

ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG THOÁT LŨ CỦA SÔNG HỒNG KHI NẠO VÉT, HẠ THẤP CAO ĐỘ CÁC BÃI SÔNG

Nguyễn Ngọc Đăng, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Nguyễn Mạnh Linh

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

Lê Xuân Thắng

Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn Hà Nội

Tóm tắt: Nhằm tăng khả năng thoát lũ của sông Hồng, giải pháp nạo vét, hạ thấp cao độ các bãi sông đã được đề xuất. Tuy nhiên, cơ sở lý luận và thực tiễn để chứng minh cũng như đánh giá hiệu quả của giải pháp trên vẫn chưa rõ ràng. Nội dung bài báo này kế thừa một số kết quả nghiên cứu trước đây nhưng có cập nhật các thông số mới về đặc trưng hình học, hình thái lòng dẫn của đoạn sông đại diện trên sông Hồng, từ đó đưa ra kết quả nghiên cứu đầy đủ hơn để đánh giá hiệu quả cũng như giới hạn của giải pháp nạo vét, hạ thấp cao độ các bãi sông đối với việc cải thiện khả năng thoát lũ trên sông Hồng.

Từ khoá: khả năng thoát lũ; đặc trưng hình thái

Summary: In order to increase the flood drainage capacity of the Red River, the dredging and lowering solutions of river floodplain have been proposed, but the theoretical and practical basis to prove also as assessed the effectiveness of this solution is still unclear. The content of this article inherits some previous research results but has updated the new model (MIKE 21FM) and new parameters of geometry, morphological form of the typical river section, thereby giving the results more comprehensive research results to evaluate the effectiveness and limitation of this solution to improve flood drainage capacity of the Red River.

Keywords: flood drainage capacity; Morphological characteristic

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việc triển khai quy hoạch phòng chống lũ hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình đã đề xuất giải pháp nạo vét, hạ thấp cao trình một số bãi sông bờ tả sông Hồng với mục đích đảm bảo khả năng thoát lũ thiết kế trong trường hợp cho phép khai thác các bãi sông. Theo tính toán quy hoạch, các bãi sông được đề xuất hạ thấp đến một số cao độ khác nhau +2,5m; +3,0m; +5,0m [3,4].

Cải tạo, hạ thấp bãi sông để gia tăng khả năng thoát lũ cho một con sông là một trong những giải pháp thường được xem xét. Tuy nhiên, việc xác định giới hạn hay các tham số nạo vét bắt buộc

phải tuân thủ các nguyên tắc rất cơ bản của chỉnh trị sông mùa lũ. Cụ thể là: Hình dạng mặt bằng của tuyến nạo vét, hạ thấp bãi; Phạm vi hay chiều rộng giới hạn trên bãi sông cho phép nạo vét; Cao độ nạo vét để đảm bảo đạt được mục đích tăng khả năng thoát lũ, đồng thời không gây ra các tác động bất lợi đến ổn định lòng sông, đặc biệt là dự báo khả năng bồi lấp lại bãi sông tại các khu vực nạo vét, hạ thấp.

Từ các kết quả nghiên cứu mang tính lý thuyết và thực tế trên sông Hồng trong nhiều năm qua với các công cụ tính toán trên mô hình toán 2D, mô hình vật lý lòng cứng và lòng động, nhóm nghiên cứu của Phòng thí nghiệm trọng điểm

Ngày nhận bài: 27/3/2020

Ngày thông qua phản biện: 17/4/2020

Ngày duyệt đăng: 20/4/2020

Quốc Gia về động lực sông biển đã đưa ra các phân tích, đánh giá có cơ sở khoa học về mức độ gia tăng khả năng thoát lũ khi nạo vét, hạ thấp bãi mà cụ thể là đưa ra các giới hạn phạm vi về chiều rộng, chiều sâu có thể nạo vét trên bãi sông.

Các kết quả nghiên cứu liên quan đến vấn đề trên sẽ lần lượt trình bày, công bố trong một số bài báo. Trong bài báo này sẽ trình bày kết quả nghiên cứu hiệu quả và giới hạn của việc hạ thấp cao độ bãi sông đến khả năng thoát lũ trên sông Hồng.

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

2.1. Phương pháp luận [1]

Phương pháp luận đặt ra cho nghiên cứu hiệu quả của hạ thấp cao độ bãi sông đối với khả năng thoát lũ dựa trên các căn cứ sau:

- Từ các tham số thực tế của một đoạn sông Hồng (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 và tuyến thoát lũ tính toán.

- Trên cơ sở đoạn sông mẫu, thiết lập các kịch bản tính toán với yếu tố thay đổi chính là cao độ

bãi sông (Z_b) có xét đến các yếu tố tác động là chiều rộng thoát lũ (B_{tl}), bán kính cong đại diện (R_c) của tuyến chỉnh trị và sức cản trên lòng, bãi sông.

- Sử dụng mô hình toán 2D với lưới tính linh hoạt, mô phỏng được các yếu tố hình học, hình thái và chế độ, đặc trưng dòng chảy lũ trên mặt bằng, mặt cắt ngang sông.

2.2 Thiết lập đoạn sông mẫu [1]

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, có dấu hiệu biến động trở lại từ cuối 2016 đến nay.

b. Các thông số về đặc điểm địa hình, lòng dẫn, hình thái, thủy văn, thủy lực đoạn sông

Dựa trên số liệu địa hình đoạn sông đo 2017, 2018; hiện trạng mặt bằng bờ bãi sông, các thông số hình học, hình thái sông và các đặc trưng thủy văn, thủy lực. Các thông số tính toán cho đoạn sông mẫu ở bảng 1 và mô tả ở hình 1.

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

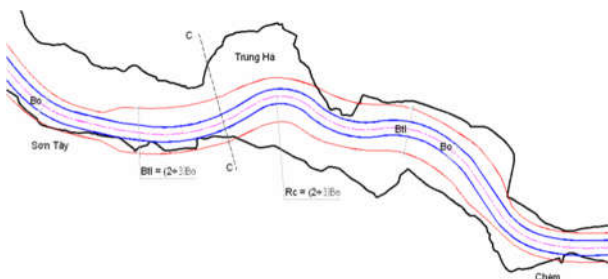
TT	Các thông số địa hình thái và thủy văn, thủy lực	Giá trị tính toán	Ghi chú
1	Chiều sâu ổn định tính toán đoạn sông Hồng Sơn Tây – Chèm: H_o (m)	$8,50 \div 8,75$	Kết quả báo cáo: Tác động của hạ thấp lòng dẫn đến chế độ thủy văn và hình thái lòng dẫn sông Hồng (Tạp chí KHCN Thủy lợi 9/2016)
2	Chiều 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)	$1050 \div 2700$ ($1,4 \div 3,8$) 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)	$1200 \div 4500$ ($1,5 \div 6$) B_o	
6	Bán kính cong lòng sông: R_c (m)	$1400 \div 4900$ ($2 \div 7$) B_o	

TT	Các thông số địa hình thái và thủy văn, thủy lực	Giá trị tính toán	Ghi chú
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) - Đoạn đầu (Sơn Tây) - Đoạn cuối (Chèm)	13,00 10,75	
9	Hệ số nhám lòng và bãi sông - Hệ số nhám lòng: n_l - Hệ số nhám bãi: n_b	$0,02 \div 0,04$ $0,05 \div 0,10$	Số liệu nhám mô phỏng thực tế đoạn sông
10	Lưu lượng lũ thiết kế 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 thiết kế (m): - Biên trên - Sơn Tây - Chèm (biên dưới)	18,0 16,1 13,9	

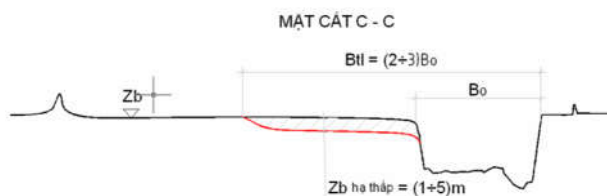
c. Các thông số của đoạn sông mẫu

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_o (m)	8,7	
2	Chiều rộng ổn định sông mẫu: B_o (m)	700	
3	Lưu lượng tạo lòng Q_o (m^3/s)	10.700	
4	Chiều rộng thoát lũ: B_{tl} (m)	$2,5 B_o$	Chọn 01 giá trị B_{tl} đại diện
5	Bán kính cong lòng sông: R_c (m)	$2B_o \div 5B_o$	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_o (m) - Đoạn đầu (Sơn Tây) - Đoạn cuối (Chèm)	13,00 10,75	Theo thực tế

TT	Các thông số địa hình-hình thái và thủy văn thủy lực	Giá trị tính toán	Ghi chú
8	Hệ số nhám lòng và bãi sông - Hệ số nhám lòng sông: n_l - Hệ số nhám bãi sông: n_b	$0,02 \div 0,04$ $0,05 \div 0,08$	Chọn 02 giá trị đại diện
9	Lưu lượng lũ thiết kế : Q_{tk} (m ³ /s)	26.100	Theo thực tế
10	Mực nước lũ ứng với Q_{tk} (m) - Thượng lưu Sơn Tây 10km - Sơn Tây - Chèm	18,0 16,1 13,9	

2.3 Kịch bản nghiên cứu, tính toán [1,6]

2.3.1 Xây dựng quan hệ giữa khả năng thoát lũ với biến động cao độ trung bình 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 (H/H_0) ,

Quan hệ giữa khả năng thoát lũ với biến động cao độ bãi sông thể hiện qua biểu thức:

$$\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right) \quad (1)$$

Trong đó:

- Khả năng thoát lũ được đánh giá gián tiếp thông qua tỷ lệ (H/H_0) là tham số không thứ nguyên, trong đó H là mực nước lũ tính toán; H_0 là chiều sâu ổn định lòng dẫn đoạn sông mẫu.

- Biến động của cao độ bãi sông được đánh giá gián tiếp thông qua tỷ lệ (Z_b/Z_0) là tham số không thứ nguyên, trong đó Z_b là cao độ trung bình bãi sông; Z_0 là cao độ trung bình bãi sông hiện trạng tương ứng với chiều sâu ổn định của lòng dẫn.

- 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) là hàm số của 2 tham số là: biến động cao độ bãi sông (Z_b/Z_0) và bán kính cong của đoạn sông R_c được thể hiện qua biểu thức quan hệ (1).

- Với mục đích đánh giá chính là tác động của yếu tố cao độ bãi sông và hình dạng mặt bằng tuyến sông, trong kịch bản nghiên cứu, có các giả thiết sau:

+ Chưa xem xét ảnh hưởng của chiều rộng thoát lũ mà mặc định chọn giá trị chiều rộng thoát lũ trung bình của cả đoạn sông nghiên cứu $B_{tl} = 2,5 B_0$.

+ 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 cao độ bãi sông

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	Các mức hạ thấp cao độ bãi sông Z_b so với cao độ bãi sông hiện trạng Z_0 ΔZ (m)	Z_b/Z_0	$H/H_0 = f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right)$			
			$R=2B_0$	$R=3,5B_0$	$R=5B_0$	$R \gg 5B_0$
1	0,0	1,000	x	x	x	x

TT	Các mức hạ thấp cao độ bãi sông Z_b so với cao độ bãi sông hiện trạng Z_0 ΔZ (m)	Z_b/Z_0	$H/H_0 = f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right)$			
			$R=2B_0$	$R=3,5B_0$	$R=5B_0$	$R \gg 5B_0$
2	0,5	0,958	x	x	x	x
3	1,0	0,917	x	x	x	x
4	1,5	0,875	x	x	x	x
5	2,0	0,833	x	x	x	x
6	2,5	0,791	x	x	x	x
7	3,0	0,750	x	x	x	x
8	3,5	0,708	x	x	x	x

Ghi chú: trong kịch bản tính toán chi tiết giá trị n_1 trong khoảng từ $0,2 \div 0,3$ và n_b từ $0,5 \div 0,6$

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 mực nước biên đầu vào, biên cuối và tại vị trí trạm thủy văn Sơn Tây.

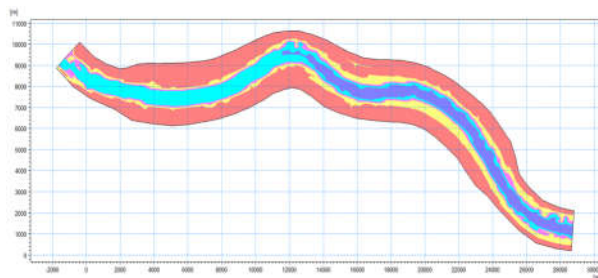
2.4. Công cụ nghiên cứu - thiết lập mô hình MIKE 21FM [2,5,6]

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.

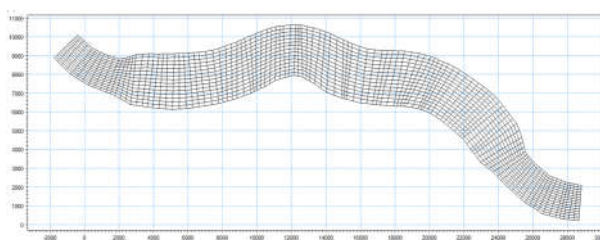
2.4.1 Thiết lập mô hình

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

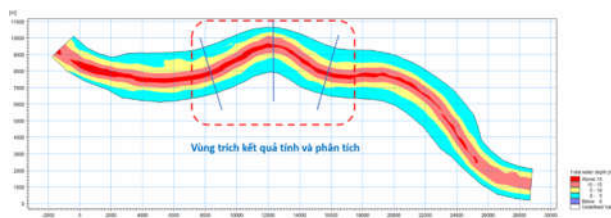
Việc kiểm định mô hình thủy lực 2D cho các đoạn sông/con sông mẫu đã được sơ đồ hóa và trung bình hóa, vì vậy không hoàn toàn tuân theo các yêu cầu kiểm định thông thường. Việc xem xét sự phù hợp của mô hình thủy lực đối với đoạn sông mẫu tùy thuộc vào mục đích tính toán. Trong trường hợp chỉ xem xét 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.

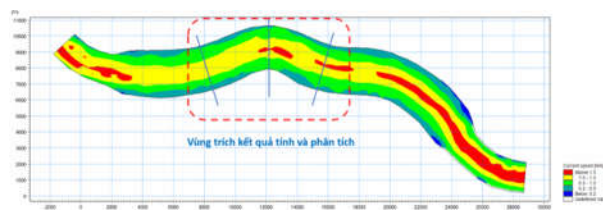
Trong trường hợp có sự khác biệt lớn, việc hiệu chỉnh hệ số nhám/sức cản là cần thiết để đảm bảo sự phù hợp tương đối với thực tế. Tuy nhiên các giá trị hệ số nhám điều chỉnh không vượt quá khoảng giới hạn của hệ số nhám trên đoạn sông thực tế.

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

3. XÂY DỰNG QUAN HỆ GIỮA KHẢ NĂNG THOÁT LŨ VỚI BIẾN ĐỘNG CAO ĐỘ TRUNG BÌNH BÃI SÔNG

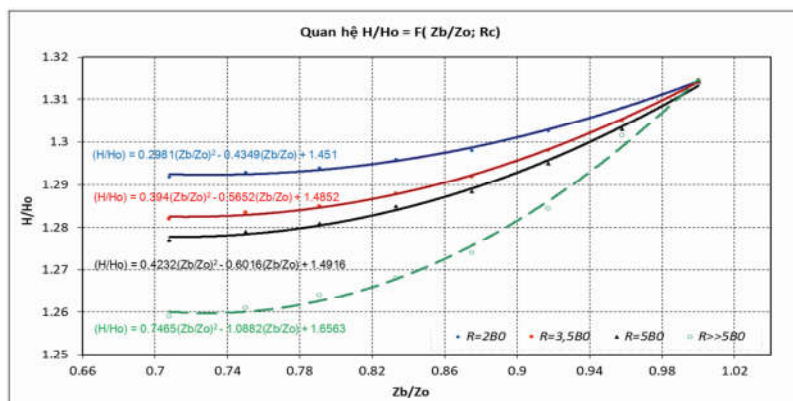
3.1 Kết quả tính toán

Bảng 4: Kết quả tính toán quan hệ giữa mực nước lũ với biến động cao độ trung bình bãi sông

TT	Các mức hạ thấp cao độ bãi sông Z_b so với cao độ bãi sông hiện trạng Z_0 ΔZ (m)	Z_b/Z_0	$H/H_0 = f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right)$			
			$R=2B_0$	$R=3,5B_0$	$R=5B_0$	$R \gg 5B_0$
1	0,0	1,000	1.3145	1.3145	1.314	1.314
2	0,5	0,958	1.308	1.305	1.303	1.3015
3	1,0	0,917	1.3025	1.298	1.295	1.2845
4	1,5	0,875	1.298	1.292	1.2885	1.274
5	2,0	0,833	1.296	1.288	1.285	1.268
6	2,5	0,791	1.294	1.285	1.281	1.264
7	3,0	0,750	1.293	1.2835	1.279	1.261
8	3,5	0,708	1.292	1.282	1.277	1.259

3.2. Xây dựng quan hệ

3.2.1 Biểu đồ quan hệ $\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right)$



Hình 8: Quan hệ $\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right)$

3.2.2 Biểu thức quan hệ

a. Biểu thức quan hệ $\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)$ với từng giá trị bán kính cong R_c

- Với $R_c = 2B_0$; $\frac{H}{H_0} = 0,32\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 0,46\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5$; (2)

- Với $R_c = 3.5B_0$; $\frac{H}{H_0} = 0,39\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 0,56\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5$; (3)

- Với $R_c = 5B_0$; $\frac{H}{H_0} = 0,42\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 0,60\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5$; (4)

- Với $R_c \gg 5B_0$; $\frac{H}{H_0} = 0,78\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 1,13\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5$. (5)

b) Biểu thức tổng quát

$$\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right) = 0,39.k_1\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 0,56.k_2\left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5 \quad (6)$$

Trong đó k_1 và k_2 là các hệ số lấy từ bảng dưới đây:

$R_c = 2B_0$		$R_c = 3.5B_0$		$R_c = 5B_0$		$R_c \gg 5B_0$	
k_1	k_2	k_1	k_2	k_1	k_2	k_1	k_2
0,82	0,86	1,0	1,0	1,07	1,07	2,0	2.0

3.3. Trao đổi và thảo luận

Về hiệu quả gia tăng khả năng thoát lũ khi hạ

thấp cao độ bãi sông: từ các biểu đồ quan hệ trên hình 8 và các biểu thức từ (2) đến (6), cho thấy khi hạ thấp cao độ bãi sông đến một giá trị

Z_b nào đó, mực nước lũ H sẽ hầu như không biến đổi (hạ thấp không đáng kể), có nghĩa là giảm cao độ bãi sông sẽ chỉ làm tăng khả năng thoát lũ trong một giới hạn nhất định

Bên cạnh đó việc nạo vét, hạ thấp cao độ bãi sông một cách thiếu tính toán, không tuân theo các nguyên tắc chỉnh trị sông còn gây bất lợi đến dòng chảy mùa kiệt, đến quá trình vận chuyển bùn cát và cơ chế bồi xói cũng như ổn định lòng dẫn chính.

$$\frac{H}{H_0} \sim f\left(\frac{Z_b}{Z_0}; R_c\right) = 0,39.k_1 \left(\frac{Z_b}{Z_0}\right)^2 - 0,56.k_2 \left(\frac{Z_b}{Z_0}\right) + 1,5$$

Trong đó mô tả quan hệ giữa yếu tố mực nước lũ với hạ thấp cao độ trung bình bãi sông khi xét đến yếu tố bán kính cong lòng sông chính sẽ tạo ra cơ sở khoa học thuyết phục hơn khi tính toán khả năng cải tạo hạ thấp bãi sông tại một số đoạn sông thực tế.

Bên cạnh các yếu tố tác động đến khả năng

4. KẾT LUẬN

Việc nghiên cứu đánh giá hiệu quả thoát lũ khi tăng diện thoát lũ trên bãi sông bằng cách hạ thấp cao độ bãi sông cho thấy là có hiệu quả nhưng ở mức độ giới hạn bởi vì khi hạ thấp cao độ bãi sông đến một giá trị Z_b nào đó, mực nước lũ H sẽ hầu như không biến đổi

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

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-Hung 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 *rà 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 Khoa học thủy lợi Việt Nam;
- [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.