

Ảnh hưởng hạ tầng giao thông đến thoát lũ sông Bàn Thạch

The impact of transport infrastructure on flood drainage capacity of Ban Thach river

Nguyễn Viết Quang Tuấn¹, Nguyễn Quang Bình², Lê Xuân Cường²,
Nguyễn Chí Công^{2*}, Nguyễn Thanh Hải², Nguyễn Ngọc Hậu²

¹Công ty cổ phần tư vấn đầu tư và xây dựng Thừa Thiên Huế, Huế, Việt Nam

²Trường Đại học Bách Khoa-ĐHĐN, Đà Nẵng, Việt Nam

*Tác giả liên hệ, Email: nccong@dut.udn.vn

THÔNG TIN

DOI:10.46223/HCMCOUJS.
tech.vi.18.1.2448.2023

Ngày nhận: 15/09/2022

Ngày nhận lại: 08/10/2022

Duyệt đăng: 10/10/2022

TÓM TẮT

Hạ tầng giao thông thực sự cần thiết để kết nối giao thông đô thị, đồng thời là động lực thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội. Tuy nhiên khi phát triển hạ tầng giao thông để kết nối không gian đô thị giữa bờ trái và bờ phải người ta thường sử dụng đường dẫn kết hợp cầu vượt sông. Các hạ tầng giao thông này đã chiếm một phần không gian thoát lũ của sông nên khi có lũ sẽ cản trở khả năng thoát lũ của sông rất nhiều. Điều này đã làm mức độ ngập lụt càng nghiêm trọng hơn cho đô thị. Bài báo này sẽ đánh giá tác động của ba tuyến giao thông quan trọng cắt ngang sông Tam Kỳ-Bàn Thạch và trận lũ 10/2021 sẽ được mô phỏng lại cho trường hợp có và nếu không có ba tuyến đường này bằng bộ phần mềm MIKE. Kết quả mô phỏng cho thấy khả năng thoát lũ của sông Tam Kỳ-Bàn Thạch bị giảm đi đáng kể và diện tích ngập lụt cũng gia tăng trên toàn lưu vực.

ABSTRACT

Transport infrastructure is necessary to connect the space of an urban area and is the driving force for socio-economic development. However, when developing traffic infrastructure to connect urban space between the left and right of the river, people often use a system of roads and bridges. These transport infrastructures have occupied a part of the river's flood drainage space, so when there is a flood, it will greatly hinder the river's ability to drain. This has made the level of flooding even more serious for the city. This study will evaluate the impact of three important traffic routes crossing the Tam Ky - Ban Thach river and the October 2021 flood will be simulated for the case with and without these three routes using MIKE software. The simulation results show that the flood drainage capacity of this river is significantly reduced, and the flooded area is also increased in the whole basin.

Từ khóa:

MIKE NAM; MIKE 11; MIKE 21; sông Bàn Thạch; sông Tam Kỳ

Keywords:

MIKE NAM; MIKE 11; MIKE 21; Ban Thach river; Tam Ky river

1. Đặt vấn đề

Theo các nghiên cứu trước đây cho thấy Việt Nam có tốc độ đô thị hoá nhanh (Truong, 2020), số lượng đô thị tăng tương ứng từ năm 1998 đến 2020 là 635 và 833. Dự báo tới năm 2025

tổng dân số ở đô thị là 42 triệu và đạt mốc 47 triệu người vào năm 2030. Đô thị hóa nhanh sẽ góp phần tăng trưởng kinh tế và xã hội của đất nước. Tuy nhiên, các đô thị đang đối mặt với những rủi ro do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, lũ lụt, ... (Do, Nagasawa, & Tsutsui, 2013; Nguyen, 2015; To & Nguyen, 2020).

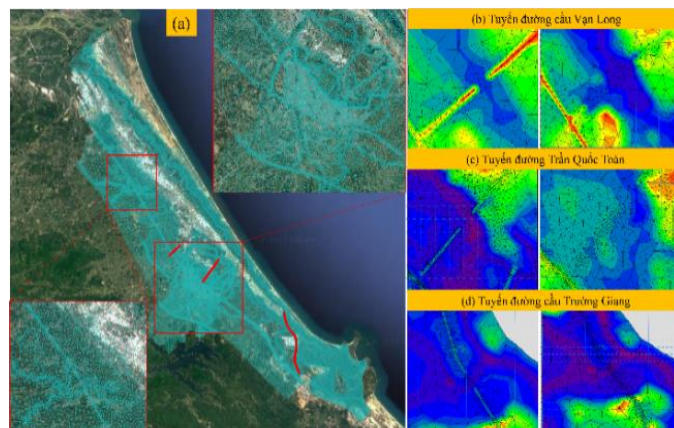
Thành phố Tam Kỳ có tốc độ đô thị hóa đang diễn ra rất nhanh. Trong đó, hệ thống giao thông và cầu vượt sông được đầu tư xây dựng trong những năm gần đây. Tuy nhiên, các hạ tầng giao thông này đã chiếm một phần không gian thoát lũ và cản trở khả năng thoát lũ của sông. Điều này có thể đã làm cho mức độ ngập lụt thành phố Tam Kỳ trở nên nghiêm trọng hơn.

Hầu hết các tuyến đường mới được xây dựng cắt ngang sông Tam Kỳ-Bàn Thạch có cao trình cao hơn cao độ tự nhiên, điều này vô tình tạo thành các tuyến đê ngăn thoát lũ. Việc thiết kế và xây dựng một số công trình giao thông qua sông chưa tính toán đúng khẩu độ, khả năng thoát lũ ứng với các tần suất lớn đã gây cản trở dòng chảy. Bài báo này sẽ đánh giá tác động của các tuyến giao thông đến ngập lụt trên lưu vực sông Tam Kỳ-Bàn Thạch và trận lũ tháng 10/2021 được sử dụng để mô phỏng. Các kịch bản mô phỏng bao gồm có và không có các tuyến đường giao thông dùng để so sánh và đánh giá. Kết quả cho thấy khả năng thoát lũ của sông Tam Kỳ-Bàn Thạch đã bị giảm đi đáng kể do ảnh hưởng của các tuyến đường giao thông.

2. Dữ liệu và phương pháp sử dụng

2.1. Dữ liệu

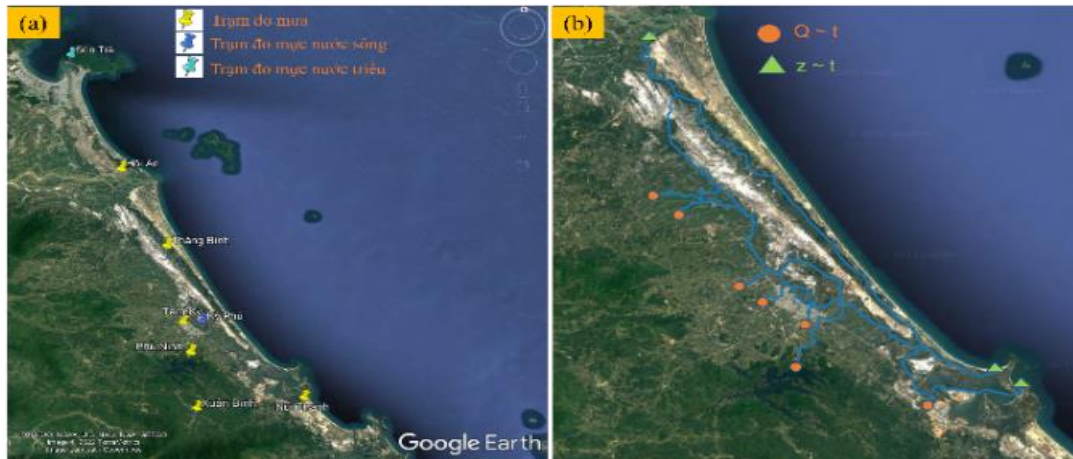
Bài báo này lựa chọn đánh giá ảnh hưởng của ba tuyến đường giao thông lớn vừa mới xây dựng từ năm 2018 đến nay đó là: tuyến đường Trần Quốc Toàn cắt ngang sông Bàn Thạch tại trung tâm thành phố; tuyến đường từ Quốc lộ 1 vào khu công nghiệp Tam Thăng ở phía bắc thành phố và cắt ngang sông Bàn Thạch; tuyến đường ven biển nối khu công nghiệp Chu Lai với đường Võ Chí Công tại phía hạ lưu và cắt ngang sông Tam Kỳ-Bàn Thạch-Trường Giang (đường liền nét màu đỏ, Hình 1). Do vậy phạm vi xem xét được giới hạn như Hình 1a, với diện tích 583.24 km².



Hình 1. (a) Vị trí, phạm vi mô phỏng và chia lưới khu vực nghiên cứu, (b) - (d) Chia lưới chi tiết tuyến đường cầu Vạn Long, Trần Quốc Toàn, cầu Trường Giang khi có và không có tuyến đường

2.1.1. Số liệu khí tượng thủy văn, hải văn

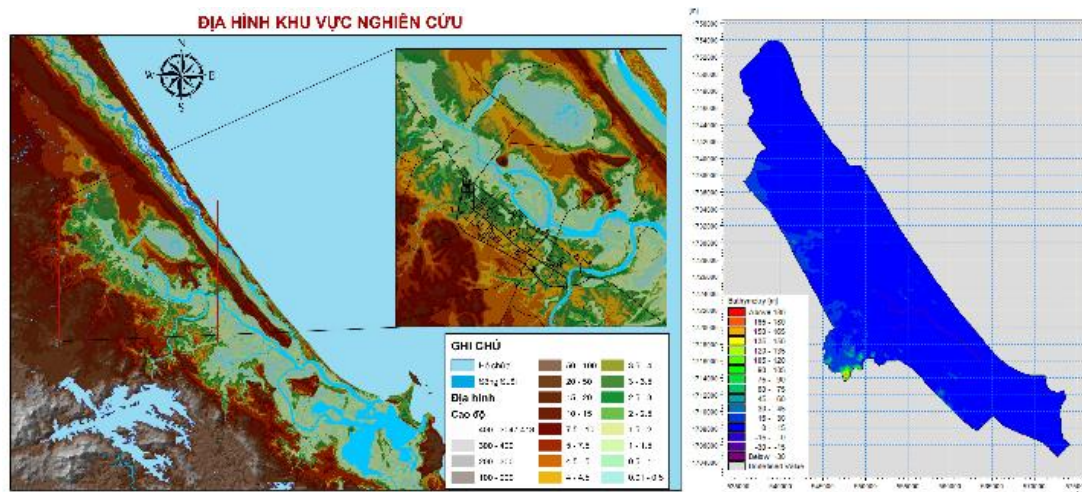
Dựa vào phạm vi nghiên cứu trên tiến hành thu thập số liệu 05 trạm đo mưa (Núi Thành, Xuân Bình, Phú Ninh, Tam Kỳ và Thăng Bình), 01 trạm đo mực nước (Kỳ Phú) và 02 trạm đo triều (Hội An và Sơn Trà) (Hình 2).



Hình 2. (a) Mạng lưới trạm đo phục vụ nghiên cứu, (b) Vị trí các biên thượng lưu và hạ lưu

2.1.2. Bản đồ địa hình (DEM)

Bản đồ DEM được thu thập từ dự án “Cơ sở dữ liệu nền địa lý” được cấp bởi Cục đo đạc bản đồ, dự án do LUCCI thực hiện từ năm 2011 đến năm 2014, có tỷ lệ 1/2.000 cho thành phố Tam Kỳ và Chu Lai, tỷ lệ 1/10.000 cho vùng phụ cận. Dữ liệu này đã được số hóa chuẩn về VN2000 kinh tuyến trực 108° múi chiếu 3° . Bản đồ DEM phải bao phủ được toàn bộ phạm vi mô phỏng 2D (Hình 3).



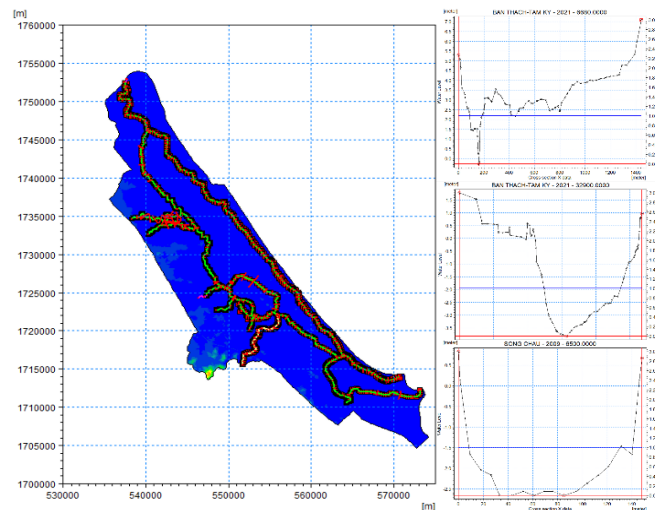
Hình 3. Dữ liệu địa hình khu vực nghiên cứu và bản đồ DEM thiết lập trong mô hình

2.1.3. Mặt cắt sông

Mạng lưới sông tính toán bao gồm 03 sông chính như sau: sông Bàn Thạch, sông Tam Kỳ, sông Trường Giang. Ngoài ra còn có 06 nhánh sông gồm: Đàm, Ngọc Khô, Châu, Trương Chi, Phú Xuân, Trường Giang 2 (Hình 4). Bên cạnh đó có 02 hệ thống kênh thoát nước lớn đó là kênh Duy Tân và kênh Ngã Ba. Ngoài ra tại một số đoạn sông có diễn biến hình thái lớn, nên nhóm tác giả đã khảo sát bổ sung thêm 07 mặt cắt, tập trung ở sông Bàn Thạch xung quanh thành phố Tam Kỳ.

2.1.4. Điều tra vết lũ 10/2021

Mốc báo lũ được chúng tôi thu thập từ 02 nguồn tài liệu do thành phố Tam Kỳ cung cấp 15 mốc và chi nhánh thủy lợi Phú Ninh cung cấp 06 mốc. Tuy nhiên qua phân tích kiểm tra phát hiện có 05 mốc trùng vị trí nên tổng số lượng mốc báo lũ thu thập để điều tra là 16 mốc (Hình 5).



Hình 4. Mạng lưới sông và mặt cắt ngang



Hình 5. Vị trí 16 mốc báo lũ điều tra

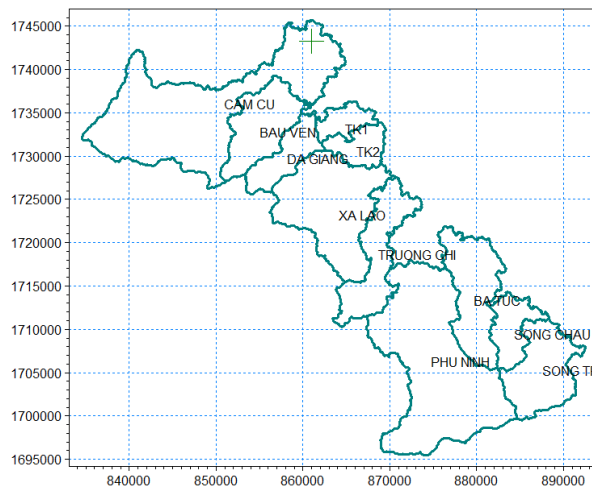
2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp mô hình hóa dòng chảy từ mưa để mô phỏng diễn biến của một trận lũ đã xảy ra trên lưu vực. Từ đó, thiết lập các kịch bản có và không có ba tuyến đường giao thông như trình bày ở mục 2.1. để đánh giá mức độ ảnh hưởng đến ngập lụt vùng nghiên cứu. Toàn bộ quy trình này được thực hiện trên bộ phần mềm MIKE. Riêng số liệu mực nước triều tại cửa ra của lưu vực (Cửa Lở), được kế thừa từ kết quả nghiên cứu (Nguyễn & Nguyễn, 2020).

Sử dụng mô hình MIKE NAM để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn tại vị trí hồ Phú Ninh. Vì trên toàn lưu vực không có trạm đo lưu lượng lũ nên sử dụng số liệu vận hành tràn hồ Phú Ninh để biết được lưu lượng lũ về hồ, số liệu này do Chi nhánh thủy lợi Phú Ninh cung cấp. Khi xác định được bộ thông số mô hình MIKE NAM cho lưu vực hồ Phú Ninh, chúng tôi sẽ áp dụng bộ thông số này cho 11 tiểu lưu vực còn lại (Hình 6), từ đó xác định được biên lưu lượng của mô hình thủy lực.

Thiết lập mô hình thủy lực bằng mô hình MIKE FLOOD (MIKE 11 coupling MIKE 21) và bộ thông số của mô hình được hiệu chỉnh và kiểm định tại trạm thủy văn Kỳ Phú. Ngoài ra các vết lũ được nhóm tác giả điều tra khôi phục từ 16 mốc báo lũ sử dụng để kiểm chứng ở các bãi ngập và hiệu chỉnh bản đồ hệ số nhám.

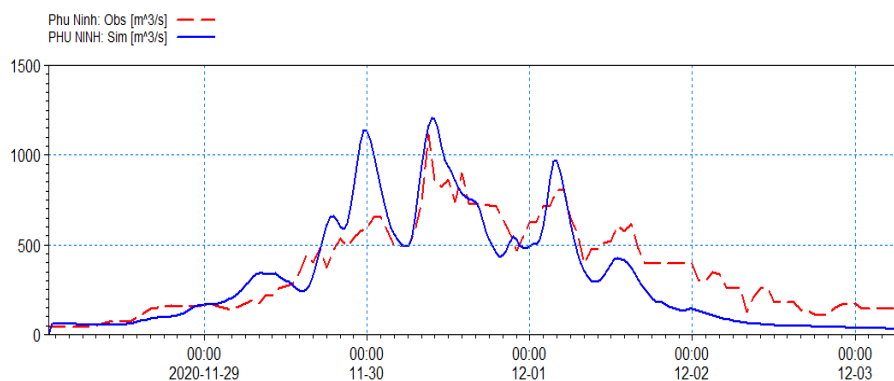
Để đánh giá ảnh hưởng các công trình giao thông, tiến hành hiệu chỉnh lại kịch bản DEM khi không có 03 tuyến đường để quan sát mức độ ảnh hưởng ngập lụt của trận lũ 10/2021 như thế nào (Hình 1b, 1c, 1d). Sau đó xây dựng bản đồ ngập lụt và sử dụng công cụ ArcGIS để phân tích thống kê diện tích chịu ngập lụt theo các kịch bản.



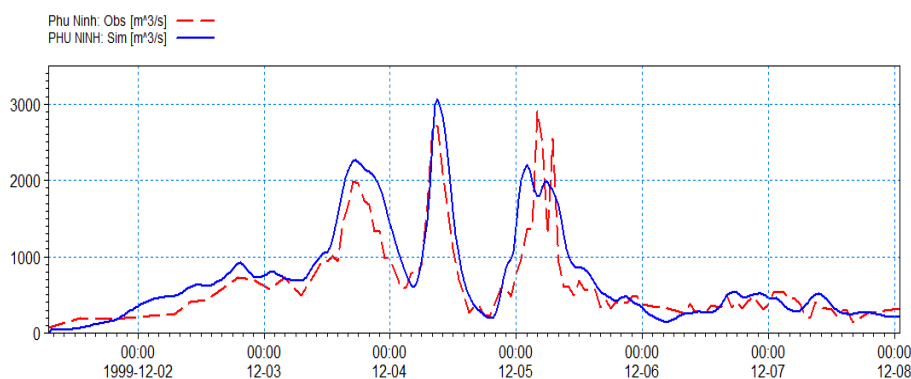
Hình 6. Các tiểu lưu vực thủy văn

3. Kết quả và bàn luận

Bộ thông số của mô hình MIKE NAM được xác định dựa trên dữ liệu 02 trận lũ tương đối lớn về hồ Phú Ninh đó là trận lũ 11/2020 và 11/2013 để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Kết quả mô phỏng cho thấy (Hình 7 và 8) đường quá trình lưu lượng lũ mô phỏng bám sát với đường quá trình lưu lượng lũ thực đo, từ đó chúng tôi sử dụng bộ thông số này để mô phỏng cấp biên cho 11 tiểu lưu vực còn lại.

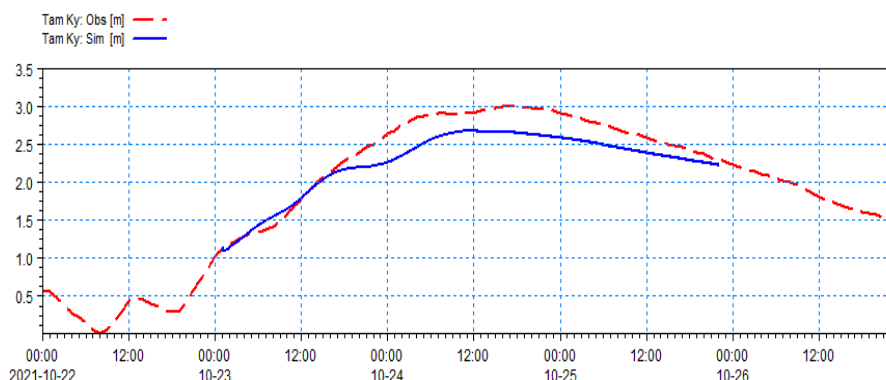


Hình 7. Kết quả hiệu chỉnh MIKE NAM trận lũ 11/2020 tại Phú Ninh (Nash = 0.62, $R^2 = 0.89$)

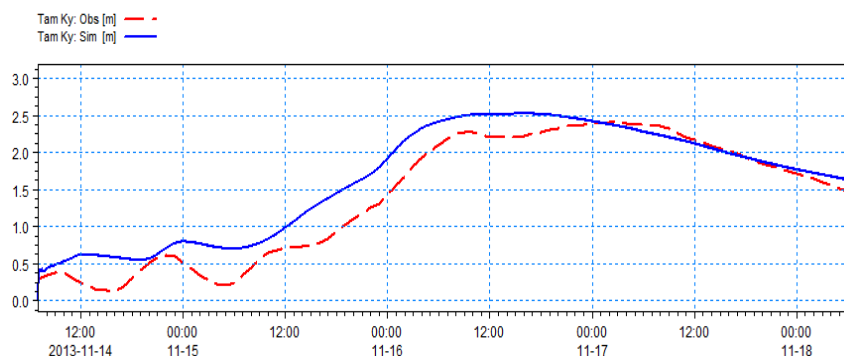


Hình 8. Kết quả kiểm định MIKE NAM trận lũ 11/2013 tại Phú Ninh (Nash = 0.71, $R^2 = 0.92$)

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định ngập lụt được tiến hành cho 02 trận lũ độc lập 10/2021 và 11/2013. Kết quả mô phỏng mực nước bám rất sát với số liệu thực đo mực nước tại trạm thủy văn Kỳ Phú trên sông Bàn Thạch (Hình 9 và 10).



Hình 9. Kết quả hiệu chỉnh MIKE 11 trận lũ 10/2021 tại trạm thủy văn Kỳ Phú (Nash = 0.8, $R^2 = 0.97$)



Hình 10. Kết quả kiểm định MIKE 11 trận lũ 11/2013 tại trạm thủy văn Kỳ Phú (Nash = 0.87, $R^2 = 0.93$)

Kết quả kiểm chứng cao trình ngập mô phỏng và cao trình vết lũ điều tra (trận lũ 10/2021) tại vị trí 16 mốc báo lũ (MBL) cho kết quả chênh lệch khá bé. Điều này chứng tỏ rằng kết quả mô hình 2D rất đáng tin cậy (Bảng 1). Các tác giả sử dụng trận lũ 10/2021 này để đánh giá ảnh hưởng 03 tuyến đường giao thông, bằng cách thiết lập 02 kịch bản: (i) hiện trạng, khi có đường giao thông; (ii) không có tuyến đường giao thông.

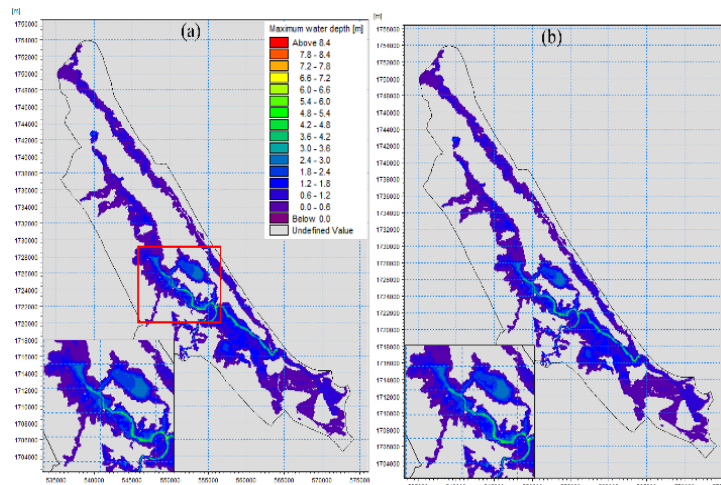
Bảng 1

So sánh cao trình mực nước lũ mô phỏng (MP) với cao trình vết lũ điều tra trận lũ 10/2021

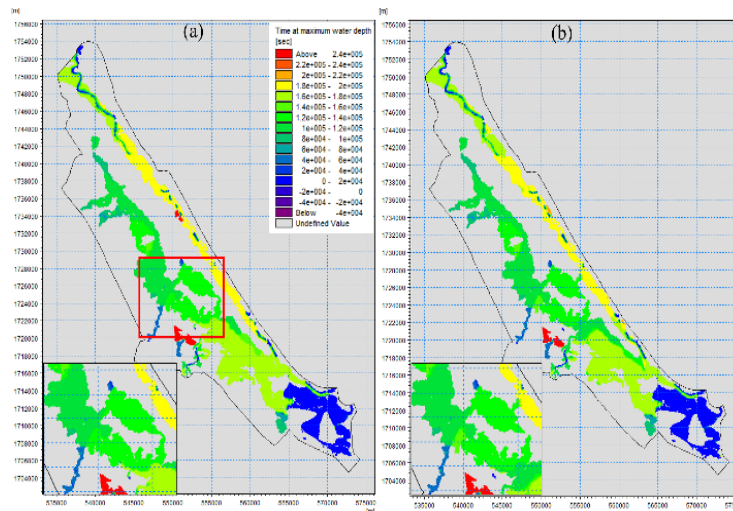
Tên	Cao trình mực nước MP (m)	Cao trình vết lũ (m)	Sai số (m)
MBL2	3.11	3.53	-0.42
MBL3	3.03	3.70	-0.67
MBL4	2.95	3.60	-0.65
MBL5	3.11	3.50	-0.39
MBL6	3.16	3.45	-0.29
MBL7	2.90	3.82	-0.92
MBL8	2.90	3.77	-0.87
MBL9	1.58	1.21	0.37

Tên	Cao trình mực nước MP (m)	Cao trình vết lũ (m)	Sai số (m)
MBL10	1.58	1.83	-0.25
MBL11	1.57	1.65	-0.08
MBL12	2.53	2.28	0.25
MBL13	2.33	2.07	0.26
MBL14	2.81	2.75	0.06
MBL15	2.68	2.65	0.03
MBL16	2.64	2.45	0.19
MBL17	2.73	2.70	0.03

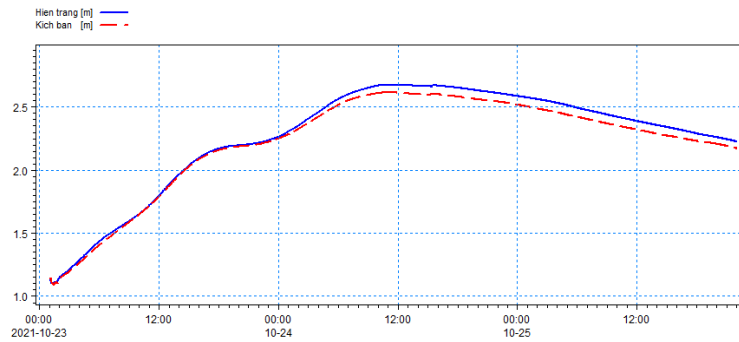
Kết quả tính toán chỉ ra rằng ảnh hưởng của 03 tuyến đường này là tương đối lớn đến khả năng thoát lũ trên sông Tam kỳ-Bàn Thạch. Ảnh hưởng của 03 tuyến đường này đã làm gia tăng mực nước tại Kỳ Phú trên sông Bàn Thạch dao động trung bình khoảng 10cm (Hình 11, Hình 13). Không chỉ ảnh hưởng đến ngập lụt cục bộ trước và sau công trình, các tuyến đường này còn ảnh hưởng theo cả thời gian và không gian trong vùng nghiên cứu. Cụ thể làm gia tăng cao độ ngập lớn nhất và thay đổi dọc theo cả hệ thống chính (Hình 14), tổng thời gian ngập ứng với độ sâu lớn nhất cũng kéo dài hơn khoảng 0.2 giờ và tập trung ở thượng lưu các tuyến đường (Hình 12).



Hình 11. Độ sâu ngập lớn nhất tương ứng với (a) hiện trạng và (b) kịch bản

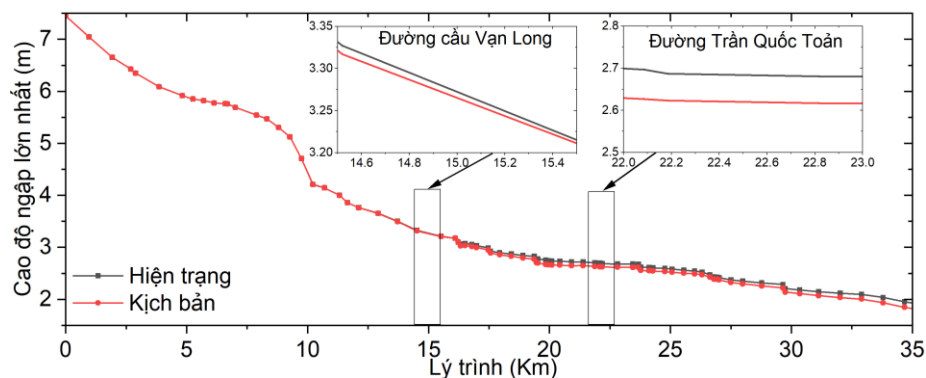


Hình 12. Tổng thời gian ngập ứng độ sâu ngập lớn nhất, (a) hiện trạng và (b) kịch bản



Hình 13. Cao độ mực nước lũ tại trạm thủy văn Kỳ Phú trạn lũ 10/2021 tương ứng với hiện trạng và kịch bản

Bảng 2 là kết quả thống kê diện tích bị ngập theo kịch bản hiện trạng và kịch bản không có 03 tuyến đường giao thông (KB). Kết quả thống kê chỉ ra rằng việc tồn tại 03 tuyến đường giao thông này đã làm thay đổi diện tích ngập lụt theo các mức độ sâu ngập khác nhau. Cụ thể, ứng với mức độ sâu ngập ngập từ 0.5 - 1.5m, thì diện tích ngập ứng với kịch bản lớn hơn hiện trạng. Tuy nhiên, sự thay đổi lớn bắt đầu từ độ sâu ngập lớn hơn 1.5m, diện tích ngập ứng với hiện trạng cao hơn so với kịch bản. Diện tích ngập gia tăng trong các khoảng 1.5 - 2m; 2 - 2.5m; 2.5 - 3m, và lớn hơn 3.5m lần lượt là 0.3 km²; 0.14 km²; 0.4 km²; và 0.12 km² (Bảng 2). Điều này là khá phù hợp với diễn biến ngập thực tế đã diễn ra.



Hình 14. Cao độ mực nước lũ lớn nhất dọc theo sông Bàn Thạch tương ứng với hiện trạng và kịch bản

Bảng 2

So sánh diện tích ngập trên lục vực

Độ sâu ngập (m)	Diện tích ngập (km ²)	
	KB	Hiện trạng
0.5 - 1	58.96	57.93
1.0 - 1.5	29.11	29.06
1.5 - 2.0	11.78	12.08
2.0 - 2.5	6.31	6.45
2.5 - 3.0	3.49	3.90
3.0 - 3.5	1.48	1.48
> 3.5	3.08	3.20

4. Kết luận

Hạ tầng kỹ thuật giao thông là cần thiết để phát triển kinh tế. Tuy nhiên giải pháp thiết kế các tuyến đường dẫn khi cắt ngang qua vùng trũng thấp giao cắt với sông cần có nghiên cứu và đánh giá cụ thể để không làm ảnh hưởng đến khả năng thoát lũ của sông và giảm thiểu ngập lụt trên diện rộng.

Công việc này đã đánh giá được ảnh hưởng của 03 tuyến đường giao thông quan trọng trên lưu vực sông Tam Kỳ, sông Bàn Thạch và sông Trường Giang bằng cách mô phỏng lại diễn biến trận lũ 10/2021 dựa trên bộ phần mềm MIKE. Kết quả cho thấy việc xây dựng 03 tuyến đường đã làm gia tăng mực nước trên sông Bàn Thạch tại Kỳ Phú trung bình khoảng 10cm. Điều này không những ảnh hưởng rất lớn đến ngập lụt cho thành phố Tam Kỳ mà còn làm gia tăng diện tích và thời gian ngập lụt trên toàn bộ lưu vực.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này được tài trợ bởi quỹ khoa học và công nghệ tỉnh Quảng Nam, số 32/HĐ-SKHCN, tên đề tài: Đánh giá diễn biến ngập lụt và đề xuất giải pháp ứng phó ngập lụt thành phố Tam Kỳ trong bối cảnh đô thị hóa và biến đổi khí hậu.

Tài liệu tham khảo

- Do, H. T. V., Nagasawa, R., & Tsutsui, K. (2013). Analysis of urban expansion and flood risk change in Danang City in Central Vietnam. *Journal of the Japanese Agricultural Systems Society*, 29(3), 123-134.
- Truong, D. M. (2020). *Đô thị hóa ở Việt Nam và những đặc trưng cơ bản của quản lý đô thị trong thời kỳ đổi mới [Urbanization in Vietnam and basic features of urban management in the innovation period]*. Truy cập ngày 10/05/2022 tại https://repository.vnu.edu.vn/bitstream/VNU_123/20129/1/KY_05660.pdf
- Nguyen, B. Q., & Nguyen, C. C. (2020). Xử lý biên triều tại vùng cửa sông không có số liệu đo trong mô hình thủy lực, áp dụng cho Cửa Lở thuộc lưu vực sông Tam Kỳ [Tidal boundary treatment in the estuary without measurement data in the hydraulic model, applied to Cua Lo in the Tam Ky river basin]. *Hội Nghị Khoa Học Cơ Học Thủy Khí Toàn Quốc*, 23, 21-29.
- Nguyen, C. X. Q. (2015). *Xây dựng chiến lược quản lý rủi ro ngập lụt đô thị tổng hợp lưu vực Tân Hóa-Lò Gốm [Developing an integrated urban flood risk management strategy in the Tan Hoa-Lo Gom basin]*. Truy cập ngày 10/05/2022 tại <https://ir.vnulib.edu.vn/handle/VNUHCM/5662?mode=simple>
- To, N. T., & Nguyen, P. T. (2020). Đánh giá ảnh hưởng của đô thị hóa đến tình hình ngập lụt lưu vực sông Cu Đê-thành phố Đà Nẵng [Assessing the impact of urbanization on the flood situation of Cu De river basin - Danang City]. *Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, 71, 101-108.

