

# CƠ SỞ KHOA HỌC XÁC ĐỊNH PHẠM VI VÙNG THOÁT LŨ CHÍNH TRONG KHÔNG GIAN THOÁT LŨ QUY ĐỊNH TRÊN SÔNG HỒNG

Nguyễn Ngọc Quỳnh, Nguyễn Ngọc Đăng,  
Nguyễn Mạnh Linh, Bùi Huy Hiếu

*Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học Sông biển*

**Tóm tắt:** Nhằm đưa ra các cơ sở khoa học và thực tiễn để làm rõ và hoàn thiện các quy định pháp lý về phạm vi không gian thoát lũ trên hệ thống sông Hồng cũng như các sông khác, bài báo này đã nêu lên kết quả nghiên cứu với lập luận mới về không gian thoát lũ thực tế, qua đó làm rõ vai trò của không gian thoát lũ và đề xuất cách xác định vùng thoát lũ chính trong phạm vi không gian thoát lũ. Kết quả nghiên cứu này là căn cứ cho việc đưa ra các giải pháp quản lý, sử dụng bãi sông đảm bảo yêu cầu thoát lũ đồng thời đáp ứng yêu cầu phát triển dân sinh, kinh tế trên một số bãi sông.

**Summary:** In order to provide scientific and practical bases to clarify and perfect the legal regulations on the scope of flood drainage space on the Red River system as well as other rivers, this article has raised the research results with new arguments about the actual flood drainage space, it clarifies the role of flood drainage space and proposes ways to define the main flood drainage areas within the flood drainage space. The results of this study are the basis for making solutions to manage and use floodplain to ensure flood drainage and meet the requirements of population and economic development on some floodplain.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quy hoạch phòng chống lũ và quy hoạch điều chỉnh hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình được phê duyệt theo quyết định số 257 ngày 18/02/2016 đã xác định không gian thoát lũ bao gồm khu vực lòng sông và bãi sông nằm giữa 2 đê chính. Xét dưới góc độ khoa học và thực tế, quy định này chưa hoàn toàn thuyết phục do trong thực tế, nhiều vùng trên bãi sông không tham gia thoát lũ vì không tồn tại vận tốc dòng chảy hoặc vận tốc quá nhỏ, khi đó các vùng này mà chỉ đảm nhiệm vai trò trữ một phần lượng dòng chảy lũ. Quyết định trên cũng đưa ra khái niệm vận tốc nhỏ  $V=0,2$  m/s như là tiêu chí để phân biệt gianh giới giữa vùng thoát lũ và không thoát lũ, qua đó đưa ra các quy định

cho phép sử dụng bãi sông, đây cũng là tiêu chí chưa thuyết phục và làm phức tạp hơn khi phải xác định cụ thể gianh giới này bằng tính toán cũng như áp dụng ngoài thực tế.

Với cách tiếp cận dựa trên các nguyên tắc hết sức cơ bản của thủy lực học, đó là: trên một con sông, vùng thoát lũ chính là vùng đảm bảo không gian để thoát lũ mà không làm gia tăng mực nước lũ với lưu lượng lũ thiết kế. Khi đó, có thể có 2 trường hợp: (1) Vùng thoát lũ chính chỉ là một phần và nằm trong phạm vi của không gian thoát lũ quy định, hoặc: (2) Vùng thoát lũ chính là không gian thoát lũ quy định.

Xét về góc độ hình học, vùng thoát lũ chính bao gồm một số yếu tố cơ bản như chiều rộng ( $B_d$ ), chiều sâu thoát lũ ( $H_d$ ) trên các mặt cắt ngang... Kết quả nghiên cứu trình bày trong bài báo này sẽ tập trung vào phạm vi vùng

---

Ngày nhận bài: 12/6/2019  
Ngày thông qua phản biện: 19/7/2019  
Ngày duyệt đăng: 05/8/2019

thoát lũ trên mặt bằng qua xem xét yếu tố chiều rộng thoát lũ ( $B_{tl}$ ) trong khi mặc định yếu tố chiều sâu mặt cắt thoát lũ tại các mặt cắt ngang đại diện.

Nghiên cứu đã xem xét, phân tích quan hệ giữa mực nước lũ ( $H_{tl}$ ) với các chiều rộng thoát lũ khác nhau ( $B_{tl}$ ) trong cùng một điều kiện lưu lượng lũ thiết kế ( $Q_{lu-TK}$ ), qua đó xác định tại chiều rộng thoát lũ nào thì mực nước lũ tính toán sẽ không vượt quá mực nước lũ thiết kế ( $H_{lu-TK}$ ).

Để kết quả nghiên cứu mang tính tổng quát và có thể áp dụng trong thực tế, nghiên cứu được trên việc mô phỏng một đoạn sông mẫu trên sông Hồng

## 2. PHƯƠNG PHÁP LUẬN, CÁC KỊCH BẢN VÀ CÔNG CỤ NGHIÊN CỨU

### 2.1. Phương pháp luận [1]

Xuất phát từ đặt vấn đề ở trên và giới hạn không gian nghiên cứu cho một đoạn sông mẫu đại diện, phương pháp luận đặt ra cho nghiên cứu cơ sở khoa học xác định phạm vi vùng thoát lũ chính trong không gian thoát lũ quy định dựa trên các căn cứ sau:

- Từ các tham số thực tế của một đoạn sông Hồng (ở đất chọn đoạn sông Hồng từ Sơn Tây – đến Hưng Yên) như: hình thái mặt bằng, mặt cắt ngang, mặt cắt dọc, hệ số nhám, độ dốc thủy lực, các thông số thủy văn - thủy lực lũ.... sẽ thiết lập một đoạn sông mẫu với tuyến chỉnh trị sông và tuyến thoát lũ tính toán.

- Trên cơ sở đoạn sông mẫu được mô phỏng, thiết lập các kịch bản tính toán thoát lũ với yếu tố thay đổi chính là chiều rộng thoát lũ ( $B_{tl}$ ) có xét đến các yếu tố tác động là bán kính cong

đại diện ( $R_c$ ) của tuyến chỉnh trị và sức cản trên lòng, bãi sông.

- Đề xuất sử dụng mô hình toán thủy lực 2D với lưới tính linh hoạt có khả năng mô phỏng được các yếu tố hình học, hình thái và chế độ, đặc trưng dòng chảy lũ trên mặt bằng và trên mặt cắt ngang sông.

### 2.2. Thiết lập đoạn sông mẫu và kịch bản nghiên cứu

#### 2.2.1 Thiết lập đoạn sông mẫu

##### a) Chọn đoạn sông mẫu:

Đoạn sông mẫu lựa chọn dựa trên sơ đồ hóa một đoạn sông thực tế trên sông Hồng từ Sơn Tây đến Chèm, trong đó đoạn sông trọng điểm để xem xét chi tiết sự thay đổi các yếu tố hình thái là đoạn cong Trung Hà (bao gồm cả phần chuyển tiếp ở thượng và hạ lưu), đây là đoạn sông có sự biến động mạnh trên mặt bằng trong giai đoạn 2003 -2007, ổn định trong giai đoạn 2010-2015, bắt đầu có dấu hiệu biến động trở lại từ cuối 2016 đến nay (theo kết quả điều tra và phân tích diễn biến ...).

##### b) Các thông số về đặc điểm địa hình, lòng dẫn, hình thái, thủy văn, thủy lực của đoạn sông thực tế

Dựa trên số liệu địa hình đoạn sông thu thập từ năm 2000, có điều chỉnh theo số liệu các mặt cắt ngang trên sông Hồng đo 2017, 2018 (từ mặt cắt SH 15 đến SH81); hiện trạng mặt bằng bờ bãi sông biên tập và cập nhật từ ảnh vệ tinh; các thông số hình học, hình thái sông và các đặc trưng thủy văn, thủy lực của các dự án, đề tài được nghiệm thu và công bố giai đoạn 2014 -2018. Cụ thể các thông số tính toán cho đoạn sông mẫu ở bảng 1 và mô tả ở hình 1 dưới đây:

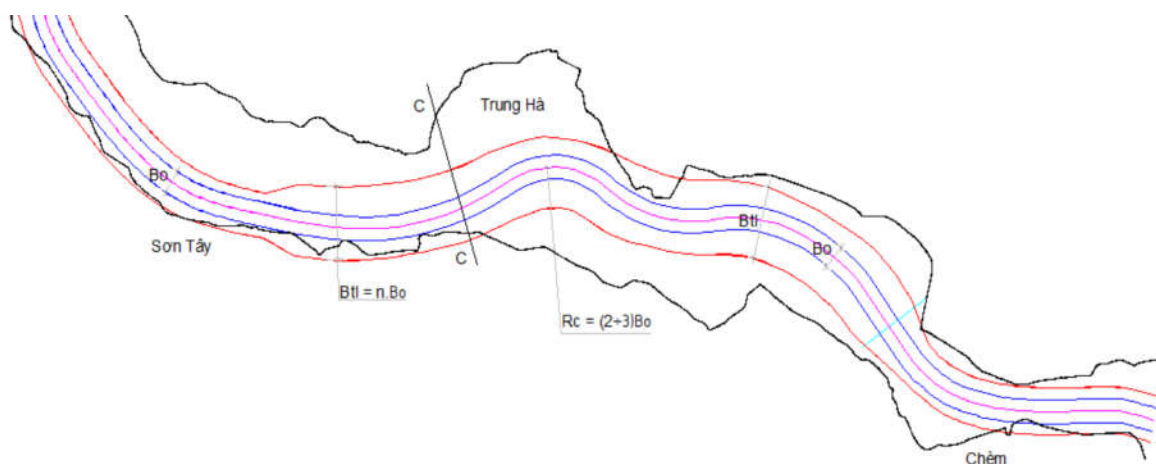
**Bảng 1: Các thông số cơ bản sông Hồng đoạn Sơn Tây- Chèm để xây dựng đoạn sông mẫu**

| TT | Các thông số địa hình thái và thủy văn thủy lực                                     | Giá trị tính toán                            | Ghi chú                                                                                                                   |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Chiều sâu ổn định tính toán đoạn sông Hồng Sơn Tây – Chèm: $H_o$ (m)                | $8,50 \div 8,75$                             | Báo cáo: Tác động của hạ thấp lòng dẫn đến chế độ thủy văn và hình thái lòng dẫn sông Hồng (Tạp chí KHCN Thủy lợi 9/2016) |
| 2  | Chiều rộng ổn định đoạn sông Hồng từ Sơn Tây – Chèm: $B_o$ (m)                      | $696 \div 710$                               |                                                                                                                           |
| 3  | Lưu lượng tạo lòng $Q_o$ ( $m^3/s$ )                                                | 10.700                                       |                                                                                                                           |
| 4  | Chiều rộng lòng sông chính hiện tại, năm 2017: $B_c$ (m)                            | $1050 \div 2700$<br>( $1,4 \div 3,8$ ) $B_o$ | Số liệu thực tế về chiều rộng và bán kính cong phổ biến trên đoạn sông                                                    |
| 5  | Chiều rộng tuyến thoát lũ: $B_{tl}$ (m)                                             | $1200 \div 4500$<br>( $1,5 \div 6$ ) $B_o$   |                                                                                                                           |
| 6  | Bán kính cong lòng sông: $R_c$ (m)                                                  | $1400 \div 4900$<br>( $2 \div 7$ ) $B_o$     |                                                                                                                           |
| 7  | Độ dốc trung bình bãi sông: $I_b$                                                   | $5,8 \times 10^{-5}$                         | Số liệu thực tế trung bình trên đoạn sông                                                                                 |
| 8  | Cao độ trung bình bãi sông: $Z_o$ (m)<br>- Đoạn đầu (Sơn Tây)<br>- Đoạn cuối (Chèm) | 13,00<br>10,75                               |                                                                                                                           |
| 9  | Hệ số nhám lòng và bãi sông<br>- Hệ số nhám lòng: $n_l$<br>- Hệ số nhám bãi: $n_b$  | $0,02 \div 0,04$<br>$0,05 \div 0,10$         | Số liệu nhám mô phỏng thực tế đoạn sông                                                                                   |
| 10 | Lưu lượng lũ thiết kế tại Sơn Tây: $Q_{tk}$ ( $m^3/s$ )                             | 26.100                                       | Tính với lũ TK 300 năm (QĐ số 3032/QĐ-BNN-TCTL ngày 19/7/2016)                                                            |
| 11 | Mức nước với $Q_{tk}$ (m): - Biên trên                                              | 18,0                                         |                                                                                                                           |
|    | - Sơn Tây<br>- Chèm (biên dưới)                                                     | 16,1<br>13,9                                 |                                                                                                                           |

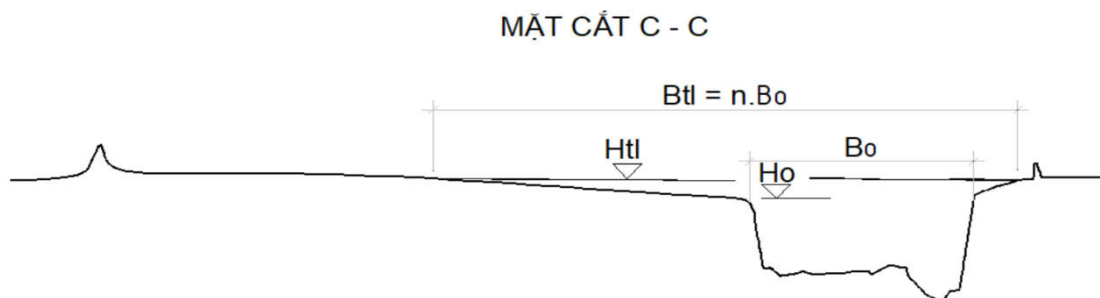
c) Các thông số của đoạn sông mẫu

Từ các thông số đoạn sông thực tế (bảng 1), với mục tiêu chính là đánh giá sự biến động của yếu tố cao độ trung bình bãi sông hay là sự

hạ thấp cao độ trung bình bãi sông ( $Z_b$ ) đến khả năng thoát lũ, vì vậy sẽ giới hạn các yếu tố khác ở một số giá trị nhất định



Hình 1: Sơ đồ mặt bằng nghiên cứu cho đoạn sông mẫu



Hình 2: Sơ đồ mặt cắt ngang nghiên cứu cho đoạn sông mẫu

**Bảng 2: Các thông số cơ bản của đoạn sông mẫu**

| TT | Các thông số địa hình-hình thái và thủy văn thủy lực                                         | Giá trị tính toán                    | Ghi chú                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1  | Chiều sâu ổn định sông mẫu: $H_0$ (m)                                                        | 8,7                                  |                                |
| 2  | Chiều rộng ổn định sông mẫu: $B_0$ (m)                                                       | 700                                  |                                |
| 3  | Lưu lượng tạo lòng $Q_0$ ( $m^3/s$ )                                                         | 10.700                               |                                |
| 4  | Chiều rộng thoát lũ: $B_{tl}$ (m)                                                            | $1,5 B_0 \div 5B_0$                  |                                |
| 5  | Bán kính cong lòng sông: $R_c$ (m)                                                           | $2B_0 \div 5B_0$                     | Chọn 02 giá trị $R_c$ đại diện |
| 6  | Độ dốc trung bình bãi sông: $I_b$                                                            | $5,8 \times 10^{-5}$                 | Theo thực tế                   |
| 7  | Cao độ trung bình bãi sông: $Z_0$ (m)<br>- Đoạn đầu (Sơn Tây)<br>- Đoạn cuối (Chèm)          | 13,00<br>10,75                       | Theo thực tế                   |
| 8  | Hệ số nhám lòng và bãi sông<br>- Hệ số nhám lòng sông: $n_l$<br>- Hệ số nhám bãi sông: $n_b$ | $0,02 \div 0,04$<br>$0,05 \div 0,08$ | Chọn 02 giá trị đại diện       |
| 9  | Lưu lượng lũ thiết kế : $Q_{tk}$ ( $m^3/s$ )                                                 | 26.100                               | Theo thực tế                   |
| 10 | Mức nước lũ ứng với $Q_{tk}$ (m)<br>- Thượng lưu Sơn Tây 10km<br>- Sơn Tây<br>- Chèm         | 18,0<br>16,1<br>13,9                 |                                |

### 3.3. Kịch bản nghiên cứu, tính toán

3.3.1 Xây dựng quan hệ giữa khả năng thoát lũ với biến động chiều rộng thoát lũ (bao gồm cả lòng và 1 phần bãi sông)

Trong cùng một điều kiện lưu lượng lũ tính toán, khả năng thoát lũ của đoạn sông/con sông được đánh giá trực tiếp qua giá trị mực nước lũ hoặc gián tiếp qua quan hệ  $(\frac{H_{tl}}{H_0})$ ,

Quan hệ giữa khả năng thoát lũ với biến động

cao độ trung bình bãi sông thể hiện qua biểu

$$\text{thức: } \frac{H_{tl}}{H_0} \sim f\left(\frac{B_{tl}}{B_0}; R_c, n_b\right) \quad (1)$$

Trong đó: - Khả năng thoát lũ được đánh giá gián tiếp thông qua tỷ lệ  $(\frac{H_{tl}}{H_0})$  là tham số

không thứ nguyên, trong đó  $H_{tl}$  là mực nước lũ tính toán;  $H_0$  là mực nước ngang bãi bên của lòng dẫn đoạn sông mẫu.

- Biến động của chiều rộng thoát lũ được đánh

giá thông qua tỷ số ( $\frac{B_{tl}}{B_0}$ ) là tỷ số giữa chiều rộng thoát lũ ( $B_{tl}$ ) và chiều rộng lòng dẫn chính ( $B_0$ ), là tham số không thứ nguyên

- Đặc điểm hình dạng mặt bằng của tuyến sông cũng có ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ được xem xét qua yếu tố bán kính cong  $R_c$

- Khả năng thoát lũ ( $H/H_0$ ) được thể hiện qua biểu thức quan hệ (1), là hàm số của các tham số: biến động của chiều rộng thoát lũ ( $\frac{B_{tl}}{B_0}$ );

bán kính cong của đoạn sông  $R_c$  và hệ số nhám bãi sông  $n_b$ ,

- Với mục đích đánh giá chính là tác động của yếu tố chiều rộng thoát lũ, hình dạng mặt bằng tuyến sông và hệ số nhám bãi sông, trong kịch bản nghiên cứu, có các giả thiết sau:

+ Không xem xét ảnh hưởng của cao độ bãi sông và biến động của nó;

+ Bỏ qua yếu tố sức cản của lòng ( $n_l$ ) và bãi sông ( $n_b$ ), các giá trị  $n_l$  và  $n_b$  được mặc định trong khoảng giá trị nhất định.

### 2.3.2 Chi tiết kịch bản tính toán

#### a) Kịch bản về biến động chiều rộng thoát lũ

Từ các phân tích trên, chi tiết kịch bản tính toán thể hiện trong bảng 3.

**Bảng 3: Chi tiết kịch bản tính toán quan hệ giữa mực nước lũ với biến động cao độ trung bình bãi sông**

| TT | $\frac{B_{tl}}{B_0}$ | $\frac{H_{tl}}{H_0} = f(\frac{B_{tl}}{B_0}; R_c)$ |            |          |           |
|----|----------------------|---------------------------------------------------|------------|----------|-----------|
|    |                      | $R=2B_0$                                          | $R=3,5B_0$ | $R=5B_0$ | $R>>5B_0$ |
| 1  | 1,5                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 2  | 2,0                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 3  | 2,5                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 4  | 3,0                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 5  | 3,5                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 6  | 4,0                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 7  | 4,5                  | x                                                 | x          | x        | x         |
| 8  | 5,0                  | x                                                 | x          | x        | x         |

*Ghi chú:* trong kịch bản tính toán giá trị  $n_l$  trong khoảng từ 0,02÷0,03 và  $n_b$  từ 0,05÷0,06

#### b) Kịch bản thủy văn:

Trên đoạn sông mẫu, tính với 01 kịch bản lũ thiết kế 300 năm, mô hình lũ 1996 và sử dụng các kết quả tính toán mực nước tương ứng ở biên đầu vào, biên cuối và tại vị trí trạm thủy văn Sơn Tây.

### 2.4. Công cụ nghiên cứu – thiết lập mô hình MIKE 21FM

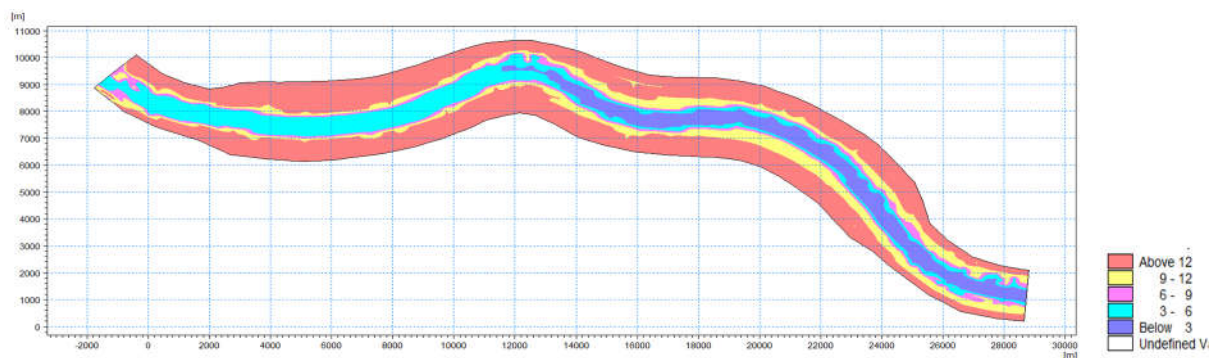
Với các yêu cầu nghiên cứu và kịch bản tính

toán, nghiên cứu nêu trên đã sử dụng mô hình MIKE 21 làm công cụ mô phỏng và tính toán. Mô hình MIKE21 FM đã được thiết lập cho đoạn sông mẫu với phạm vi nghiên cứu ở hình 1.

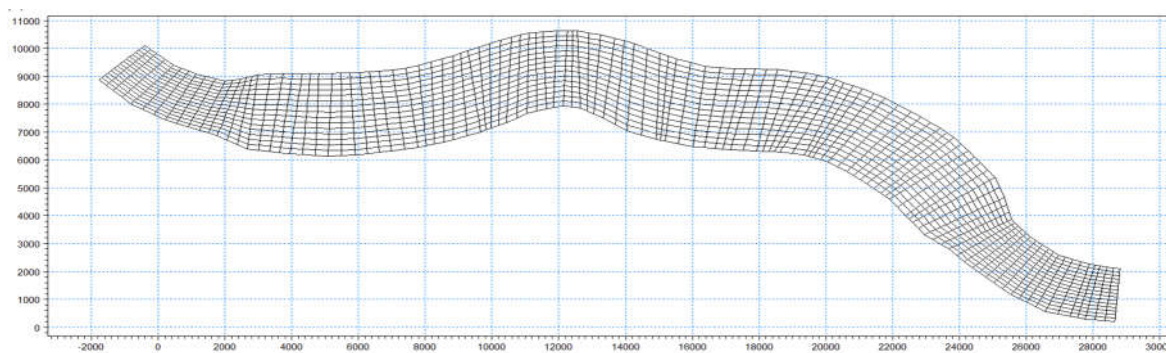
#### 2.4.1 Thiết lập mô hình:

Trong phạm vi bài báo chỉ giới thiệu kết quả chính mô tả việc thiết lập mô hình thông qua một số hình đại diện.

a) Thiết lập địa hình và lưới tính toán



Hình 3: Thiết lập địa hình đoạn sông mẫu



Hình 4: Thiết lập lưới tính toán cho đoạn sông mẫu

b) Biên mô hình

- Biên lưu lượng: tại Sơn Tây với  $Q_{tk} = 26.100 \text{ m}^3/\text{s}$
- Biên mực nước:
  - + Biên trên (thượng lưu TV Sơn Tây 10 km): 18,0 m
  - + Biên dưới (Chèm): 13,9 m
  - + Mực nước tại Sơn Tây: 16,1 m

2.4.2 Vấn đề kiểm định mô hình thủy lực 2D

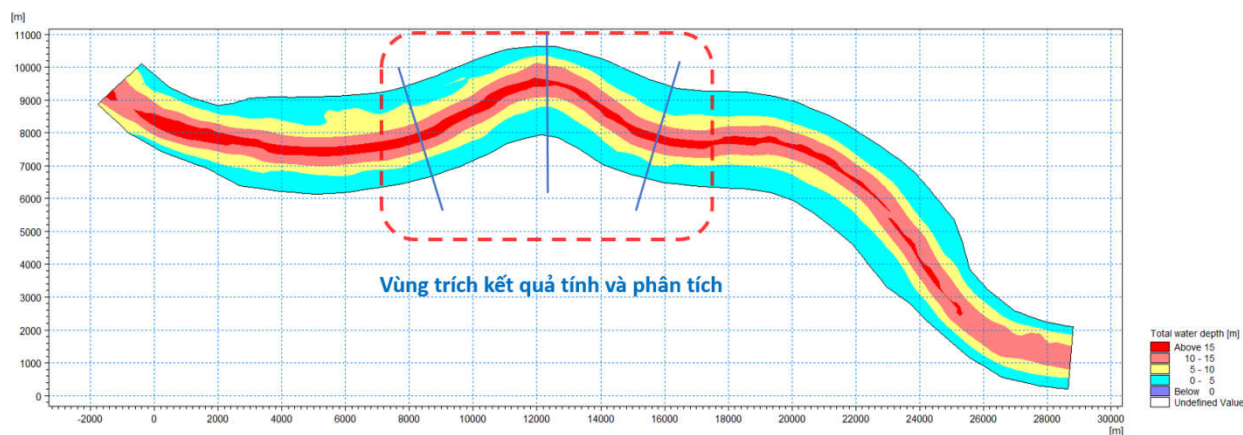
Việc kiểm định mô hình thủy lực 2D cho các đoạn sông/con sông mẫu đã được sơ đồ hóa và trung bình hóa, vì vậy không hoàn toàn tuân theo các yêu cầu kiểm định thông thường. Việc xem xét sự phù hợp của mô hình thủy lực đối với đoạn sông mẫu tùy thuộc vào mục đích tính toán. Trong trường hợp chỉ xem xét yếu tố mực nước trung bình mùa lũ thì chỉ cần xem xét sự phù hợp của các giá trị mực nước tại một hoặc một số điểm đại diện được tính toán

trên mô hình đoạn sông mẫu với các giá trị thực tế.

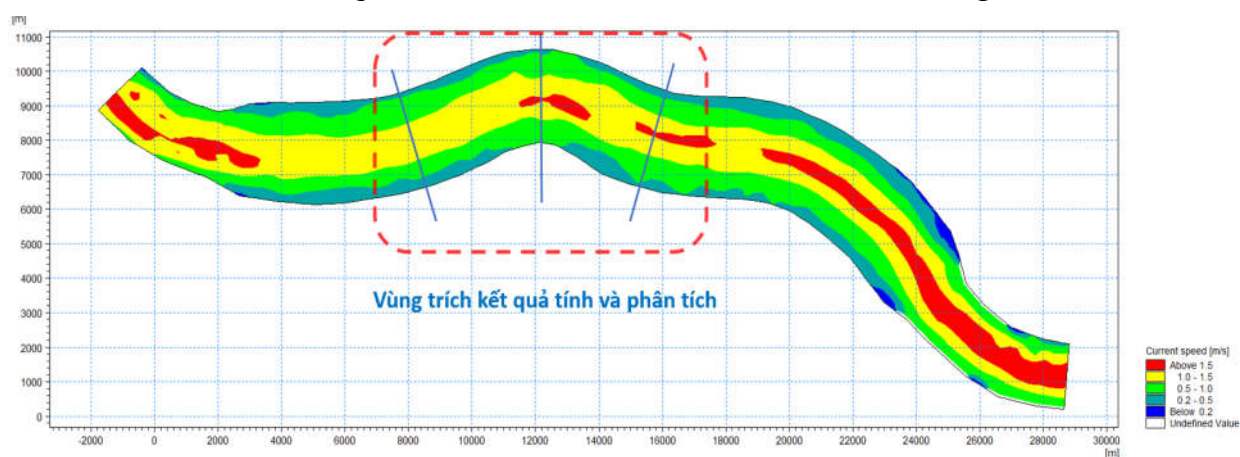
Trong trường hợp có sự khác biệt lớn, việc hiệu chỉnh hệ số nhám/sức cản là cần thiết để đảm bảo sự phù hợp tương đối với thực tế. Tuy nhiên các giá trị hệ số nhám điều chỉnh không vượt quá khoảng giới hạn của hệ số nhám trên đoạn sông thực tế.

Cụ thể trong bài toán nghiên cứu này, sau khi hiệu chỉnh hệ số nhám lòng sông và bãi sông ở các khu vực khác nhau đều trong khoảng  $n_1 = 0,02 \div 0,03$  và  $n_b = 0,05 \div 0,06$  thì đạt được giá trị mực nước lũ tính toán trên mô hình 2D cho đoạn sông mẫu tương đối phù hợp với mực nước lũ thực tế đoạn sông.

Trong bài toán tổng quát với đoạn sông mẫu đã sử dụng yếu tố mực nước ứng với lũ thiết kế để kiểm định, đồng thời lũ thiết kế cũng là kịch bản thủy văn trong tính toán quan hệ giữa khả năng thoát lũ với biến động cao độ trung bình bãi sông.

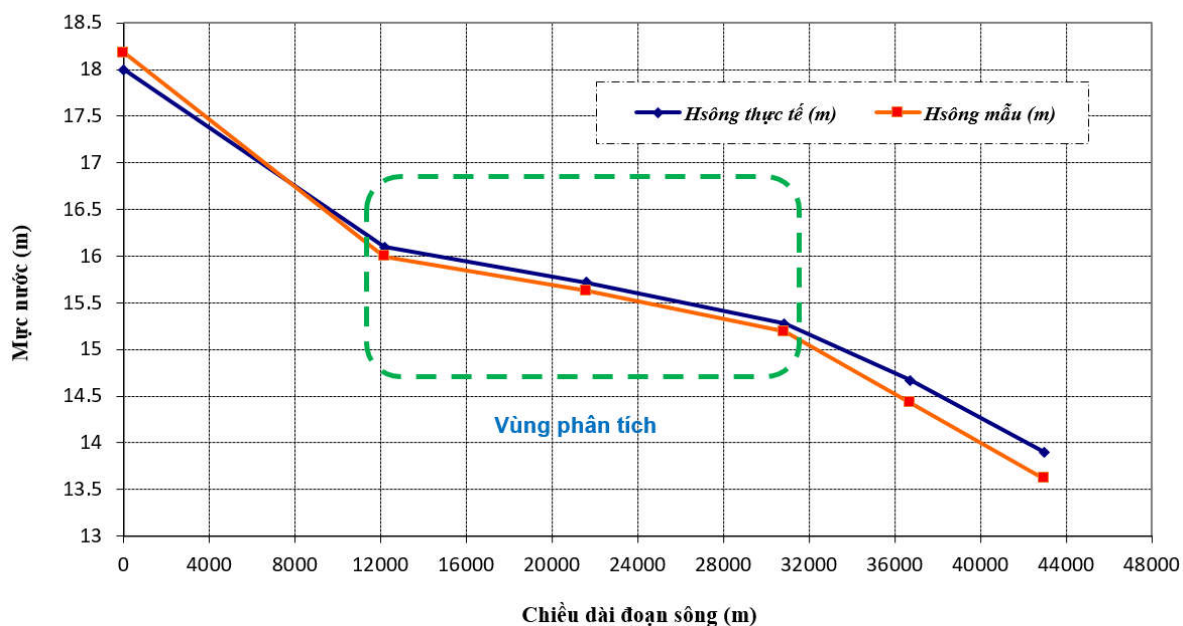


Hình 5: Kết quả tính toán mực nước lũ thiết kế trên đoạn sông mẫu



Hình 6: Kết quả tính toán vận tốc với lũ thiết kế trên đoạn sông mẫu

#### So sánh mực nước lũ giữa đoạn sông thực tế và sông mẫu



Hình 7: Kiểm định mực nước lũ giữa đoạn sông mô phỏng với thực tế, trường hợp lũ thiết kế

### 3. XÂY DỰNG QUAN HỆ GIỮA KHẢ NĂNG THOÁT LŨ VỚI BIẾN ĐỘNG CHIỀU RỘNG THOÁT LŨ TRÊN SÔNG

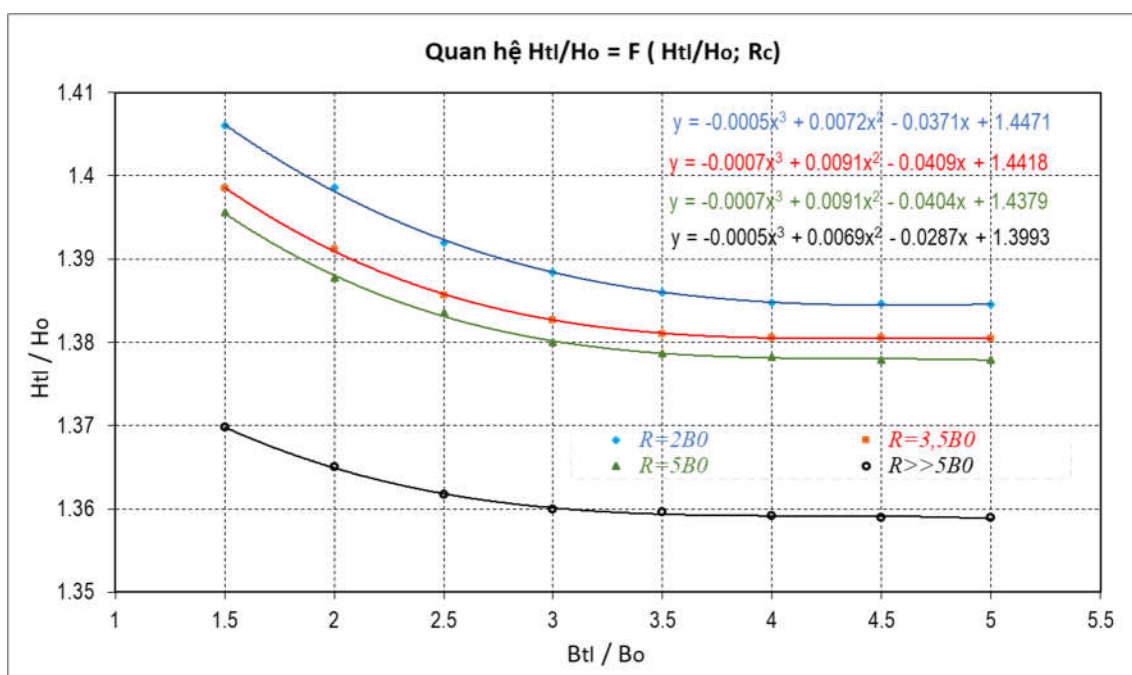
#### 3.1. Kết quả tính toán

**Bảng 4: Kết quả tính toán quan hệ giữa mực nước lũ với biến động chiều rộng thoát lũ**

| TT | $\frac{B_{tl}}{B_0}$ | $\frac{H_{tl}}{H_0} = f\left(\frac{B_{tl}}{B_0}; R_c\right)$ |                      |                      |                      |
|----|----------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|    |                      | $R=2B_0$                                                     | $R=3,5B_0$           | $R=5B_0$             | $R>>5B_0$            |
| 1  | 1,5                  | 1.4060                                                       | 1.3985               | 1.3956               | 1.3698               |
| 2  | 2,0                  | 1.3986                                                       | 1.3912               | 1.3877               | 1.3650               |
| 3  | 2,5                  | 1.3920                                                       | 1.3856               | 1.3835               | <b><u>1.3617</u></b> |
| 4  | 3,0                  | 1.3884                                                       | 1.3827               | <b><u>1.3800</u></b> | 1.3600               |
| 5  | 3,5                  | 1.3860                                                       | <b><u>1.3810</u></b> | 1.3787               | 1.3596               |
| 6  | 4,0                  | <b><u>1.3848</u></b>                                         | 1.3806               | 1.3782               | 1.3592               |
| 7  | 4,5                  | 1.3846                                                       | 1.3805               | 1.3779               | 1.3589               |
| 8  | 5,0                  | 1.3845                                                       | 1.3804               | 1.3779               | 1.3589               |

#### 3.2. Xây dựng quan hệ

##### 3.2.1 Biểu đồ quan hệ $\frac{H_{tl}}{H_0} \sim f\left(\frac{B_{tl}}{B_0}; R_c\right)$



Hình 8: Quan hệ  $\frac{H_{tl}}{H_0} \sim f\left(\frac{B_{tl}}{B_0}; R_c\right)$  mô tả sự thay đổi mực nước lũ khi gia tăng

chiều rộng thoát lũ. Trong quan hệ trên  $y = \frac{H_{tl}}{H_0}$  và  $x = \frac{B_{tl}}{B_0}$

### 3.2.2 Biểu thức quan hệ

a) Biểu thức quan hệ  $\frac{H_{tl}}{H_0} \sim f(\frac{B_{tl}}{B_0})$  với từng giá trị bán kính cong  $R_c$

$$\text{- Víi } R_c = 2B_0; \frac{H_{tl}}{H_0} = -0,0005[\frac{B_{tl}}{B_0}]^3 + 0,0072[\frac{B_{tl}}{B_0}]^2 - 0,0371[\frac{B_{tl}}{B_0}] + 1,4471 \quad (2)$$

$$\text{- Víi } R_c = 3,5B_0; \frac{H_{tl}}{H_0} = -0,0007[\frac{B_{tl}}{B_0}]^3 + 0,0091[\frac{B_{tl}}{B_0}]^2 - 0,0409[\frac{B_{tl}}{B_0}] + 1,4418 \quad (3)$$

$$\text{- Víi } R_c = 5B_0; \frac{H_{tl}}{H_0} = -0,0007[\frac{B_{tl}}{B_0}]^3 + 0,0091[\frac{B_{tl}}{B_0}]^2 - 0,0404[\frac{B_{tl}}{B_0}] + 1,4379 \quad (4)$$

$$\text{- Víi } R_c >> 5B_0; \frac{H_{tl}}{H_0} = -0,0005[\frac{B_{tl}}{B_0}]^3 + 0,0069[\frac{B_{tl}}{B_0}]^2 - 0,0287[\frac{B_{tl}}{B_0}] + 1,3993 \quad (5)$$

b) Biểu thức tổng quát:

$$\frac{H_{tl}}{H_0} = -k_1[\frac{B_{tl}}{B_0}]^3 + k_2[\frac{B_{tl}}{B_0}]^2 - k_3[\frac{B_{tl}}{B_0}] + a \quad (6)$$

Trong đó  $k_1$ ,  $k_2$ ,  $k_3$  và  $a$  là các hệ số, thể hiện ảnh hưởng của bán kính cong lòng dẫn đến khả năng thoát lũ, lấy từ bảng dưới đây:

| $R_c = 2B_0$ |       |       |     | $R_c = 3,5B_0$ |       |       |       | $R_c = 5B_0$ |       |       |       | $R_c >> 5B_0$ |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-----|----------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|-------|
| $k_1$        | $k_2$ | $k_3$ | $a$ | $k_1$          | $k_2$ | $k_3$ | $a$   | $k_1$        | $k_2$ | $k_3$ | $a$   | $k_1$         | $k_2$ | $k_3$ | $a$   |
| 1            | 1     | 1     | 1   | 1,4            | 1,264 | 1,10  | 0,996 | 1,4          | 1,264 | 1,089 | 0,993 | 1             | 0,96  | 0,77  | 0,096 |

### 3.3. Trao đổi và thảo luận

Về hiệu quả tăng khả năng thoát lũ khi mở rộng chiều rộng thoát lũ: từ các biểu đồ quan hệ trên hình 8 và các biểu thức từ (2) đến (6), cho thấy khi tăng chiều rộng thoát lũ đến một giá trị  $B_{tl}$  nào đó, mực nước lũ  $H_{tl}$  sẽ chuyển từ xu thế hạ thấp nhanh đến gần như hạ thấp không đáng kể. Điều này có nghĩa là việc tăng chiều rộng thoát lũ sẽ chỉ làm tăng khả năng thoát lũ trong một giới hạn nhất định, hay nói cách khác chiều rộng thoát lũ giới hạn hay chiều rộng thoát lũ hợp lý.

Kết quả phân tích trên cũng tạo ra cơ sở khoa học cho phép có thể xử dụng một phần bãi sông (ngoài phạm vi chiều rộng thoát lũ hợp lý).

Trong nghiên cứu không xem xét đồng thời với việc hạ thấp cao độ bãi sông trong phạm

vi thoát lũ, đồng thời với các đoạn sông không tồn tại bãi sông đủ rộng hay bãi sông hẹp thì không đề cập đến trong nghiên cứu này. Kết quả phân tích cũng cho thấy chiều rộng thoát lũ tối thiểu giả thiết trong nghiên cứu là  $B_{tl} = 1,5B_0$ .

### 4. KẾT LUẬN

Các kết quả nghiên cứu tính toán nêu trong bài báo là sự kế thừa, được phát triển từ một số nghiên cứu trước đây của Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc Gia về động lực học sông biển. Kết quả trong bài báo đã được phân tích và tính toán sâu hơn, đầy đủ hơn, được nghiên cứu phân tích trong bối cảnh khi khẳng định không gian thoát lũ/chiều rộng thoát lũ là phạm vi giữa 2 tuyến đê chính trong khi vẫn đề cập việc sử dụng một phần không gian thoát lũ này cho mục đích xây dựng phát triển hạ

tầng. Kết quả cuối cùng nêu trong bài báo chính là sự bổ xung, làm rõ hơn về mặt khoa học và thực tiễn rằng chúng ta có thể sử dụng một phần bãi sông ở một số khu vực để xây dựng mà không làm giảm hiệu quả thoát lũ của con sông.

Về ứng dụng: kết quả nghiên cứu được thể hiện dưới dạng biểu thức tổng quát:

$$\frac{H_{tl}}{H_0} = -k_1 \left[ \frac{B_{tl}}{B_0} \right]^3 + k_2 \left[ \frac{B_{tl}}{B_0} \right]^2 - k_3 \left[ \frac{B_{tl}}{B_0} \right] + a$$

Trong đó mô tả quan hệ giữa yếu tố mực nước lũ với mở rộng chiều rộng thoát lũ khi xét

đến yếu tố bán kính cong lòng sông chính, đây là cơ sở khoa học thuyết phục khi tính toán phạm vi thoát lũ hay không gian thoát lũ thực tế trên phần bãi sông.

Bên cạnh các yếu tố tác động đến khả năng thoát lũ như cao độ bãi sông, hình dạng mặt bằng và bán kính cong lòng dẫn chính còn có một số yếu tố tác động khác như sức cản trên sông, chiều rộng và hình dạng mặt bằng của thoát lũ. Các yếu tố tác động đến thoát lũ chưa được xét đến trong bài báo này sẽ tiếp tục được nghiên cứu tính toán sau.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Ngọc Quỳnh (2006), *Nghiên cứu xác lập quan hệ hình thái lòng sông với khả năng thoát lũ trên sông Hồng đoạn Sơn Tây - Hưng Yên*, Luận án Tiến sĩ kỹ thuật, Viện Khoa học Thủy lợi, Hà Nội;
- [2] DHI (2016), MIKE21 FM, Manual;
- [3] Quyết định số 257/QĐ-TTg ngày 25/3/2016 của Chính phủ về việc phê duyệt và soát quy hoạch phòng chống lũ và đề điều hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình;
- [4] Viện Quy hoạch Thủy lợi (2018), *Rà soát quy hoạch phòng chống lũ chi tiết trên các tuyến sông có đề thuộc thành phố Hà Nội*.
- [5] Trần Đình Hòa và nnk (2018), *Nghiên cứu tổng thể giải pháp công trình đập dâng nước nhằm ứng phó tình trạng hạ thấp mực nước, đảm bảo an ninh nguồn nước cho vùng hạ du sông Hồng*, Đề tài cấp Quốc Gia, Viện KHTLVN;
- [6] Nguyễn Mạnh Linh, Nguyễn Ngọc Đăng (2018), Báo cáo thủy lực mô hình MIKE 21 FM thuộc đề tài cấp Bộ *Nghiên cứu đề xuất giải pháp sử dụng hợp lý vùng đất bãi ven sông để nâng cao hiệu quả phòng chống lũ cho sông Hồng và sông Thái Bình trong điều kiện biến đổi khí hậu*, Phòng TNTĐ QG về động lực sông biển.