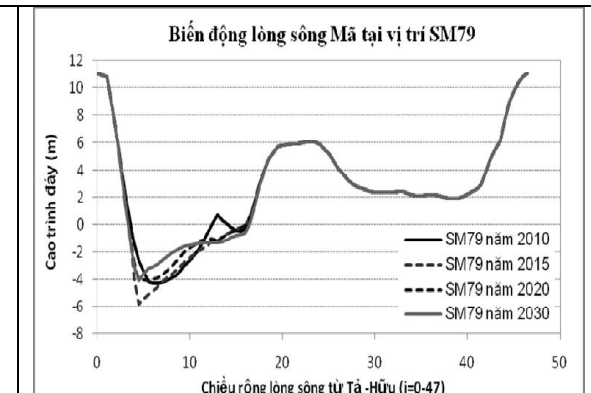
*Dự báo diễn biến hình thái:*

Những thay đổi về chế độ thủy động lực luôn kéo theo sự biến động về hình thái lòng dẫn. Lòng dẫn có thể luôn biến động phụ thuộc hay đạt đến một trạng thái ổn định nào đó phụ thuộc rất nhiều vào điều kiện dòng chảy, bùn cát và địa chất của khu vực. Việc phân tích và dự báo biến động lòng dẫn có thể dùng để định hướng các giải pháp chỉnh trị đoạn sông nghiên cứu. Trên cơ sở những dữ liệu lịch sử và hiện trạng,

bài báo tính toán dự báo biến động lòng dẫn trong 5 năm, 10 năm tiếp theo dựa trên mô hình MIKE 21C. Kết quả dự báo cho thấy, với thể sông hiện tại sau 5 năm, 10 năm nữa lòng sông bị biến đổi rất nhiều. Cụ thể, thượng lưu Giàng bờ hữu có xu thế bồi (Hình 6), ngược lại bờ tả lại bị xói. Theo kết quả tính toán sau 5, 10 và 20 năm tính từ hiện tại, lòng dẫn gần bờ tả bị xói sâu xuống khoảng từ 1 ÷ 2m. Tại ngã ba Giàng, lòng sông có xu thế bị xói trên toàn bộ khu vực ngã ba, với độ sâu bị xói xuống từ 2 ÷ 3m (Hình 7, Hình 8). Ở hạ lưu ngã ba Giàng, quá trình bồi, xói diễn ra đồng thời, với bờ lồi Thanh Dương luôn bị xói ngược lại bên bờ lõm đối diện luôn bồi cao. Kết quả tính toán đã phản ánh được với xu thế biến đổi lòng dẫn trong những năm gần đây và dự báo cho các năm tiếp theo tại vùng hợp lưu Giàng. Từ đó có thể thấy rằng, nếu không có sự can thiệp, điều chỉnh dòng chảy tại vùng hợp lưu hợp lý thì những biến đổi về hình thái lòng dẫn này chắc chắn sẽ gây nguy hiểm tới bờ sông, tuyên đề khu vực nghiên cứu trong tương lai.



Hình 7. Biến động lòng dẫn khu vực ngã ba Giàng:  
(a): địa hình đáy ban đầu;  
(b): địa hình đáy sau 20 năm



Hình 8. Biến động lòng dẫn tại mặt cắt ngang SM80 (K36 đê tả sông Mã, xã Hoàng Giang)

### 3.2. Đề xuất định hướng giải pháp chỉnh trị

Các phân tích diễn biến về lòng dẫn, thủy động lực ở mục trên cho thấy sự thay đổi dòng chảy là một trong những nguyên nhân chính gây ra diễn biến hình thái khu vực hợp lưu. Khu vực có nguy cơ bị xói, sạt lở cao được thể hiện rất rõ

qua các phân tích về thủy động lực và diễn biến hình thái là: bờ tả sông Mã phía thượng lưu Giàng đoạn qua khu vực kè Hợp Đồng, bờ hữu sông Mã khu vực hợp lưu đoạn qua Thanh Dương xã Thiệu Khánh, khu vực bãi giữa xã Hoàng Hợp - Thiệu Dương. Do vậy cần phải có

những giải pháp trước những thay đổi về dòng chảy do điều tiết của hồ thủy điện thượng nguồn, nhằm điều chỉnh dòng chảy đảm bảo dòng chảy xuôi thuận hơn, hạn chế những tác động bất lợi đến lòng dẫn, bờ sông khu vực ngã ba hợp lưu.

Xác định tuyến chỉnh trị:

Các thông số tuyến chỉnh trị bao gồm: bề rộng tuyến chỉnh trị, đặc tính đường cong tuyến chỉnh trị thông qua việc xác định lưu lượng tạo lòng. Khu vực nghiên cứu hạn chế về tài liệu lưu lượng, do vậy để xác định lưu lượng tạo lòng nghiên cứu này đã chọn trị số  $Q_{TL}$  ứng với mực nước ngang bãi già. Từ đó xác định bề rộng chỉnh trị theo công thức của Altunin:

$$B_{od} = \frac{AQ^{0,5}}{J^{0,2}}$$

- $B_{od}$  : chiều rộng dòng sông ổn định
- $Q$  : Lưu lượng tạo lòng ( $m^3/s$ )
- $I$  : Độ dốc mặt nước ứng với lưu lượng tạo lòng.
- Hệ số  $A$  : Hệ số đặc trưng mặt cắt ngang lòng sông, lấy  $A=1,1$ .

Kết quả xác định tuyến chỉnh trị quy hoạch khu vực nghiên cứu ở Hình 9.

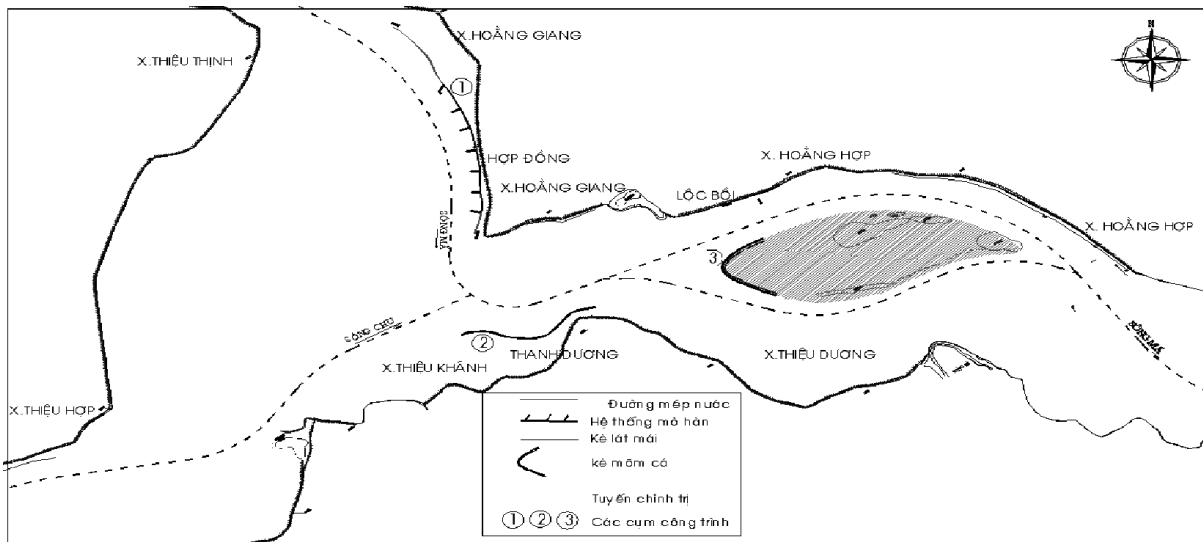
Định hướng giải pháp chỉnh trị:

Nghiên cứu đã đề xuất định hướng giải pháp công trình cho khu vực hợp lưu Giàng gồm 3 cụm công trình như sau:

①. Cụm công trình khu vực phía thượng lưu Giàng: bố trí hệ thống mô hàn nhằm đẩy dòng chủ lưu chảy ép sát bờ tả trước ngã ba sông Mã, chống sạt lở bảo vệ bờ và đê tả sông Mã, điều chỉnh dòng chảy thuận hơn ở khu vực ngã ba;

②. Cụm công trình khu vực hợp lưu Giàng: bố trí hệ thống kè bảo vệ bờ hữu sông Mã đoạn hợp lưu, nhằm hạn chế tác động dòng chảy sông Mã thúc thẳng vào bờ và hợp lực của dòng chảy sông Mã, sông Chu gây sạt lở bờ, bãi sông (Hình 9);

③. Cụm công trình khu vực bãi giữa hạ lưu Giàng: với hiện trạng lòng dẫn đoạn này không gây cản trở thoát lũ nhưng do đoạn này đang có xu thế bị bồi 2 lạch bên như vậy sẽ gây khó khăn cho giao thông thủy và lấy nước, do đó bố trí công trình kè mồm cá và tái tạo bãi giữa nhằm phân dòng chảy sang hai lạch, duy trì sự thông thuận của 2 lạch trong mùa kiệt, tạo độ sâu cho giao thông thủy và lấy nước.



Hình 9. Bố trí hệ thống công trình chỉnh trị

Đối với cụm công trình ①: bố trí hệ thống 45m, chiều dài cánh 18m, góc nghiêng 75 độ, và mô hàn gồm: 1 mô hàn chữ  $\Gamma$  với chiều dài hệ thống 6 mô hàn chữ I với chiều dài, khoảng

cách được tính toán theo tiêu chuẩn TCNVN-8419-2010. Công trình thủy lợi – Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.

Đối với cụm công trình ②: hệ thống kè bảo vệ bờ với chiều dài 840m, thân kè được gia cố bằng các tấm bê tông đúc sẵn, chân kè được bảo vệ bằng lăng thể đá và thả rồng hạn chế xói lở do các tác động dòng chảy;

Đối với cụm công trình ③: kè mồm cá có gốc tại đầu bãi tái tạo, cao trình đỉnh kè tương đương cao trình bãi (+4,2) và lần lượt được giạt cấp thấp dần theo cao trình: (+2,0) cao trình tương đương mực nước trung bình mùa lũ, (+0,3) tương đương cao trình mực nước trung bình mùa kiệt ở vị trí đầu kè. Bãi được tái tạo với hệ thống đê bao mái nghiêng bảo vệ phía ngoài, trong đắp cát tạo bãi tới cao trình +4,2: cao trình đỉnh kè (+4,2), mái ngoài  $m=2$  gia cố đá lát khan, mái trong  $m=1,5$ .

#### 4. KẾT LUẬN

Biến đổi lòng dẫn, sạt lở bờ sông luôn là vấn đề bức xúc ở các địa phương, biến đổi lòng dẫn khu vực hợp lưu lại càng phức tạp hơn. Khu vực hợp lưu sông Mã, sông Chu luôn có những biến động phức tạp do ảnh hưởng của dòng chảy đến giữa hai sông. Bài báo đã trình bày kết quả nghiên cứu thủy động lực những biến động khu vực hợp lưu xem xét trên mặt bằng, mặt cắt dọc

theo các kịch bản tổ hợp dòng chảy đến của 2 sông. Đồng thời dự báo sự biến đổi lòng dẫn khu vực hợp lưu dựa trên mô hình toán MIKE 21C. Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự điều tiết của các hồ chứa thượng nguồn sông Mã- chu luôn tạo nên những thay đổi lớn về lưu lượng dòng chảy tại hợp lưu Giàng, sự thay đổi này kéo theo sự thay đổi lòng dẫn và bờ sông khu vực hợp lưu và hạ lưu.

Dựa trên kết quả phân tích thủy động lực, biến động lòng dẫn vùng ngã ba, bài báo đã đề xuất định hướng giải pháp nhằm ổn định khu vực hợp lưu với 3 cụm công trình. Kết quả nghiên cứu giải pháp là cơ sở để quyết định đầu tư xây dựng các công trình chỉnh trị góp phần giảm thiểu các tác động bất lợi của dòng chảy khu vực ngã ba. Trong thời gian tới, các giải pháp này sẽ được kiểm tra bằng thí nghiệm mô hình vật lý và sẽ đăng tải kết quả trong các số báo tiếp theo.

Nghiên cứu này nhận được kinh phí từ nguồn ngân sách nhà nước trong việc triển khai đề tài KC08-32/11-15 “Nghiên cứu đánh giá tác động của các hồ chứa thượng nguồn đến biến động lòng dẫn hạ du, cửa sông ven biển hệ thống sông Mã và đề xuất giải pháp hạn chế tác động bất lợi nhằm phát triển bền vững” thuộc chương trình nghiên cứu khoa học cấp nhà nước KC08/11-15.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- DHI, “Mike 21C-Curvelinear Model for River Morphology, User guide”, 2009
- Lương Phương Hậu, Trần Đình Hợp (2004), *Động lực học dòng sông và chỉnh trị sông*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
- Lương Phương Hậu (2010), *Nghiên cứu các giải pháp KH-CN cho hệ thống công trình chỉnh trị sông trên các đoạn trọng điểm vùng Đồng bằng Bắc Bộ và Nam Bộ*, Đề tài cấp Nhà nước KC.08.14/06 -10.
- Lương Phương Hậu, Đình Hợp (2004), *Lý thuyết thí nghiệm mô hình công trình thủy*, NXB Xây dựng, Hà Nội.
- Nguyễn Thanh Hùng, Nguyễn Thị Thu Huyền, Vũ Đình Cường, 2015, *Nghiên cứu ảnh hưởng của hồ chứa thượng nguồn đến các đặc trưng thủy văn trên hệ thống sông Mã*, Tạp chí Khí tượng thủy văn, số 656, Tr. 38-44.
- Nguyễn Thị Thu Huyền, Nguyễn Thanh Hùng, Phạm Quang Sơn, Vũ Đình Cường, 2015, *Phân tích biến động lòng dẫn sông Chu qua tài liệu đo đạc và ảnh Viễn Thám*, Khoa học và công nghệ Thủy lợi, số 26, Tr. 8-20.



Jansen P. Ph. *Principles of River Engineering*, 1978.

Przedwojski B., Blazejewski R. and Pilarczyk K.W, *River Training Techniques*, A.A.Balkema/ otterdam/Brookfield/1995.

Van Rijn, L.C (1993), *Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas*, Aqua publications, The Netherlands.

TCNVN-8419-2010. *Công trình thủy lợi – Thiết kế công trình bảo vệ bờ sông để chống lũ.*

**Abstract:**

**STUDYING ON BANK PROTECTION MEASURES FOR CONFLUENCE  
OF MA AND CHU RIVER, THANH HOA PROVINCE WHEN  
THE UPSTREAM HYDROPOWERS OPERATION**

*When Cua Dat reservoir on Chu river has been put into operation, it made and will make a huge change of hydraulic regime, hydrology characteristics in downstream river system by altering flow rate between Ma and Chu river, that leads to the changes of river morphology in the confluence area (Nga ba Giang). The variation in river morphology have adversely affected to the river training works at both sides of the river, causing bank erosion,... This paper presents research results to orientate solutions to stabilize river bank and protecting river bank from erosion which serve socioeconomic development at downstream area of Ma river, Thanh Hoa province.*

**Keywords:** Ma river confluence, bank protection solutions, erosion, deposition.

---

*BBT nhận bài: 01/10/2015*

*Phản biện xong: 12/11/2015*