



ASSESSMENT OF THE HYDRAULICS REGIME IN THE DUC MY AREA UNDER EA KRONG ROU RESERVOIR DAM BREAK AND FLOOD DISCHARGE THE SCENARIOS

Doan Thi Noi, Nguyen Thanh Nga

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

ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 23/10/2023

Revised: 17/01/2024

Accepted: 03/02/2024

Published online: 15/02/2024

<https://doi.org/10.47869/tcsj.75.2.6>

* *Corresponding author*

Email: dtnoi@utc.edu.vn

Abstract. The hydraulic regime of the bridge area is a complex problem. Up to now, research has often used survey methods to evaluate the impact of upstream works on the downstream. The Duc My Bridge belongs to the Dinh River system (Ninh Hoa, Khanh Hoa Province) downstream of The Ea Krong Rou reservoir. This article establishes a set of MIKE model parameters to evaluate the impact of reservoir operation (reservoir system) on downstream bridges, including changes in hydraulic factors when changing water discharge from upstream according to different scenarios. The results show that with KB1 (all three reservoirs participating in regular operation); KB2 (Ea Krong Rou Reservoir flood control; Suoi Trau Reservoir; Da Ban Reservoir participating in regular operation), and KB3 (Ea Krong Rou Reservoir dam break, Suoi Trau Reservoir; Da Ban Reservoir participating in regular operation) have the water level changes, velocity distribution, and flow are substantial. The article's analysis results help warn about floods and evaluate the impact of flood discharge on downstream structures, especially bridge structures when there is a flood. Velocity increases from 1,5 to 4,2 m/s; the most significant water level change is 3,8 m in KB 1C and KB 3C.

Keywords: Hydraulic regime, Duc My bridge, Ea Krong Rou Reservoir; MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21.

@ 2024 University of Transport and Communications



ĐÁNH GIÁ CHẾ ĐỘ THỦY LỰC KHU VỰC CẦU DỤC MỸ THEO CÁC KỊCH BẢN XẢ LŨ VÀ VỠ ĐẬP HỒ CHỨA NƯỚC EA KRONG ROU

Doãn Thị Nội*, Nguyễn Thanh Nga

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

THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 23/10/2023

Ngày nhận bài sửa: 17/01/2024

Ngày chấp nhận đăng: 03/02/2024

Ngày xuất bản Online: 15/02/2024

<https://doi.org/10.47869/tcsj.75.2.6>

* Tác giả liên hệ

Email: dtnoi@utc.edu.vn

Tóm tắt. Chế độ thủy lực khu vực cầu là một bài toán phức tạp, cho đến nay các nghiên cứu thường dùng các phương pháp khảo sát nhằm đánh giá tác động của các công trình ở thượng lưu đến cầu hạ lưu. Cầu Dục Mỹ thuộc hệ thống sông Dinh (Ninh Hòa, Tỉnh Khánh Hòa) ở hạ lưu hồ chứa Ea Krong Rou. Bài báo thiết lập bộ thông số mô hình MIKE nhằm đánh giá ảnh hưởng của việc vận hành hồ chứa (hệ thống hồ chứa) đến các cầu ở hạ lưu, trong đó, sự thay đổi các yếu tố thủy lực khi thay đổi lượng nước xả từ phía thượng lưu theo các kịch bản khác nhau. Kết quả cho thấy với KB1 (cả ba hồ chứa vận hành bình thường), KB2 (hồ Ea Krong Rou cắt lũ; hồ Suối Trầu; hồ Đá Bàn tham gia vận hành bình thường) và KB3 (hồ Ea Krong Rou vỡ đập, hồ Suối Trầu; hồ Đá Bàn tham gia vận hành bình thường) có sự thay đổi mực nước, phân bố lưu tốc và lưu lượng rất lớn. Kết quả phân tích của bài báo giúp cho việc cảnh báo lũ và đánh giá mức độ tác động của việc xả lũ đến công trình hạ lưu, đặc biệt là công trình cầu khi có lũ. Vận tốc dòng chảy tăng từ 1,5 m/s đến 4,2 m/s và mực nước thay đổi lớn nhất là 3,8 m ở KB 1C và KB 3C cho thấy cần phải cân nhắc đến vấn đề an toàn hồ đập ảnh hưởng đến công trình cầu ở hạ lưu.

Từ khóa: Chế độ thủy lực, cầu Dục Mỹ, hồ chứa Ea Krong Rou; mô hình MIKE NAM, MIKE 11, MIKE 21.

@ 2024 Trường Đại học Giao thông vận tải

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khu vực miền Trung với đặc thù về điều kiện tự nhiên nên hàng năm phải hứng chịu nhiều thiên tai khắc nghiệt, trong đó lũ lụt là loại hình thiên tai gây thiệt hại nhiều nhất, đặc

biệt do biến đổi khí hậu toàn cầu như hiện nay. Phân tích sự thay đổi chế độ thủy lực và đánh giá tình trạng ngập lụt ở khu vực cầu là một nhiệm vụ quan trọng giúp giảm thiểu những thiệt hại khi xảy ra mưa lũ lớn và các trường hợp xả lũ bất thường (hoặc xảy ra vỡ đập) từ thượng lưu.

Khu vực nghiên cứu nằm ở hạ lưu hồ chứa Ea Krong Rou (hồ chứa nhỏ) thuộc hệ thống sông Cái – Ninh Hòa Nha Trang (hệ thống sông Cái gồm sông Dinh, Tân Lâm, Suối Trầu, Cầu Lắm, Đá Hàn và hệ thống 3 hồ chứa: Hồ Ea Krong Rou, hồ Suối Trầu và hồ Đá Bàn). Cầu Dục Mỹ cách hồ chứa Ea Krong Rou 8 km về phía hạ lưu chịu tác động từ chế độ vận hành và xả lũ từ hồ chứa theo quy trình hiện hành [1].

Sự thay đổi vận tốc, mực nước hay hướng dòng chảy (trường vận tốc) ảnh hưởng rất lớn đến an toàn của mố trụ cầu. Cho đến nay, việc đánh giá sự thay đổi của các yếu tố thủy lực khu vực cầu, đặc biệt là cầu nằm ở hạ lưu hồ chứa đang gặp nhiều khó khăn ở một vài nguyên nhân có thể kể đến: (1) Việc khảo sát tính toán và các nghiên cứu cầu đang tập trung vào bài toán thoát lũ theo lưu lượng thiết kế ($Q_{maxp\%}$) nhưng chưa đưa ra tình huống bất lợi khác có thể xảy ra trong các điều kiện đặc biệt (cầu nằm ở hạ lưu hồ chứa, các hệ thống sông liên quan và các công trình khác tác động hỗ trợ); (2) Mới chỉ tập trung tính vận tốc trung bình mặt cắt mà vận tốc khu vực cầu và sự thay đổi đường dòng chưa được xem xét đầy đủ. Do vậy, cần có những đánh giá về sự thay đổi chế độ thủy lực khu vực cầu đối với bài toán hệ thống sông và cầu ở hạ lưu hồ chứa.

Mô hình toán đang được sử dụng rộng rãi do tính linh hoạt, hiệu quả vì có thể mô phỏng được khu vực rộng lớn và cho kết quả trực quan giúp các nhà khoa học có thể ứng dụng trong phân tích các bài toán thủy lực khu vực cầu. Tuy nhiên, theo Bates và Horrits [2] khó khăn trong mô phỏng thủy lực chính là sự chi tiết về dữ liệu đầu vào, đặc biệt là dữ liệu địa hình (độ sâu dòng chảy, địa hình, cao độ đáy tự nhiên khu vực nghiên cứu) trong mô hình 2D.

Các mô hình hiện nay có thể là 1D, 2D hoặc kết hợp 1D & 2D, trong tùy điều kiện dữ liệu cụ thể, tuy nhiên những khó khăn về dữ liệu địa hình cũng đã dần được cải tiến nhờ những kỹ thuật và khảo sát tiên tiến hiện nay để có thể thuận lợi sử dụng mô hình 2D mặc dù tốn khoảng kinh phí đáng kể [3]. Việc tích hợp mô hình 1D (MIKE 11) và 2D (MIKE 21) kết hợp MIKE-NAM (dữ liệu đầu vào) và DEM (mô hình độ cao số) giúp khắc phục được những nhược điểm sử dụng mô hình hiện nay trong mô phỏng ngập lụt và thủy lực khu vực cầu [3-4]. Nghiên cứu đã ứng dụng bộ mô hình MIKE trong đó dùng MIKE 11 [5-6] để chạy thủy lực mạng lưới sông, mô hình MIKE 21 [7-9] dùng để mô phỏng các ô lưới và kết nối bên MIKE FLOOD dùng để mô phỏng ngập lụt [10] của Viện thủy lợi Đan Mạch. Chi tiết xây dựng mô hình cho khu vực nghiên cứu tham khảo trong bài báo [11] và kết quả về các đặc trưng thủy lực sẽ được phân tích trong các phần tiếp theo của bài báo.

2. SỐ LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Số liệu

Khí tượng

Bài báo sử dụng 8 trạm đo mưa với trạm Nha Trang đo mưa ngày từ năm 1958, đo khí tượng từ năm 1977, tham khảo ở nghiên cứu [11].

Địa hình

Bài báo dùng số liệu địa hình tỷ lệ 1/10.000 ở tỉnh Khánh Hòa được thu thập từ Bộ

TN&MT dùng để xây dựng bản đồ DEM với công cụ GIS với ô lưới 10*10m. Các mặt cắt được sử dụng năm 2010 và bổ sung thêm 2019 chi tiết được tham khảo ở tài liệu [11].

Bảng 1. Mạng lưới sông sử dụng trong mô hình MIKE 11.

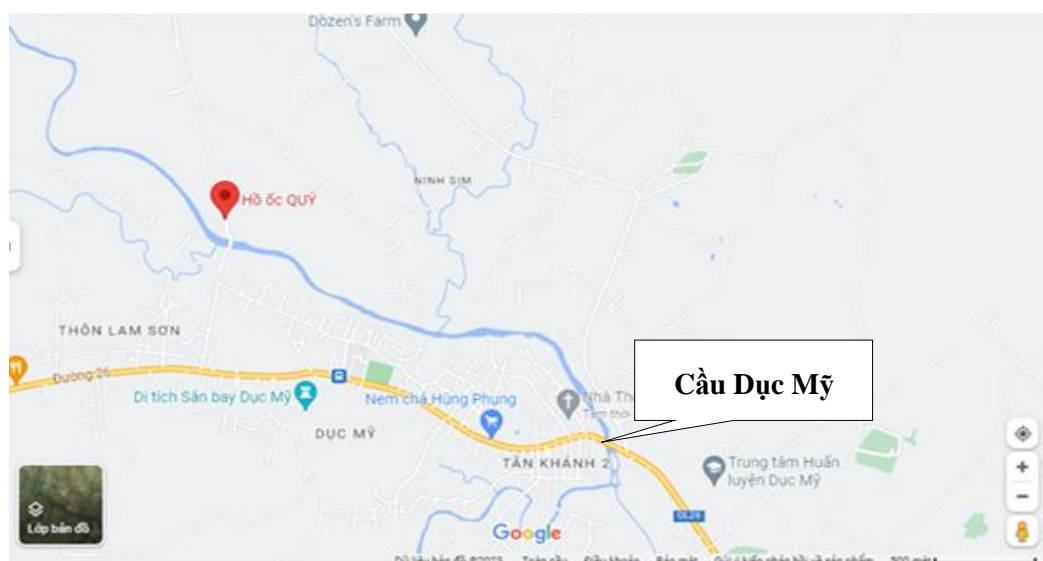
STT	Sông	Chiều dài (km)	Nhập lưu	Mô tả
1	Ea Krong Rou	5,8	Sông Dinh	Hạ du hồ Eakrong
2	Sông Dinh	38	Biển	Đổ ra biển
3	Hồ Đá Bàn	18,5	Sông Dinh	Hạ du hồ Đá Bàn
4	Sông Tân Lâm	15,3	Sông Dinh	Từ Ninh Thượng đến nhập lưu sông Dinh
5	Suối Trầu	0,6	Sông Dinh	Hạ du hồ Suối Trầu
6	Cầu Lắm	8,8	Sông Dinh	Từ Ninh Tân đến nhập lưu sông Dinh
7	Đá Hàn	9,8	Sông Dinh	Từ Ninh An đến nhập lưu sông Dinh

Thủy văn

Có một vài trạm đo mực nước và lưu lượng đã ngừng đo, chỉ còn trạm Ninh Hòa đo mực nước. Trạm Đá Bàn thời gian đo 1976 đến 1981 được dùng vào để hiệu chỉnh mô hình MIKE NAM, chi tiết được tham khảo ở [11].

Công trình cầu

Cầu Dục Mỹ thuộc quốc lộ 26, do địa hình lòng xiên so với tim đường quốc lộ 26 nên tim cầu Dục Mỹ xéo góc với tim dòng chảy sông một góc khoảng 45°. Chiều dài cầu L = 127 m gồm 10 nhịp, có nhịp 12 m, dầm chữ I bản bê tông liên hợp. Cao độ mặt cầu 20,57 m thấp hơn cao độ đường dẫn hai đầu cầu. Theo điều tra thủy văn các năm lũ cao nhất là năm 1986 với mực nước lũ là 21,17 m và năm 2008 có mực nước lũ là 20,67 m. Vào mùa mưa lũ, nước dâng cao cùng với xả đập từ hồ Ea Krong Rou làm mặt cầu và hai đường dẫn bị ngập. Dưới đây là vị trí cầu trên Quốc lộ 26 vượt qua sông Dinh.



Hình 1. Vị trí Cầu Dục Mỹ đoạn Quốc lộ 26 vượt qua Sông Dinh. [nguồn Google map].

2.2 Phương pháp

Ứng dụng bộ mô hình MIKE trong phân tích thủy lực khu vực cầu, trong đó: Mô hình MIKE-NAM được dùng để tính dòng chảy tại các tiểu lưu vực làm đầu vào cho mô hình thủy lực MIKE 11 và làm biên đầu vào cho mô hình MIKE 21 FM/3 Couple; Mô hình MIKE 21 FM/3 Couple được sử dụng để tính toán chế độ thủy động lực khu vực Cầu Dục Mỹ và các đoạn sông khác. Mô hình MIKE 21FLOOD dùng để kết nối các khu giữa theo hình thức kết nối bên. Thông số đầu vào của mô hình gồm bản đồ DEM, mực nước biên dưới, lưu lượng biên trên, thông số về công trình cầu, các kịch bản tính toán. Sau đó tiến hành trích xuất kết quả mực nước, lưu tốc tại các vị trí khác nhau để phân tích đánh giá. Sơ đồ nghiên cứu được thể hiện trong hình 2.

Biên của mô hình

Do phía thượng lưu sông không có các trạm đo lưu lượng nên năm 2010 Đài Khí tượng thủy văn khu vực Nam Trung bộ đã tiến hành đo lưu lượng trận lũ lớn tháng 11/2010 tại 4 điểm trên các sông Cái Ninh Hòa, Tân Lâm, sông Lót, sông Cầu Lắm và 3 điểm mực nước tại Ninh Xuân, Ninh Hòa và Cửa Dinh.

Biên trên của mô hình thủy lực là đường quá trình lưu lượng $Q \sim t$ tại Hồ Ea Krong Rou; Phía trên ngã ba sông giao giữa sông Dinh và Hồ Ea Krong Rou 2 km tại xã Ninh Tây, Ninh Hòa; Sau tràn hồ Đá Bàn, xã Ninh Sơn, Thị xã Ninh Hòa; Tại thôn Tân Lâm, xã Ninh Thượng, Thị xã Ninh Hòa; Tại xã Ninh Tân, Thị xã Ninh Hòa trên sông Cầu Lắm; Tại xã Ninh An, Thị xã Ninh Hòa.

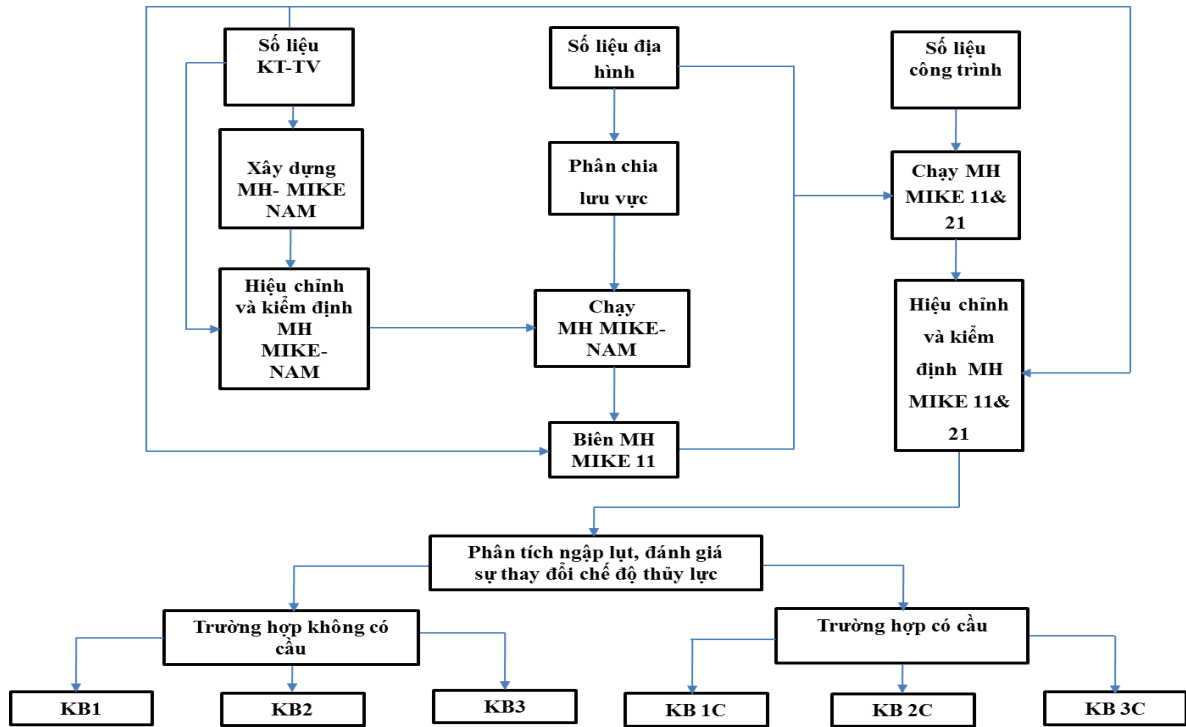
Biên dưới: Biên mô phỏng đường quá trình mực nước triều tại cửa sông Cái Ninh Hòa. Do không có mực nước triều tại khu vực này nên chúng tôi tính truyền triều từ trạm Phú Quý về cửa sông Cái Ninh Hòa cho các trường hợp và phương án tính toán. Các kết quả tính toán tương quan này được Đài KTTV Nam Trung bộ thực hiện trong dự án lập bản đồ ngập lụt sông Dinh Ninh Hoà và sông Cái Nha Trang năm 2013.

Các kịch bản tính toán

Bảng 2. Kịch bản lũ lưu vực sông Cái (Ninh Hòa) [1].

Kịch bản	Kịch bản ảnh hưởng của cầu	Tần suất lũ	Tần suất mưa	Tần suất triều	Vận hành công trình hồ chứa
KB1	KB 1C	1%	1 %	5 %	Theo quy chế phối hợp vận hành các hồ chứa trong mùa lũ hàng năm.
KB2	KB 2C	1%	1 %	5 %	Mực nước trước lũ hồ Ea Krong Rou là +605 m. Hồ Ea Krong Rou cắt giảm đỉnh lũ theo quy định. Hồ Đá Bàn và hồ Suối Trầu không tham gia cắt lũ.
KB3	KB 3C	1%	1 %	5 %	Hồ Đá Bàn, hồ Ea Krong Rou và hồ Suối Trầu vận hành theo quy định. Xảy ra sự cố vỡ đập tại hồ Ea Krong Rou.

Để tính toán và đánh giá sự thay đổi các yếu tố thủy lực khu vực cầu, bài báo tiến hành so sánh kết quả mực nước trong các trường hợp (KB 1C, KB 2C, KB 3C) tại các vị trí khác nhau (thượng lưu cầu, mặt cắt cầu, hạ lưu cầu) [12-14] và mô phỏng phân bố vận tốc khu vực cầu trong nhiều kịch bản khác nhau (06 kịch bản). Các bước thực hiện nghiên cứu được mô tả trong hình 2.



Hình 2. Sơ đồ nghiên cứu.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán từ mô hình MIKE – NAM đã được tham khảo ở nghiên cứu [11]. Đầu ra của MIKE – NAM chính là mực nước và lưu lượng, là biên đầu vào của MIKE 11.

Kết quả chạy mô hình thủy lực (Giải hệ phương trình Saint-Venant) [13] cho giá trị mực nước ở các nút, vận tốc và lưu lượng ở các nút của ô lưới, ngoài ra cho phép kết nối để mô phỏng trường vận tốc và bản đồ ngập lụt [12-14].

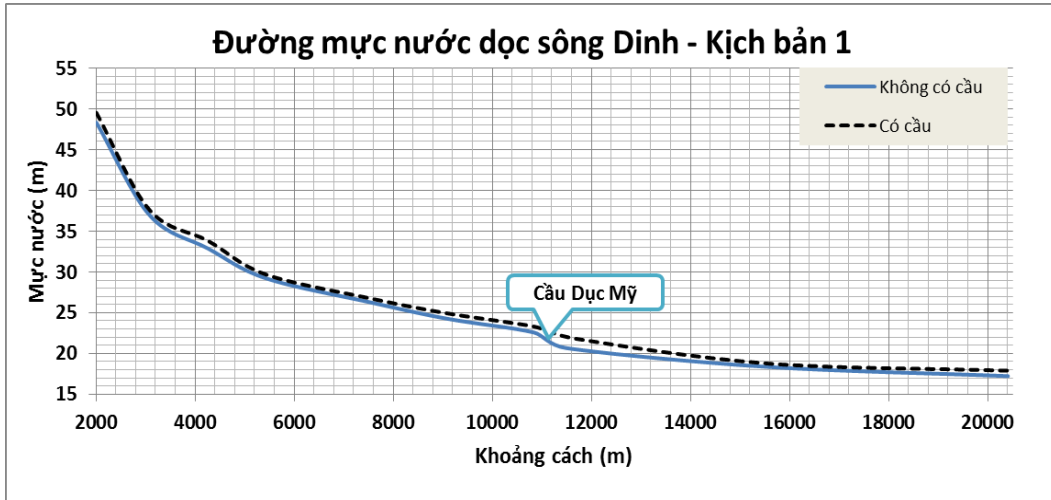
Trích xuất kết quả tính toán về mực nước, vận tốc và trường vận tốc tại khu vực cầu (thượng lưu, cầu và hạ lưu) để tiến hành phân tích thủy lực khu vực cầu [15-18]. Kết quả cho thấy trước cầu Dục Mỹ là Hồ Ốc Quý (khu du lịch sinh thái, khu câu cá) khu này trũng hơn các khu vực khác cho nên mức ngập lớn. Gần cuối khu vực cầu, dòng chảy tập trung vào lòng chính, hiện tượng gom nước trước cầu sau đó dồn đến cầu làm cho vận tốc, mực nước tăng lên đáng kể. Giữa cầu và Quốc lộ 26, cạnh nhà thờ Dục Mỹ có khu ngập không lớn nhưng dòng chảy ở phía thượng lưu của khu này rẽ nhánh, chạy dọc Quốc lộ 26, nhập vào vị trí hạ lưu cầu Dục Mỹ. Dự kiến nếu thời gian ngập dài, hồ tiếp tục xả lũ để bảo đảm an toàn cho chính hồ chứa, thì khu vực cầu bị nước dồn đến với khối lượng rất lớn, đe dọa an toàn của công trình cầu.

Cầu chịu tác động từ hồ chứa nhưng cũng ngược lại ảnh hưởng đến chế độ thủy lực dọc sông. Trong cả 3 kịch bản tính toán, mực nước trước cầu Dục Mỹ tăng lên so với khi không có cầu. Kết quả tính toán cho thấy cầu Dục Mỹ ảnh hưởng đến diện tích ngập lụt của các xã Ninh Xuân, Ninh Tây tăng lên từ 10-20%. Các xã hạ lưu diện tích ngập cũng tăng lên từ 0-5% [11].

3.1 Sự thay đổi của mực nước các vị trí khác nhau với các kịch bản khác nhau

Đối với các kịch bản 1

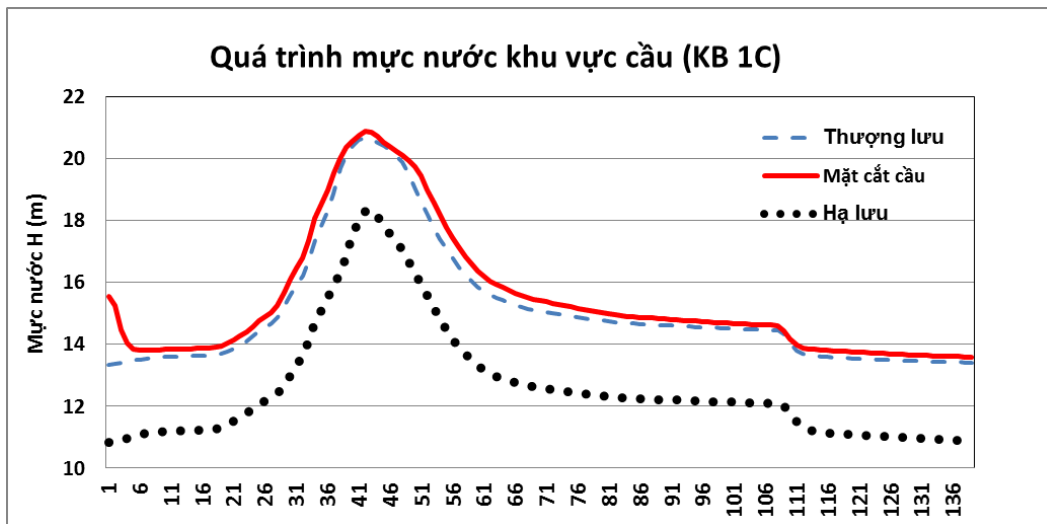
Theo quy chế phối hợp vận hành các hồ chứa trong mùa lũ hàng năm, ở kịch bản 1, khi xả lũ với lũ thiết kế 1% thì mực nước tại cầu tăng lên 0,2 m (khi có cầu và không có cầu). Kịch bản 2 và kịch bản 3 mực nước tại cầu tăng lên 1-1,3 m (khi có cầu và không có cầu).



Hình 3. Đường mực nước sông Dinh kịch bản 1 có cầu và không có cầu.

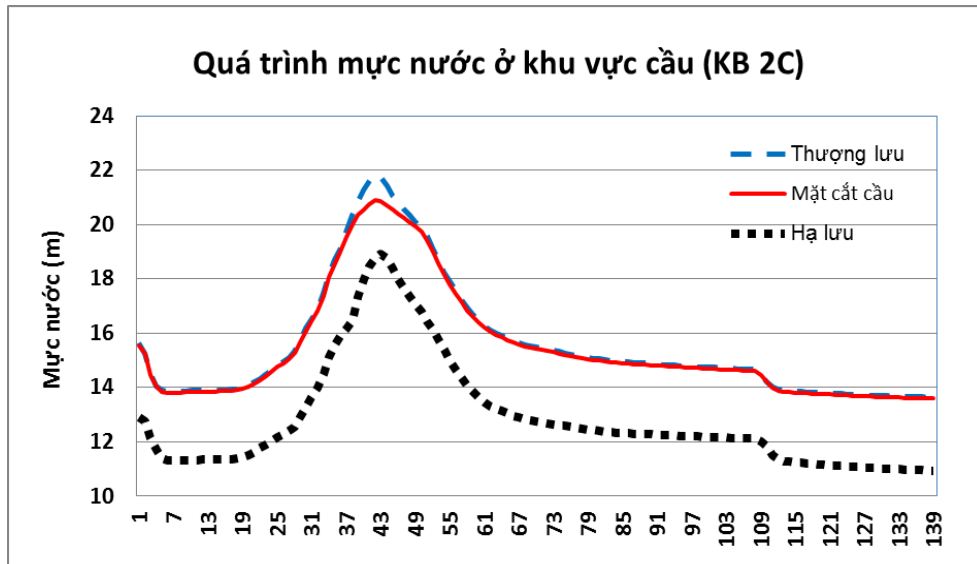
Từ kết hình 3 cho thấy, khi không có cầu mực nước thấp hơn khi có cầu, điều này hoàn toàn hợp lý do ảnh hưởng của cầu làm mực nước khu vực cầu tăng lên.

Tiến hành đánh giá sự thay đổi mực nước ở các mặt cắt khác nhau trong khu vực cầu (thượng lưu, cầu và hạ lưu).



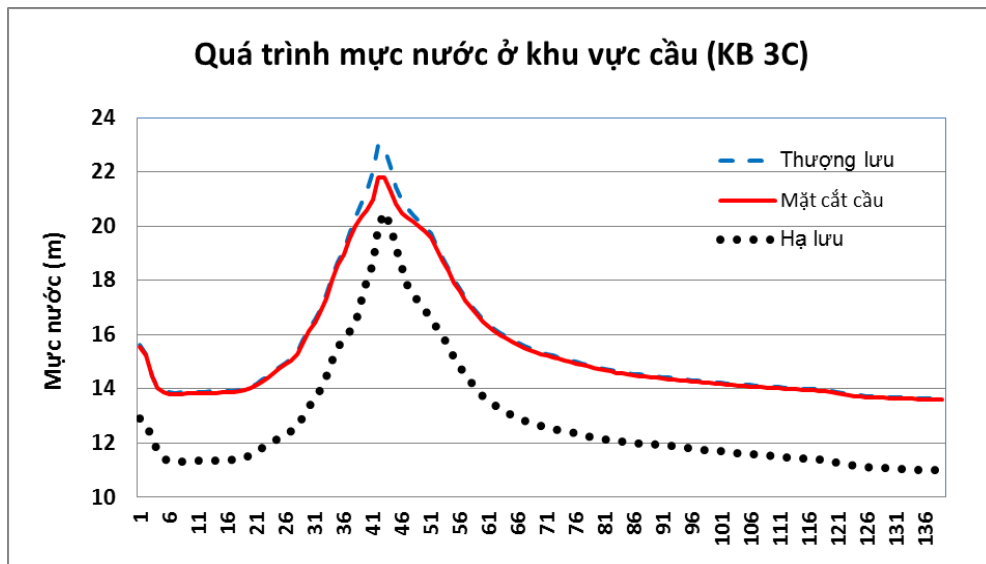
Hình 4. Quá trình mực nước khu vực cầu đối với kịch bản 1C.

Từ kết quả hình 4 cho thấy, trong 3 đường mặt nước ở ba mặt cắt (KB 1C), đối với mặt cắt thượng lưu và mặt cắt cầu, thay đổi mực nước không đáng kể, nhưng so với mặt cắt hạ lưu sự thay đổi mực nước là rất lớn (độ chênh lớn nhất là 3,39 m). Mực nước chênh nhau lớn khiến cho độ dốc thay đổi, làm tốc độ dòng chảy cũng thay đổi, gây xói lở ở hạ lưu công trình.



Hình 5. Quá trình mực khu vực cầu đối với kịch bản 2C.

Với kịch bản 2C, mực nước thay đổi không quá lớn, nhưng có sự thay đổi so với phương án 1C. Từ kết quả từ hình 5 cho thấy, tại mặt cắt thượng lưu cầu và mặt cắt cầu, đường quá trình mực nước gần như không có thay đổi, tuy nhiên ở mặt cắt hạ lưu so với thượng lưu lại chênh lệch rất lớn (độ giảm mực nước lớn nhất là 3,83 m).



Hình 6. Quá trình mực khu vực cầu đối với kịch bản 3C.

Ở kịch bản KB 3C, từ kết quả của hình 6 cho thấy, chênh lệch mực nước (mực nước thay đổi từ 2,1 m đến 3,9 m) khiến cho khu vực cầu chịu tác động rất lớn do độ dốc thủy lực thay đổi, dẫn đến vận tốc thay đổi (cụ thể là tăng nhiều so với vận tốc ở thượng lưu). Bảng 4 dùng để mô tả chênh lệch mực nước ở KB 1C và KB 3C.

Bảng 4. Mức nước ở các mặt cắt dọc sông Dinh đoạn qua Cầu Dục Mỹ.

Vị trí mặt cắt	Ký hiệu mặt cắt	Khoảng cách lẻ (m)	Khoảng cách cộng dồn (m)	Mức nước theo các kịch bản (m)		Chênh lệch mực nước (m)
				Điều tiết (KB 1C)	Vỡ đập Ea (KB 3C)	
Thượng lưu cầu	2006		2006	49,534	51,326	1,79
	3081	1075	3081	37,601	38,878	1,28
	4265	1184	4265	33,807	35,303	1,50
	5421	1156	5421	29,71	30,935	1,23
	7515	2094	7515	26,786	28,078	1,29
	9100	1585	9100	24,92	26,383	1,46
	10843	1743	10843	23,302	24,105	0,80
Cầu	200	200	11687	21,813	21,649	-0,16
Hạ lưu cầu	4074	3874	15561	18,775	19,533	0,76
	4851	777	20412	17,904	17,519	-0,39

Từ kết quả ở bảng 4, có thể thấy, ở mặt cắt có ký hiệu 2006 cách cầu 9681 m mực nước lúc ban đầu là 49,534 m; nếu xảy ra vỡ đập Ea Krong Rou tại vị trí đó nước cao là 51,326 m; Tại vị trí cầu trận lũ năm 1986 mực nước lũ là 21,17 m, kết quả chạy theo kịch bản điều tiết là 21,813 m và vỡ đập của hồ chứa là 21,649 m (thấp hơn do hình thành khu ngập ở khu vực cầu). Tuy nhiên, khi xảy ra vỡ đập, tràn ở một số vị trí phía thượng lưu và hạ lưu khiến cho mực nước dưới cầu giảm xuống, nhưng đường dẫn đầu cầu lại có nguy cơ bị ảnh hưởng.

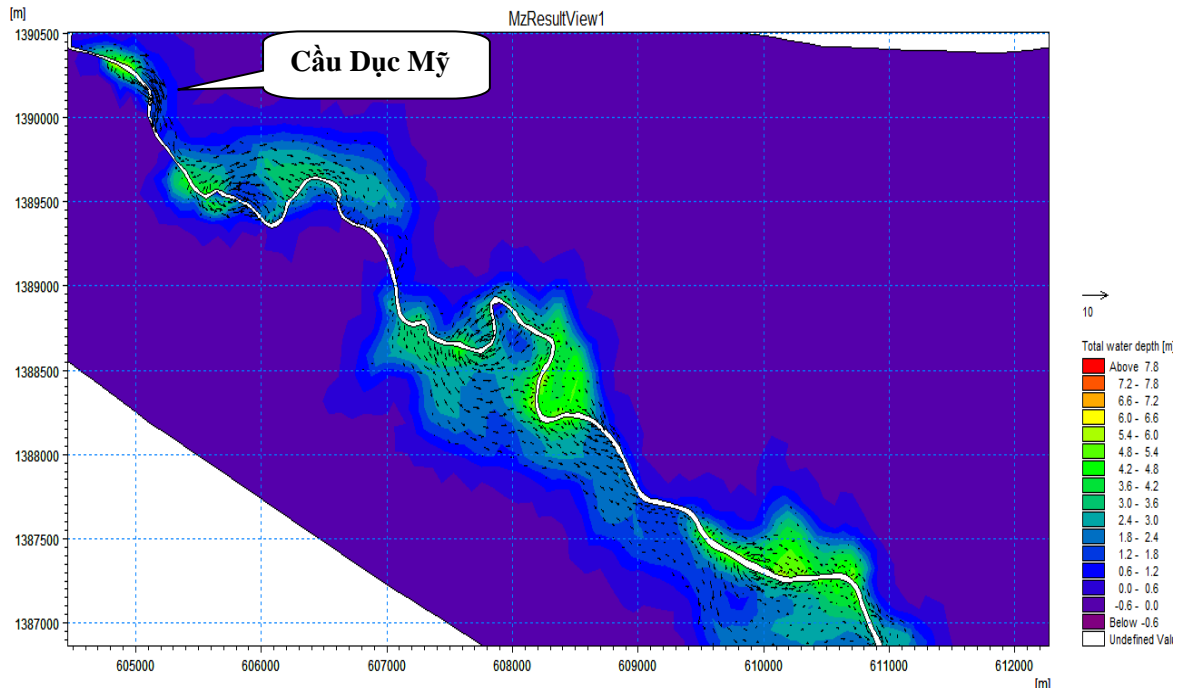
3.2 Sự thay đổi trường vận tốc và vận tốc tại các vị trí khác nhau với các kịch bản khác nhau

Theo các nghiên cứu cho thấy, tốc độ nước lũ thường khác nhau giữa các sông, giữa các đoạn sông và giữa các trận lũ. Trên các sông suối vừa và nhỏ miền núi, có độ dốc lòng sông lớn, tốc độ nước lũ lớn nhất có thể đạt tới hơn 5 m/s; nhưng ở sông lớn vùng đồng bằng, tốc độ nước lũ tương đối nhỏ, lớn nhất cũng chỉ khoảng 2-3 m/s. Với khoảng cách hơn 8 km từ thượng lưu đến hạ lưu cầu Dục Mỹ, mực nước phía thượng lưu thuộc vùng núi, độ dốc rất lớn ($S = 0,3\%$), Công trình cầu làm cản trở chuyển động của dòng chảy tuy nhiên do độ dốc lớn cũng làm cho việc thoát nước dễ dàng với vận tốc rất lớn 2,8 m/s.

Trường vận tốc thay đổi khi mô phỏng sông tự nhiên (Không có cầu) với các kịch bản khác nhau (KB1, KB2, KB3)

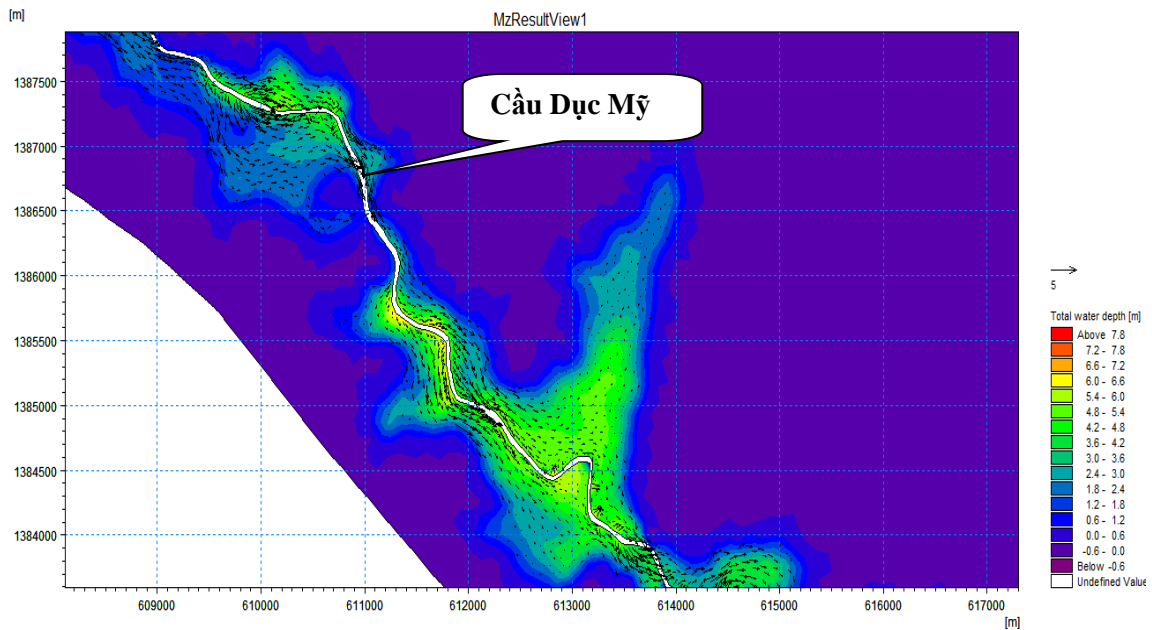
Kịch bản 1 (KB1): Theo quy chế phối hợp vận hành các hồ chứa trong mùa lũ hàng năm.

Phân bố vận tốc thượng lưu cầu Dục Mỹ trong kịch bản này khu vực cầu có bãi ngập ở thượng lưu nhưng không quá lớn, hướng của vận tốc cũng không thay đổi quá nhiều so với trục dòng chảy.



Hình 6. Phân bố vận tốc thượng lưu cầu Dục Mỹ KB1.

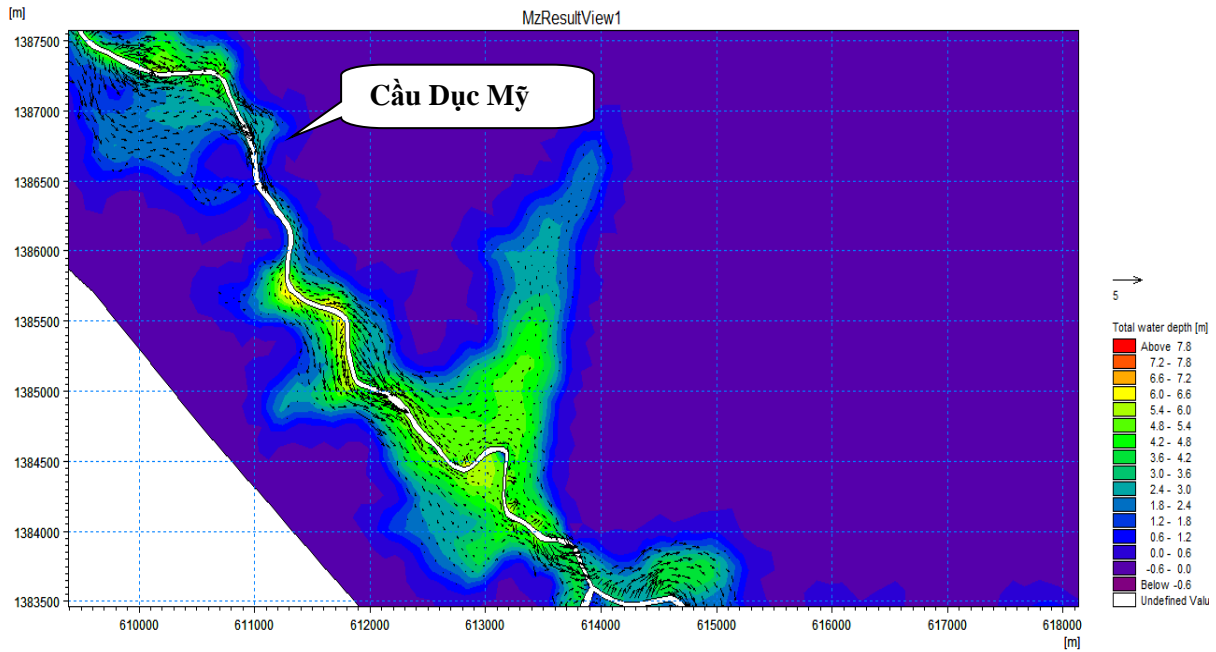
Phân bố vận tốc tại Cầu Dục Mỹ, tại khu vực cầu đã có bãi ngập, hướng vận tốc dòng chảy đã có sự thay đổi so với trục dòng chảy, thậm chí còn có cả vùng xoáy.



Hình 7. Phân bố vận tốc mặt cắt cầu Dục Mỹ KB1.

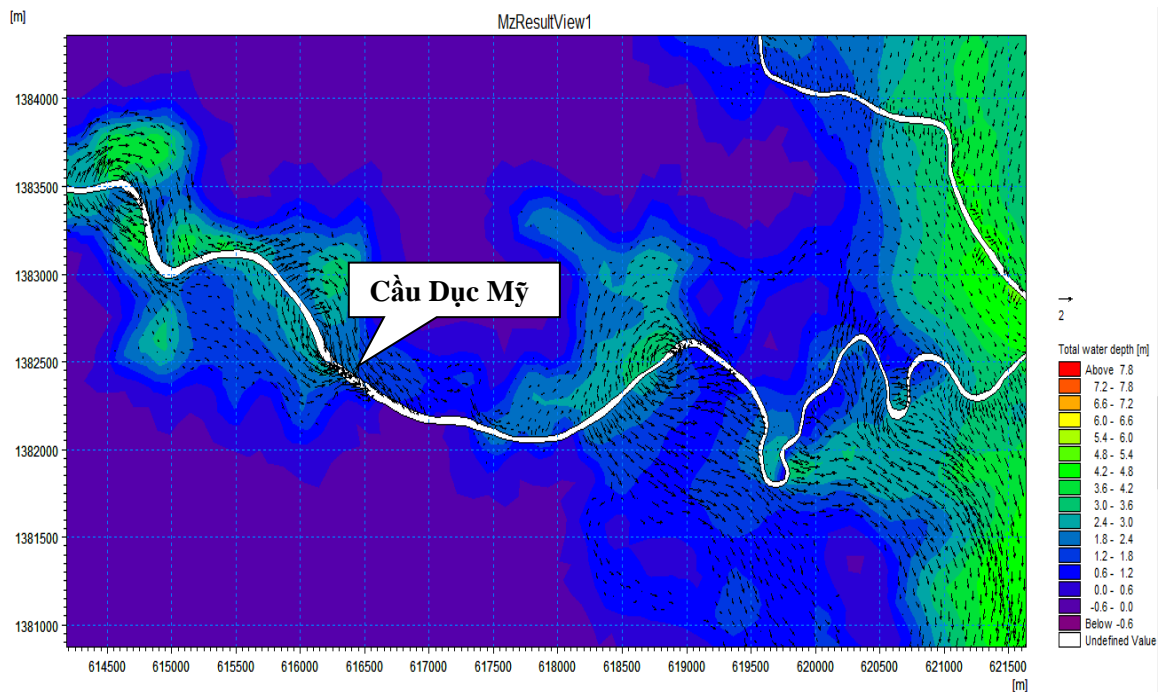
Kết quả tính toán cho thấy cầu Dục Mỹ ảnh hưởng đến diện tích ngập lụt của các xã Ninh Xuân, Ninh Tây tăng lên từ 10-20%. Các xã hạ lưu diện tích ngập cũng tăng lên từ 0-5%.

Kịch bản 2 (KB2): Mực nước trước lũ hồ Ea Krong Rou là +605 m. Hồ Ea Krong Rou cắt giảm đỉnh lũ theo quy định. Hồ Đá Bàn và hồ Suối Trầu không tham gia cắt lũ.



Hình 8. Phân bố vận tốc mặt cắt thượng lưu cầu Dục Mỹ KB2.

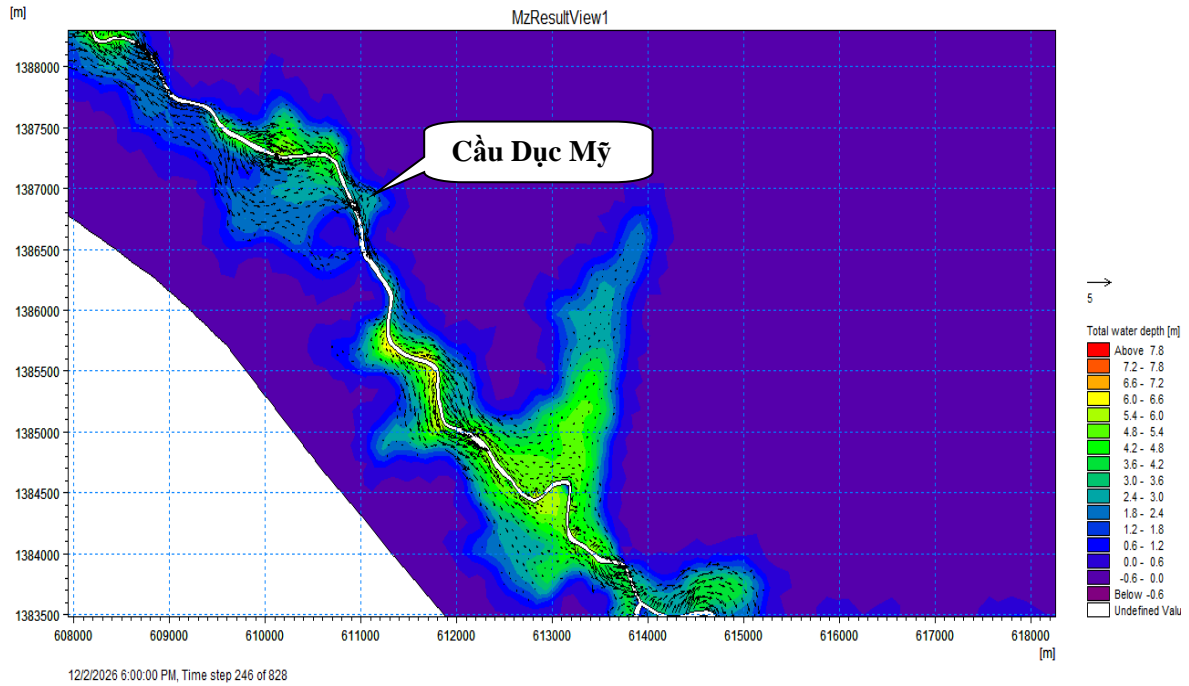
Ở vị trí thượng lưu cầu, mô tả trong hình 8 cho thấy ở khu vực cầu đã xuất hiện các vùng ngập nước, các khu vực xoáy hơn so với KB1.



Hình 9. Phân bố vận tốc mặt cắt cầu Dục Mỹ KB2.

Ở mặt cắt cầu (Hình 9) phân bố vận tốc theo xu thế co hẹp và dồn vào mặt cắt cầu, phía thượng lưu có khu bãi rất rộng, phân bố vận tốc rất phức tạp.

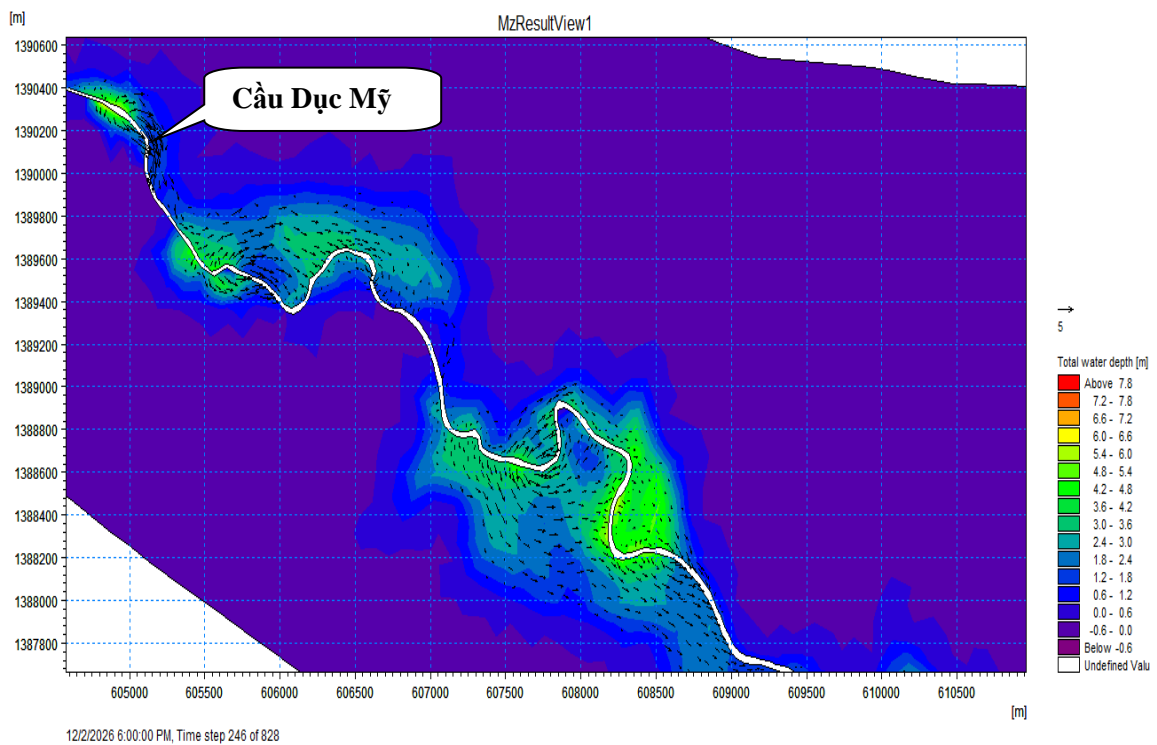
Kịch bản 3 (KB3): Hồ Đá Bàn, Hồ Eakrong Rou và hồ Suối Trầu vận hành theo quy định. Xảy ra sự cố vỡ đập tại hồ Ea Krong Rou.



Hình 10. Phân bố vận tốc mặt cắt thượng lưu cầu Dục Mỹ KB3.

Trường vận tốc thay đổi khi mô phỏng dòng chảy có sự tham gia của cầu với các kịch bản khác nhau (KB 1C, KB 2C, KB 3C)

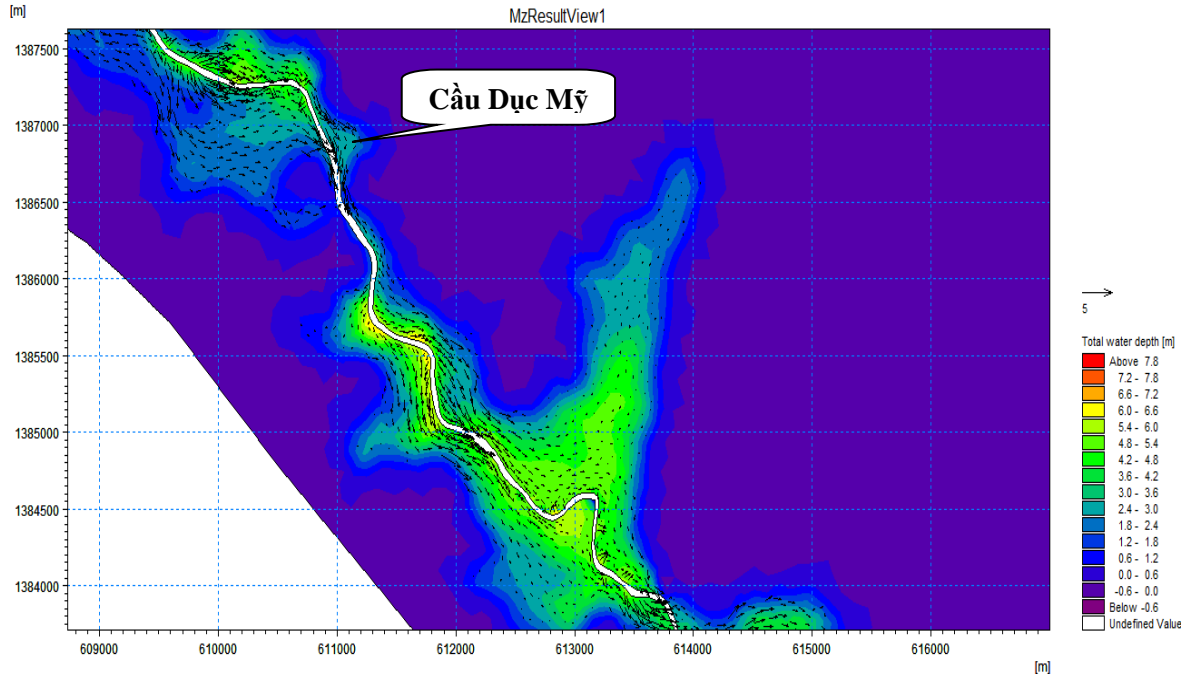
Kịch bản 1 (KB 1C): Có tham gia của cầu nhưng, theo quy chế phối hợp vận hành các hồ chứa trong mùa lũ hàng năm.



Hình 11. Phân bố vận tốc mặt cắt thượng lưu cầu Dục Mỹ KB 1C.

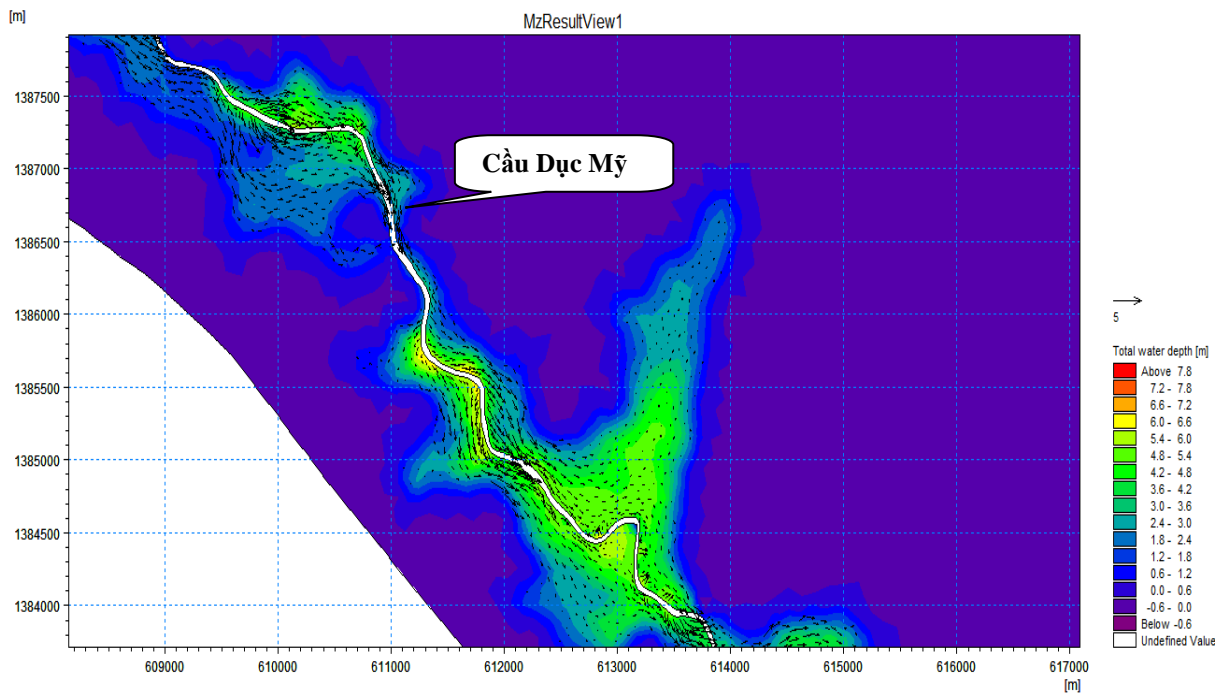
Kịch bản 2 (KB 2C): Có tham gia của cầu nhưng mực nước trước lũ hồ Ea Krong Rou là

+605 m. Hồ Ea Krong Rou cắt giảm đỉnh lũ theo quy định. Hồ Đá Bàn và hồ Suối Trầu không tham gia cắt lũ.



Hình 12. Phân bố vận tốc mặt cắt thượng lưu cầu Dục Mỹ KB 2C.

Kịch bản 3 (KB 3C): Có tham gia của cầu nhưng hồ Đá Bàn, hồ Ea Krong Rou và hồ Suối Trầu vận hành theo quy định. Xảy ra sự cố vỡ đập tại hồ Ea Krong Rou.

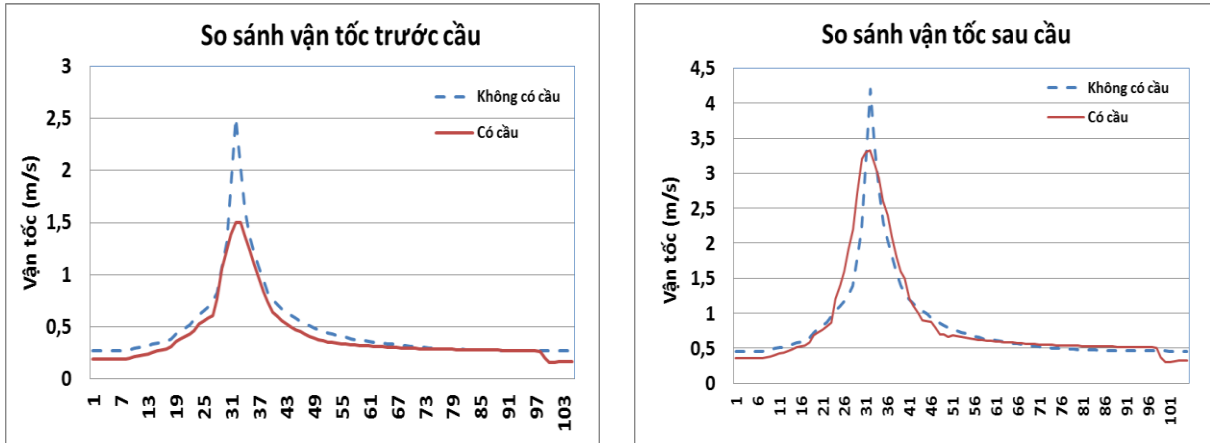


Hình 13. Phân bố vận tốc mặt cắt thượng lưu cầu Dục Mỹ KB 3C.

Sự thay đổi vận tốc ở thượng và hạ lưu cầu

Khi có cầu thì vận tốc dòng chảy lớn nhất tăng lên 1m/s. Khu vực trước cầu 100-200 m vận tốc dòng chảy tăng chủ yếu khi dòng chảy lũ đạt đỉnh. Phần hạ lưu sau cầu thì dòng chảy

cũng tăng ở khu vực có vận tốc > 1,5 m/s. Đối với khu vực có vận tốc dòng chảy < 1,5 m/s thì vận tốc dòng chảy không tăng nhiều.



Hình 14. So sánh vận tốc ở mặt cắt thượng lưu và hạ lưu cầu.

Kết quả ở hình 14 cho thấy, vận tốc ở mặt cắt thượng lưu cầu lớn nhất chỉ là 1,5 m/s đối với trường hợp có cầu và chỉ bằng 2,5 m/s đối với trường hợp không có cầu. Tuy nhiên do ảnh hưởng của cầu làm cho mặt cắt co hẹp lại, vận tốc tăng lên từ 1,5 m/s đến 3,2 m/s (chênh 1,7 m/s) trong đó khi trường hợp không có cầu tăng từ 2,5 m/s đến 4,1 m/s (chênh 1,6 m/s) (ở mặt cắt thượng lưu cầu so với hạ lưu cầu). Sự thay đổi này rất lớn có nguy cơ gây xói lở khu vực hạ lưu cầu.

4. KẾT LUẬN

Cầu Dục Mỹ một mặt giúp giao thông thuận lợi nhưng về mặt thủy lực dòng sông thì sự có mặt của công trình cầu tác động rất lớn đến chế độ dòng chảy khu vực này. Mặc dù, cầu Dục Mỹ thuộc sông Dinh nhưng chịu tác động của toàn hệ thống sông (Đá Bàn, Tân Lâm, Cầu Lắm, Đá Hàn và chế độ vận hành của ba hồ chứa Ea Krong Rou; hồ chứa Suối Trầu và hồ chứa Đá Bàn) do đó cần phải xem xét cầu trong bài toán hệ thống sông và phải chạy thủy lực cho cả hệ thống sông để thấy những tác động lẫn nhau.

Kết quả nghiên cứu cho thấy mặc dù vỡ đập là một trong những tình trạng bất lợi nhất (cần xem xét trong điều kiện biên đổi khí hậu và mưa lũ bất thường như hiện nay) tuy nhiên với kịch bản vỡ đập hồ chứa nước Ea Krong Rou (KB 3C) sẽ làm cho khu vực thượng lưu cầu bị ngập, khu vực cầu bị thay đổi hướng dòng chảy và ở hạ lưu cầu tốc độ tăng lên rất lớn so với thượng lưu cầu. Còn đối với các kịch bản khác, khi xả lũ thông thường (KB1C và KB 2C), đường mặt nước trước và mặt cắt cầu thay đổi không lớn như trường hợp vỡ đập.

Kết quả chỉ ra rằng độ dốc mặt nước ở thượng lưu cầu lớn (khu vực hồ chứa nước Ea Krong Rou) nước chảy xiết, về đến cầu Dục Mỹ độ dốc giảm dần cho nên khả năng vận chuyển kém hơn, khả năng tiêu thoát lũ kém hơn đặc biệt khi có xả lũ lớn hoặc vỡ đập sẽ làm ngập lụt khu vực trước 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 T2023-CT-027.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Quy trình vận hành hồ chứa của Nhà máy thủy điện Ea Krông Rou theo Quyết định số 6458/QĐ-BCT ngày 9/12/2008 của Bộ trưởng Bộ Công Thương.
- [2]. M.S. Horritt, P.D. Bates, Evaluation of 1D and 2D numerical models for predicting river flood inundation, *Journal of Hydrology*, (Amst), 268 (2002) 87–99. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00121-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00121-X)
- [3]. Q. Liu, Y. Qin Y, Y. Zhang, Y. Z. Li, A coupled 1D–2D hydrodynamic model for flood simulation in flood detention basin, *Nat. Hazards*, 75 (2015)1303–1325. <https://doi.org/10.1007/s11069-014-1373-3>
- [4]. T.K. Chau, D.A. Duc, Application of Integrated Hydro - Hydraulic Model to Assess the Impact of Infrastructure on Flood Drainage Issue–Case Study for The Downstream of Kone - Ha Thanh River Basin, (2022) 45-58. <http://dx.doi.org/10.2965/jwet.21-139>
- [5]. DHI, MIKE 11, Water & Environment, Reference Manual, 2003.
- [6]. DHI, MIKE 11, Water & Environment, MIKE 11, Users Guide, 2003.
- [7]. DHI, MIKE 21, Flow Model Hydrodynamic Module User Manual, Danish Hydraulic Institute, Denmark, 2017. https://manuals.mikepoweredbydhi.help/2017/Coast_and_Sea/M21HD.pdf
- [8]. DHI, MIKE-21, Short introduction and tutorial, Danish Hydraulic Institute, 2000.
- [9]. DHI, MIKE-21, User guide, Danish Hydraulic Institute, 2000.
- [10]. Denmark Hydraulic Institute (DHI), MIKE FLOOD User Guide, 2014.
- [11]. Doan Thi Noi, MIKE FLOOD application for forecasting inundation issues: case of Duc My bridge area, *Transport and Communications Science Journal*, 74 (2023) 833-849. <https://doi.org/10.47869/tcsj.74.7.6>
- [12]. Wen Wang, Effects of Bridge Piers on Flood Hazards: A Case Study on the Jialing River in China, 11 (2019) 1181. <https://doi.org/10.3390/w11061181>
- [13]. M.H. Chaudhry, *Open-channel flow*, 2nd ed., Springer, New York, 2007. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-68648-6>
- [14]. J.A. Cunge, F.M Holly, A. Verwy, *Practical aspects of computational river hydraulics*, Pitman, London, 1980. <https://doi.org/10.4236/ojmsi.2022.101001>
- [15]. Directorate of Water Resource. Ministry of Agriculture and Rural Development, Water Resource database system. <http://thuyloivietnam.vn/> (in Vietnamese)
- [16]. D.J. Sen, N.K. Garg, Efficient solution technique for dendritic channel networks, *Journal of Hydraulic Eng*, ASCE, 124 (1998) 831–839. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2002\)128:6\(351\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2002)128:6(351))
- [17]. R. Szymkiewicz, Finite element methods for the St.Venant equations in an open channel network, *Journal of Hydrology*, 122 (1991) 275–287. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(91\)90182-H](https://doi.org/10.1016/0022-1694(91)90182-H)
- [18]. J. Kjelds, M. Rungo, Dam breach modeling and inundation mapping, Danish Hydraulic Institute, Denmark, 2002. <https://doi.org/10.1007/s12524-009-0002-1>