

Bài báo khoa học

Đánh giá ảnh hưởng của hồ chứa Nước Trong đến hạ lưu sông Trà Khúc trong trường hợp khẩn cấp

Nguyễn Bách Tùng^{1*}, Đặng Đình Đức¹, Trần Ngọc Anh¹, Nguyễn Hồng Thủy¹, Đặng Thị Hồng Nhung¹, Phạm Thị Hồng Nhung², Vũ Minh Cường^{2*}

¹ Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội, 334 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân, Hà Nội, Việt Nam; bachtung_cefd@hus.edu.vn; dangduc@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; dangthihongnhung_t61@hus.edu.vn; nguyenhongthuy@hus.edu.vn

² Tổng Công ty Tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam, 95/2 Chùa Bộc, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam; cuongvuminh.hec@gmail.com; nhungmun@gmail.com

*Tác giả liên hệ: bachtung_cefd@hus.edu.vn; cuongvuminh.hec@gmail.com; Tel.: +84–979557265; +84–367665555

Ban Biên tập nhận bài: 17/8/2022; Ngày phản biện xong: 16/9/2022; Ngày đăng bài: 25/9/2022

Tóm tắt: Bài báo đã xây dựng các kịch bản trong các trường hợp khẩn cấp đối với hồ Nước Trong và đánh giá ảnh hưởng của ngập lụt được mô phỏng theo các trường hợp đến hạ lưu của sông Trà Khúc (diện tích bị ngập, số hộ dân ảnh hưởng, số người dân ảnh hưởng). Để mô phỏng ngập lụt bài báo đã sử dụng mô hình MIKE FLOOD để mô phỏng ngập lụt hạ lưu hồ chứa thủy điện trên lưu vực sông Trà Khúc sau khi bộ mô hình đã được hiệu chỉnh và kiểm định với 3 trận lũ lớn tháng 11 năm 2013, tháng 11 năm 2017, tháng 11 năm 2020 và kết quả điều tra khảo sát vết lũ và mặt cắt được thu thập trong thời gian mùa lũ năm 2020. Với thông số đã hiệu chỉnh kiểm định tốt, bộ mô hình đã sử dụng các thông số để mô phỏng và đánh giá ngập lụt trên lưu vực dưới tác động của các hồ chứa Nước Trong theo kịch bản xả lũ thiết kế và khi gặp sự cố vỡ đập. Kết quả cho thấy diện tích ngập lụt lớn nhất trên lưu vực sông Trà Khúc ứng với tần suất xả lũ thiết kế và vỡ đập tràn đỉnh (KB6) khoảng 25.885 ha tập trung ở một số xã như Tịnh Hà, Tịnh Phong, Nghĩa Hà, Nghĩa Lâm. Đối với kịch bản xả lũ vượt thiết kế 0,02% (KB5) thì diện tích ngập lụt lớn nhất trên lưu vực sông Trà Khúc khoảng 25.606 ha, với kịch bản xả lũ thiết kế 0.5% (KB1) khoảng 21.556 ha và xả lũ theo tần suất lũ 10% (KB4) khoảng 11.619 ha. Trong các kịch bản tính toán, số hộ ảnh hưởng nhiều nhất khoảng 75.183 hộ và số người ảnh hưởng khoảng 28.6568 người.

Từ khóa: MIKE FLOOD; Mô phỏng ngập lụt; Hồ Nước Trong; Sông Trà Khúc.

1. Mở đầu

Trong những năm gần đây, các hồ chứa thủy điện được xây dựng rất nhiều tại các vùng núi phía bắc và khu vực Miền Trung. Tính đến năm 2021, tổng số hồ chứa tại Việt Nam khoảng 6873 hồ chứa [1] trong đó có khoảng 58 hồ có dung tích trên 100 triệu m³ (36 hồ thủy điện), 130 hồ có dung tích từ 10 triệu m³ đến 100 triệu m³ (20 hồ thủy điện). Một vài năm qua, các hồ chứa đã phát huy vai trò tối đa như phát điện phục vụ phát triển kinh tế xã hội, cung cấp nước tưới thủy lợi, cắt lũ trong các đợt lũ lớn giảm thiểu thiệt hại cho hạ du. Tuy nhiên, ngoài những lợi ích và vai trò quan trọng của hồ chứa đem lại cũng có nhiều bất cập cần khắc phục như trong một số thời điểm mưa lũ hồ chứa có vai trò cắt lũ nhưng đã gián

tiếp làm gia tăng lũ gây ngập lụt hạ du và có tiềm năng nguy cơ xảy ra các sự cố công trình gây thiệt hại rất lớn tới khu vực hạ du.

Theo nghị định số 114/2018/NĐ-CP ban hành ngày 04/09/2018 về việc Quản lý an toàn đập và hồ chứa [2] có nêu việc xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa cho các lưu vực sông, xây dựng hệ thống trạm khí tượng thủy văn quan trắc chuyên dùng, lên phương án ứng phó với các tình huống khẩn cấp. Nhận thấy sự khẩn thiết, các đơn vị có liên quan và UBND tỉnh Quảng Ngãi, các đơn vị tham mưu đã soạn thảo và trình thủ tướng chính phủ ký Quyết định số 911/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ngày 25/07/2018: Về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc [3] nhằm vận hành các hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc theo quy tắc và thống nhất để giảm thiểu thiệt hại thấp nhất xảy ra trên lưu vực sông Trà Khúc. Thực hiện nghị định số 114/2018/NĐ-CP về quản lý an toàn đập, hồ chứa và Quyết định số 911/QĐ-TTg về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc trong việc vận hành các hồ chứa Nước Trong, Đăk Đrinh, Sơn Trà 1, Đăk Re trong thời gian vừa qua. Để đánh giá được ảnh hưởng của hồ chứa đến hạ lưu lưu vực sông Trà Khúc đặc biệt hồ chứa nước lớn như hồ Nước Trong và hồ Đăk Đrinh thì trong nghiên cứu này sẽ lựa chọn nghiên cứu đánh giá tác động của hồ chứa Nước Trong đến ngập lụt hạ lưu sông Trà Khúc và xem xét các yếu tố các hồ chứa khác vẫn hoạt động bình thường.

Đã có nhiều nghiên cứu trong nước đã nghiên cứu mô phỏng ngập lụt hạ lưu các hồ chứa như Nghiên cứu “Đánh giá diễn biến ngập lụt hạ du hồ Đồng Mỏ khi xảy ra vỡ đập”, [4] đã sử dụng bộ công cụ Hec-Ras để mô phỏng vỡ đập và mô hình MIKE FLOOD để mô phỏng ngập lụt theo các kịch bản. Cũng sử dụng công cụ MIKE để mô phỏng ngập lụt hạ lưu như nghiên cứu [5] “Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du sông Cả” và nhiều nghiên cứu khác [6–16]. Do vậy, Để đánh giá tác động của hồ chứa thủy điện Nước Trong đến ngập lụt khu vực hạ lưu của sông Trà Khúc, chúng tôi sử dụng mô hình MIKE FLOOD là mô hình thủy động lực học dòng chảy kết nối 1–2 chiều có khả năng mô phỏng mực nước và dòng chảy trên sông, vùng cửa sông, vịnh và ven biển, cũng như mô phỏng dòng không ổn định hai chiều ngang trên đồng bằng ngập lũ. Mô hình này kết hợp các ưu điểm của mô hình 1 chiều cho mạng lưới sông (thời gian mô phỏng ngắn) với các lợi thế của mô hình 2 chiều (mô phỏng chính xác diện ngập lụt và trường vận tốc trên bề mặt đồng bằng ngập lũ) đồng thời tương thích với các cấu trúc GIS thông dụng vì thế đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu cũng như có nhiều ứng dụng trong thực tiễn ở Việt Nam và trên thế giới [6, 8].

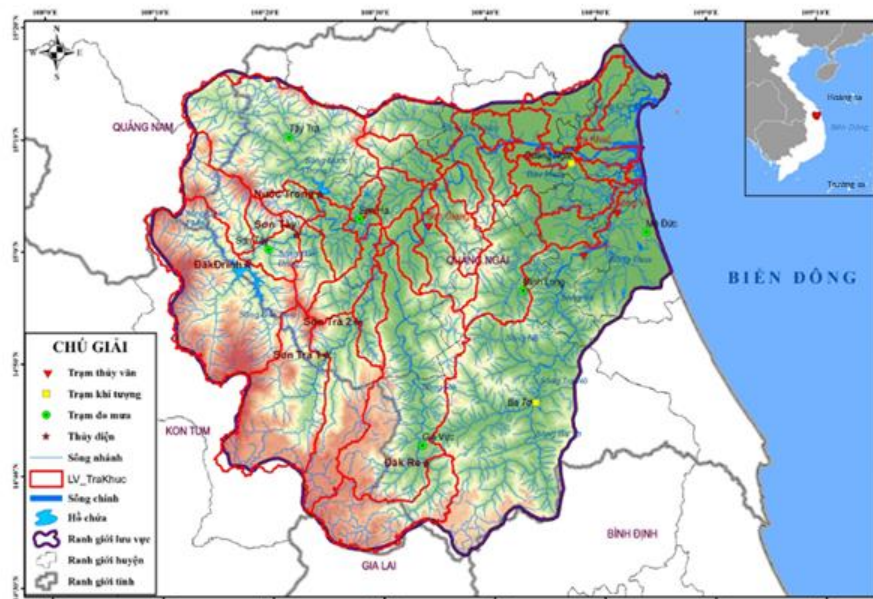
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Giới thiệu lưu vực

Sông Trà Khúc được hình thành bởi hợp lưu của 3 con sông lớn là sông Rhe, sông Đăk SeeLô và sông Đăk Đrinh. Suối Nước Trong là phụ lưu cấp 1 của sông Đăk Đrinh. Các hồ cắt lũ theo Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc bao gồm hồ thủy điện Đăk Đrinh trên sông Đăk Đrinh và hồ thủy lợi Nước Trong trên suối Nước Trong.

Trên lưu vực sông Trà Khúc hiện nay có 2 hồ chứa thủy điện lớn tác động rất lớn đến lưu vực gồm hồ Nước Trong có dung tích hữu ích 258,70 triệu m³ và hồ Đăk Đrinh có dung tích hữu ích 205,18 triệu m³. Hàng năm, vào mùa lũ (bắt đầu từ ngày 01/09 đến ngày 15/12 hàng năm) theo quyết định của Quy trình vận hành liên hồ chứa lưu vực sông Trà Khúc (911/QĐ-TTg) hồ chứa Nước Trong sẽ giữ ngưỡng mực nước lớn nhất đón lũ là 116,0 m (từ ngày 1/9 đến ngày 20/09), 120,0 m (từ ngày 21/09 đến ngày 14/11), 121,0 m (từ ngày 15/11 đến 15/12) và hồ chứa Đăk Đrinh sẽ giữ ngưỡng mực nước lớn nhất đón lũ là 405,0 m. Trong đó, với vai trò là công trình hồ chứa thủy lợi và có dung tích lớn nhất trong hệ thống thì công trình hồ chứa Nước Trong sẽ đảm nhận vai trò quan trọng hơn trong quá trình vận hành cắt giảm lũ cho hạ du. Theo Quyết định số 911/QĐ-TTg ngày 25 tháng 7 năm 2018 của Thủ tướng

Chính phủ về việc ban hành quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc có nêu rõ mực nước vận hành cắt lũ tại 2 hồ Nước Trong và Đăk Đrinh tại Điều 7 tương đương dung tích cắt lũ tại hồ Đăk Đrinh là 81,7 triệu m³, hồ Nước Trong là 103,6 triệu m³, tổng dung tích cắt lũ cả 2 hồ là 185,3 triệu m³.



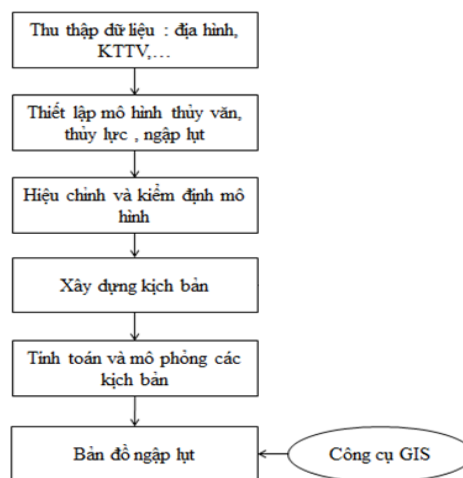
Hình 1. Bản đồ lưu vực sông Trà Khúc.

Mùa mưa, trên sông Trà Khúc thường xảy ra lũ lớn gây ngập úng vùng hạ du ảnh hưởng lớn đến sản xuất. Đặc biệt trong những năm gần đây tình hình lũ càng trở nên phức tạp, lưu lượng đỉnh lũ lớn thời gian lũ kéo dài. Năm 2013, 2017, 2020 là 3 trận lũ lớn nhất xảy ra gần đây. Mực nước ở hạ lưu Trà Khúc đều vượt báo động III cụ thể: +8,76 m (năm 2013); +7,78 m (năm 2017); +7,90 m (năm 2020). Ngập lụt ở các vùng dân cư diễn ra liên tục, kéo dài, ảnh hưởng to lớn đến các hoạt động dân sinh kinh tế và môi trường sinh thái.

2.2. Phương pháp và dữ liệu sử dụng

2.2.1. Các tiếp cận và các bước thực hiện

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình MIKE FLOOD được phát triển bởi Viện Thủy lực Đan Mạch (DHI) thực chất là phần mềm liên kết giữa mô hình MIKE 11 và MIKE 21 đã được xây dựng trước đó để mô phỏng ngập lụt cho khu vực [4–6]. Mô hình sau khi được xây dựng sẽ mô phỏng các kịch bản xả lũ theo các tần suất thiết kế ($P = 0,5\%$), lũ thường xuyên ($P = 5\%, 10\%$), lũ kiểm tra ($P = 0,1\%$) và lũ vượt kiểm tra ($P = 0,02\%$) và kịch bản vỡ đập tính toán bằng module Dambreak trong mô hình thủy lực Mike 11. Các bước mô phỏng ngập lụt cho hạ lưu các lưu vực sông được khái quát hóa như Hình 2.



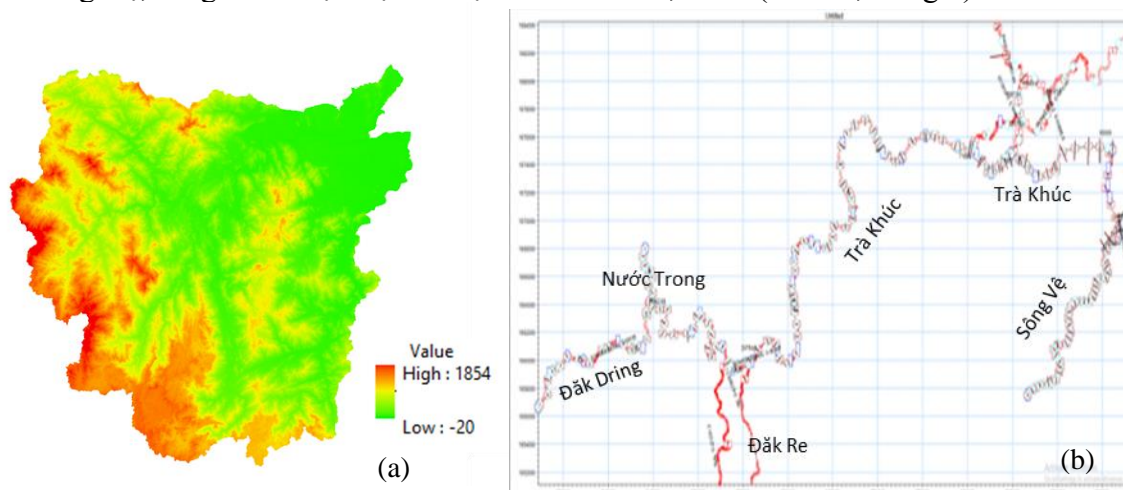
Hình 2. Sơ đồ mô phỏng ngập lụt.

2.2.2. Dữ liệu sử dụng

Dữ liệu địa hình: Dữ liệu địa bản đồ địa hình được thu thập tại Cục đo đạc và Bản đồ Việt Nam, Bộ Tài nguyên và Môi trường với các tỷ lệ 1:10.000, 1:5.000, 1:2.000 được sử

dùng để tạo mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải $30\text{m} \times 30\text{m}$ (Hình 3) bằng công cụ GIS, hệ tọa độ của VN2000, kinh tuyến trung tâm 108° và cao độ quốc gia Việt Nam.

Tài liệu mặt cắt sông: Tài liệu mặt cắt ngang sông từ số liệu mặt cắt đo đạc khảo sát bổ sung năm 2019 kết hợp với dữ liệu mặt cắt đã thu thập từ Tổng Công ty Tư vấn xây dựng thủy lợi Việt Nam gồm 159 mặt cắt cho sông chính và các chi lưu và một số dữ liệu mặt cắt trên sông Vệ, sông Phú Thọ được đo đạc từ năm 2009, 2010 (Hình 4, Bảng 1).

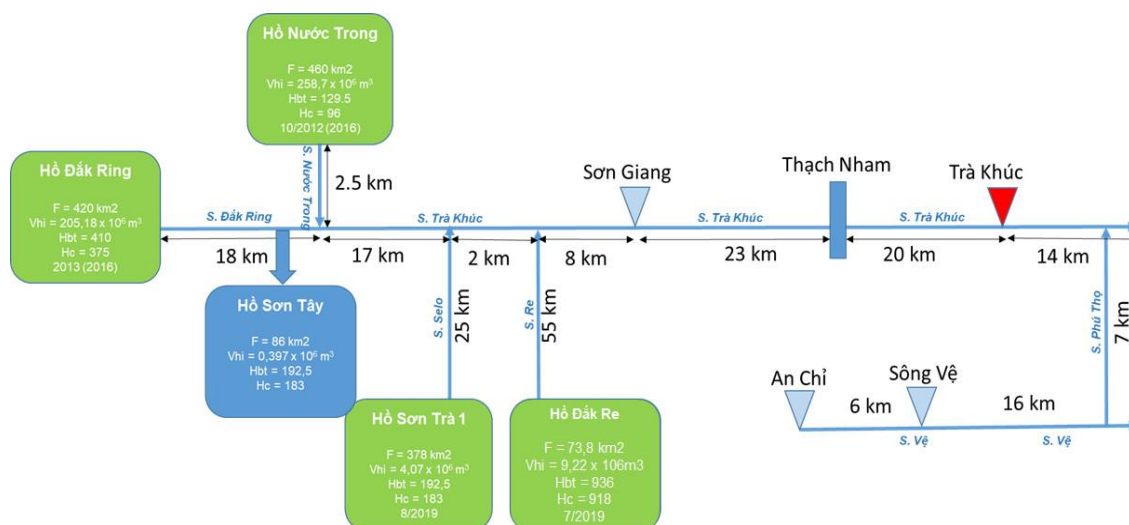


Hình 3. (a) Mô hình số cao độ (DEM) khu vực nghiên cứu; (b) Sơ đồ hình minh họa mặt cắt ngang sông.

Bảng 1. Thông tin về các mặt cắt sử dụng trong mô hình MIKE 11.

TT	Tên sông	Chiều dài (km)	Số mặt cắt	Điểm đầu	Điểm cuối
1	Trà Khúc	90,5	90	Hồ Nước Trong	Cửa Cỏ Lũy
2	Đắc Drinh	19,5	20	Hồ Đắc Drinh	Sông Trà Khúc
3	Đắc Selo	26,7	3	Hồ Sơn Trà	Sông Trà Khúc
4	Đắc Re	68,0	7	Hồ Đắc Re	Sông Trà Khúc
5	Sông Vệ	21,0	38	Trạm An Chỉ	Cửa Lờ
6	Phúc Thọ	5,3	5	Sông Vệ	Sông Trà Khúc

Tài liệu về công trình: Trên hệ thống sông Trà Khúc có 5 hồ lớn gồm hồ Đắc Drinh, hồ Nước Trong (sông Trà Khúc), Hồ Sơn Trà (sông Đắc Selo), hồ Đắc Re (sông Đắc Re). Phía dưới hạ nguồn là Đập Thạch Nham (Hình 4), đóng vai trò đập dâng là trữ nước và dâng đầu nước làm ảnh hưởng đến chế độ thủy động lực trên sông.



Hình 4. Sơ đồ tính toán mô hình và các công trình trên sông.

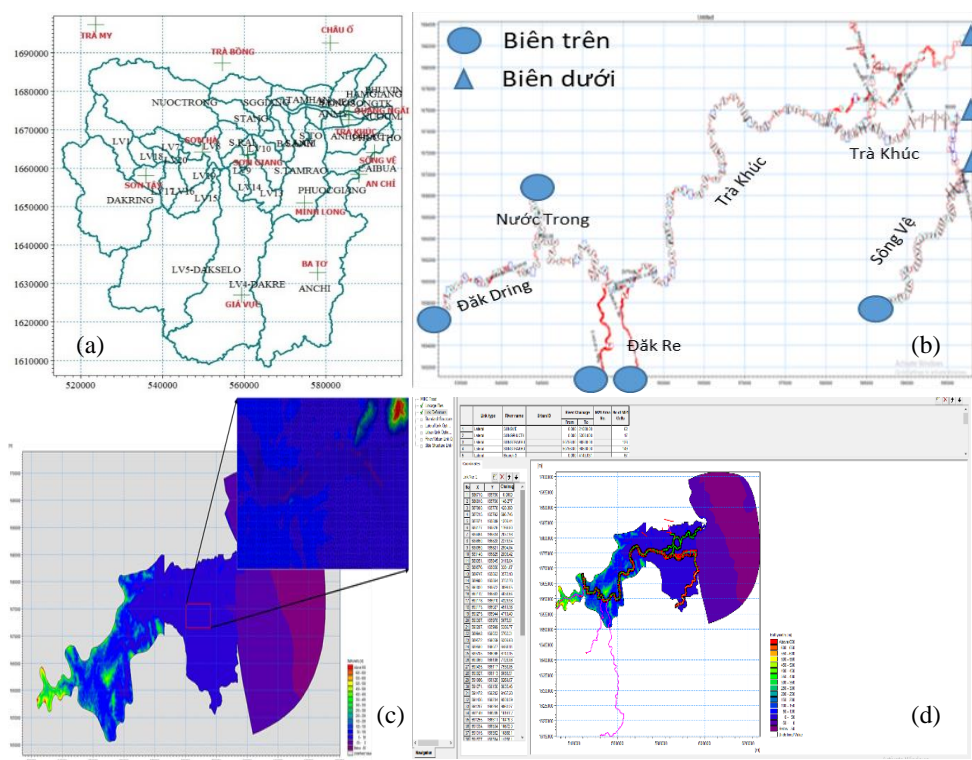
Số liệu khí tượng thủy văn: Nghiên cứu sử dụng lượng mưa giờ một số trận lũ năm 2013, 2017, 2020 tại các trạm Ba Tơ, Giá Vực, Sơn Tây, Sơn Hà, Sơn Giang, Minh Long, Trà My, Trà Bồng, An Chi, Sông Vệ, Trà Khúc, Châu Ổ và Quảng Ngãi. Mục nước tại trạm thủy văn Trà Khúc, Sơn Giang, An Chi, số liệu lưu lượng tại trạm Sơn Giang, An Chi và số liệu vận hành chi tiết các hồ.

Dữ liệu dân cư: Dữ liệu hộ dân được thu thập từ dữ liệu bản đồ sử dụng đất của tỉnh Quảng Ngãi năm 2015 để xác định số hộ dân trên địa bàn vùng ảnh hưởng do lũ lụt và số người dân được sử dụng tính toán dựa trên dữ liệu thống kê năm 2019 của tỉnh Quảng Ngãi.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Thiết lập mô hình

Trong bài báo, bộ mô hình MIKE 11 được thiết lập với biên trên là lưu lượng xả qua hồ tại hạ lưu hồ chứa Đăk Đring, Nước Trong, Sơn Trà 1, Đăk Re (thuộc phần sông chính Trà Khúc) trạm thủy văn An Chi (sông vệ) và các nhập lưu khu giữa được tính toán bằng mô hình NAM, biên dưới tại cửa Đại (Quảng Ngãi) (Hình 5a, 5b). Mô hình MIKE 21 với diện tích phần tử lớn nhất là 2.580.150 m² (khu vực ngoài biển), diện tích phần tử nhỏ nhất 225 m² (khu vực tuyến công trình), diện tích phần tử trung bình khoảng 6700 m². Lưới tính toán sử dụng lưới hỗn hợp phi cấu trúc kết hợp lưới cong trục giao, tổng số phần tử là 100.079 (hình dưới đây) cho khu vực hạ lưu sông Trà Khúc (Hình 5c) và kết nối với mạng sông trong MIKE 11 bằng công cụ MIKE FLOOD (Hình 5d).

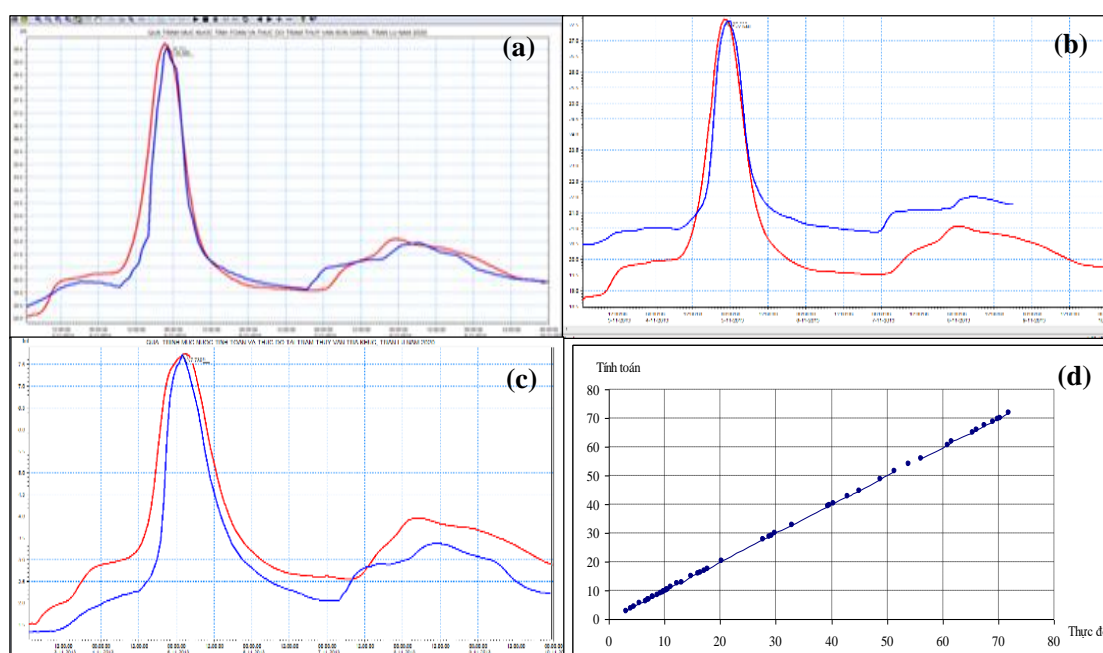


Hình 5. (a) Sơ đồ mô hình MIKE NAM; (b) Sơ đồ mô hình 1 chiều (tròn: Biên trên); (c) Lưới tính toán 2D trong mô hình MIKE 21; (d) Kết nối mô hình 1D–2D trong MIKE FLOOD.

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

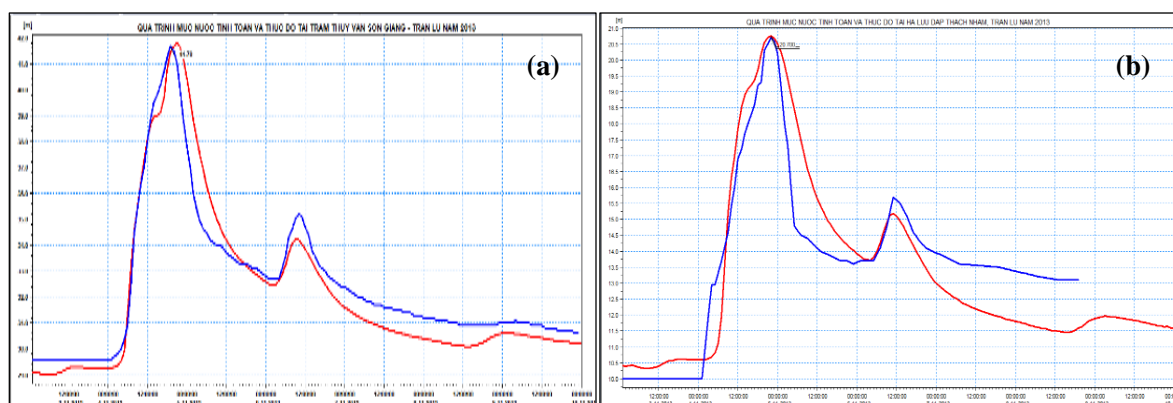
Sau khi nghiên cứu hệ thống sông, hồ chứa, các tài liệu khí tượng thủy văn trên toàn lưu vực sông Trà Khúc lựa chọn trận lũ đại diện như trận lũ cuối tháng 10/2020 để hiệu chỉnh mô hình và kiểm định lại với 2 trận lũ tháng 11/2013 và trận lũ 11/2017 và các vết lũ được điều tra tại thực địa trong đợt khảo sát các năm xảy ra lũ tương ứng.

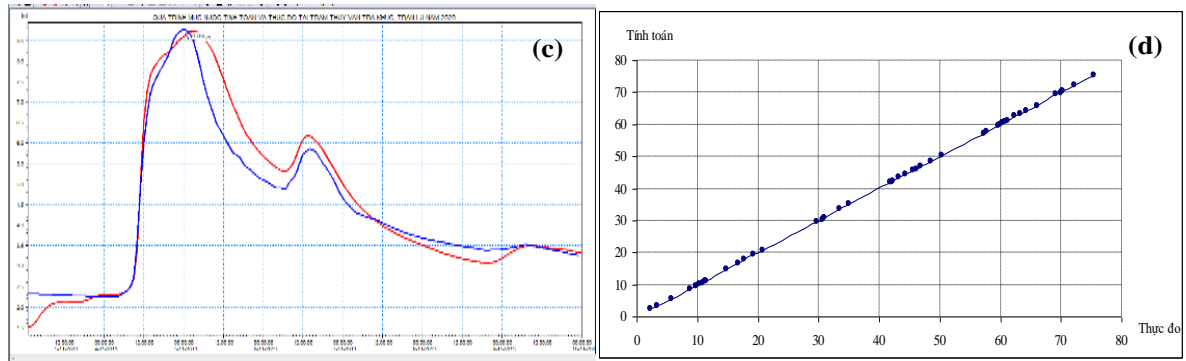
Với bộ thông số đã được thiết lập để hiệu chỉnh mô hình cho thấy, mực nước đỉnh lũ tại trạm Sơn Giang tính toán là 39,7 m, mực nước đỉnh lũ thực đo là 39,56 m, sai số tuyệt đối là 14 cm. Hệ số NASH đạt 85,2% thuộc loại tốt. Mực nước đỉnh lũ tại trạm Trà Khúc tính toán là 7,92 m, mực nước đỉnh lũ thực đo là 7,73 m, sai số tuyệt đối là 19 cm, đây là mức sai số rất nhỏ. Hệ số NASH đạt 80,2% thuộc loại tốt. Mặc dù giai đoạn chân lũ còn thiên cao và đỉnh lũ tính toán trễ pha hơn so với thực đo, tuy nhiên với bộ mô hình mô phỏng lũ thì điều này chấp nhận được. Như vậy, bộ số nhám Manning được thiết lập với vùng núi thượng nguồn hệ số nhám dao động từ 0,065–0,075 và hạ lưu thì nhám giao động từ 0,03–0,035 thu được sau quá trình hiệu chỉnh cho thấy sự phù hợp trong việc mô phỏng. Bộ số nhám này sẽ được sử dụng để kiểm định mô hình, quá trình kiểm định diễn ra độc lập với quá trình hiệu chỉnh.



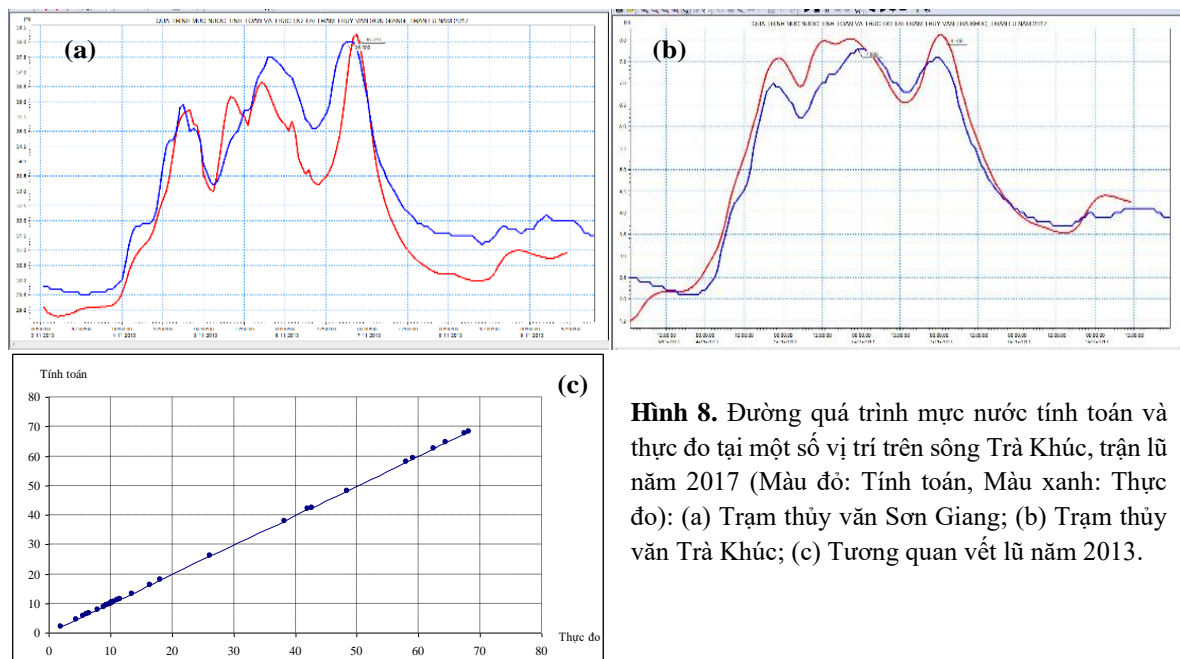
Hình 6. Đường quá trình mực nước, vết lũ tính toán và thực đo tại các trạm và các điểm dọc trên sông Trà Khúc, trận lũ năm 2020 (Màu đỏ: Tính toán, Màu xanh: Thực đo): (a) Trạm thủy văn Sơn Giang; (b) Đập Thạch Nham; (c) Trạm thủy văn Trà Khúc; (d) Tương quan vết lũ năm 2020.

Dùng kết quả tính toán từ mô hình mưa dòng chảy MikeNam làm biên đầu vào cho mô hình thủy lực và ngập lụt Mike Flood. Thực địa điều tra các vết lũ đã xảy ra trong trận lũ tháng 11/2013 và tháng 11/2017 dọc các sông, trong các khu vực dân cư và vùng ngập để kiểm định bộ thông số cho mô hình ngập lụt. Sử dụng bộ thông số nhám thu được từ quá trình hiệu chỉnh mô hình ngập lụt ở trên độc lập mô phỏng kiểm định lại cho 2 trận lũ tháng 11/2013 và tháng 11/2017.

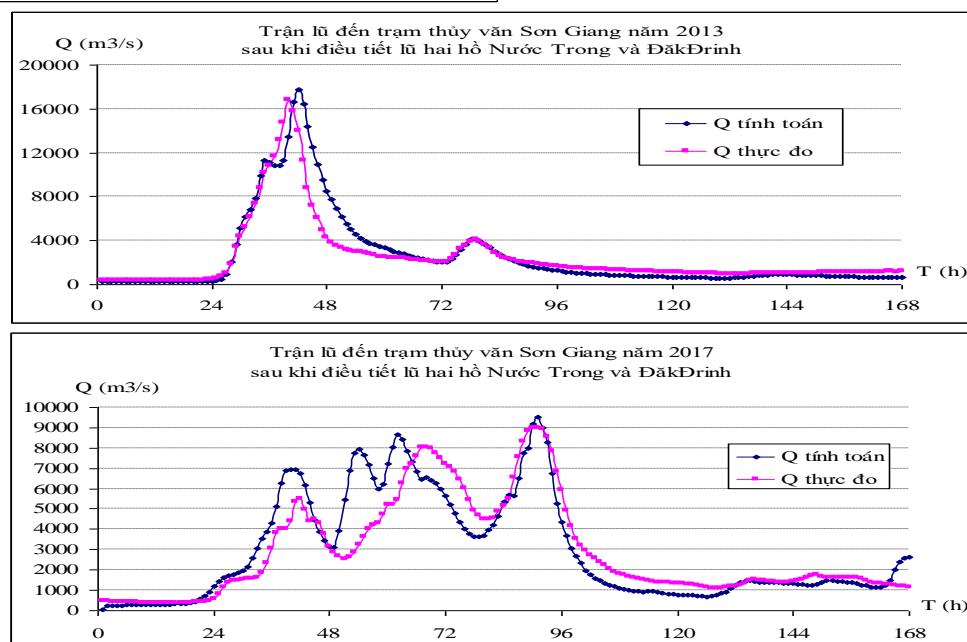




Hình 7. Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại một số vị trí trên sông Trà Khúc, trận lũ năm 2013 (Màu đỏ: Tính toán, Màu xanh: Thực đo): (a) Trạm thủy văn Sơn Giang; (b) Đập Thạch Nham; (c) Trạm thủy văn Trà Khúc; (d) Tương quan vết lũ năm 2013.



Hình 8. Đường quá trình mực nước tính toán và thực đo tại một số vị trí trên sông Trà Khúc, trận lũ năm 2017 (Màu đỏ: Tính toán, Màu xanh: Thực đo): (a) Trạm thủy văn Sơn Giang; (b) Trạm thủy văn Trà Khúc; (c) Tương quan vết lũ năm 2013.



Hình 9. Đường quá trình lưu lượng tính toán và thực đo tại trạm Sơn Giang trận lũ năm 2013 và năm 2017.

Với trận lũ tháng 11/2013, mực nước đỉnh lũ tại trạm Sơn Giang tính toán là 41,82, mực nước đỉnh lũ thực đo là 41,94 m (lệch +12 cm), hệ số NASH đạt 80,6% (thuộc loại tốt), lưu lượng tại trạm Sơn Giang tính toán là 16800, lưu lượng thực đo là 16900 (lệch 100 m³/s). Mực nước đỉnh lũ tại trạm Trà Khúc tính toán là 8,72 m, mực nước đỉnh lũ thực đo là 8,76m (lệch +4 cm), hệ số NASH đạt 82,6% (thuộc loại tốt) cho thấy quá trình tính toán bám sát với quá trình thực đo). Trận lũ tháng 11/2017 là trận lũ khá phức tạp về quá trình (có 3 đỉnh), tuy nhiên mô hình cũng đã mô phỏng lại được hiện tượng này. Mực nước đỉnh lũ tại trạm Sơn Giang tính toán là 38,27 m, mực nước đỉnh lũ thực đo là 37,99 m, sai số tuyệt đối là 28 cm. Hệ số NASH đạt 78,2% thuộc loại tốt. Lưu lượng tại trạm Sơn Giang tính toán là 9000, lưu lượng thực đo là 9105 (lệch 105 m³/s). Mực nước đỉnh lũ tại trạm Trà Khúc tính toán là 7,88 m, mực nước đỉnh lũ thực đo là 7,82 m, sai số tuyệt đối là 0,06 cm, đây là mức sai số rất nhỏ. Hệ số NASH đạt 82,2% thuộc loại tốt. Mặc dù giai đoạn chân lũ còn thiên cao, tuy nhiên với bộ mô hình mô phỏng lũ thì điều này chấp nhận được.

Sau quá trình dò tìm từ kết quả tính toán mô phỏng hiệu chỉnh trận lũ cuối tháng 10/2020 và kiểm định lại với trận lũ tháng 11/2013 và 11/2017 cho mô hình ngập lụt hạ du các hồ chứa và hệ thống sông Trà Khúc như trên cho kết quả chênh lệch không nhiều, các vết lũ điều tra được tin cậy, mực nước tính toán phù hợp, đủ tin cậy để áp dụng vào việc nghiên cứu tính toán mô phỏng các kịch bản xả lũ và vỡ đập hồ Nước Trong cũng như xây dựng bản đồ ngập lụt hạ du.

3.3. Kết quả Đánh giá ngập lụt hạ lưu sông Trà Khúc dưới tác động của hồ Nước Trong

3.3.1. Xây dựng kịch bản

Với mục đích xác định được mức độ thiệt hại và xây dựng được phương án ứng phó khẩn cấp đập/hồ chứa xả lũ/sự cố đập có thể ảnh hưởng trực tiếp đến vùng hạ lưu và đặc biệt khi xảy ra sự cố thì chế độ lũ (lũ lớn thiết kế về hồ) của sông vùng ảnh hưởng tiềm ẩn các nguy cơ về ngập lụt cho hồ Nước Trong. Vì vậy, để phục vụ công tác quản lý giảm thiểu rủi ro ngập lụt cho vùng ảnh hưởng bao gồm toàn bộ diện tích hạ lưu đập Nước Trong về hạ du đến hết phạm vi sông Trà Khúc chảy qua địa phận các huyện và Thành phố Quảng Ngãi. Nghiên cứu sẽ xây dựng các kịch bản bao gồm kịch bản xả lũ chủ động, xả lũ vượt thiết kế, tình huống vỡ đập.

Nhóm kịch bản không xảy ra sự cố vỡ đập (05 kịch bản):

- KB1: Trường hợp xả lũ lũ thiết kế $P = 0,5\%$ qua công trình xả lũ kiên cố làm việc bình thường và mưa hạ lưu có tần suất tương ứng. Dòng chảy lũ sau khi qua tràn sẽ đổ vào sông.
- KB2: Trường hợp xả lũ kiểm tra $P = 0,1\%$ qua công trình xả lũ kiên cố làm việc bình thường và mưa hạ lưu có tần suất tương ứng.
- KB3: Trường hợp xả lũ thường xuyên với tần suất $P=5\%$ qua công trình xả lũ kiên cố làm việc bình thường và mưa hạ lưu có tần suất tương ứng.
- KB4: Trường hợp xả lũ thường xuyên với tần suất $P=10\%$ qua công trình xả lũ kiên cố làm việc bình thường và mưa hạ lưu có tần suất tương ứng.
- KB5: Trường hợp xả lũ trong điều kiện thiên tai bất thường (xả lũ vượt tần suất thiết kế, tần suất 0,02 %) qua công trình xả lũ kiên cố làm việc bình thường và mưa hạ lưu có tần suất tương ứng.

Nhóm kịch bản vỡ đập khi có lũ đến hồ (03 kịch bản):

- KB6: Trường hợp khả năng xả lũ của hồ không đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế đập hiện hành, tình huống vỡ đập được tính với lũ thiết kế $P = 0,5\%$ và hạ lưu có mưa với tần suất tương ứng.
- KB7: Trường hợp khả năng xả lũ của hồ không đáp ứng tiêu chuẩn thiết kế đập hiện hành, tình huống vỡ đập được tính với lũ kiểm tra $P = 0,1\%$ và hạ lưu có mưa với tần suất tương ứng.

- KB8: Trường hợp vỡ đập do động đất vượt tần suất thiết kế, không có mưa và lũ, mực nước hồ ứng với mực nước dâng bình thường.

Bảng 2. Các kịch bản tính ngập lụt khẩn cấp.

Ký hiệu	Tình huống	Lũ đến	Mực nước hồ trước khi lũ đến	Hình thức vỡ
I. Xả lũ chủ động				
KB1	Xả lũ thiết kế	$Q_{0,5\%}$	MNDBT	Không vỡ đập
KB2	Xả lũ kiểm tra	$Q_{0,1\%}$	MNDBT	Không vỡ đập
KB3	Xả lũ 5%	$Q_{5\%}$	MNDBT	Không vỡ đập
KB4	Xả lũ 10%	$Q_{10\%}$	MNDBT	Không vỡ đập
II. Xả lũ vượt thiết kế				
KB5	Xả lũ vượt thiết kế	$Q_{0,02\%}$	MNDBT	Không vỡ đập
III. Tình huống vỡ đập (tràn đỉnh)				
KB6	Vỡ đập với lũ thiết kế 0,5%	$Q_{0,5\%}$	MNDGC	Tràn đỉnh
KB7	Vỡ đập với lũ kiểm tra 0,1%	$Q_{0,1\%}$	MNDGC	Tràn đỉnh
IV. Vỡ đập do sự cố công trình				
KB8	Vỡ đập khi có lũ động đất vượt tần suất thiết kế	$Q_{đến}$	MNDBT	

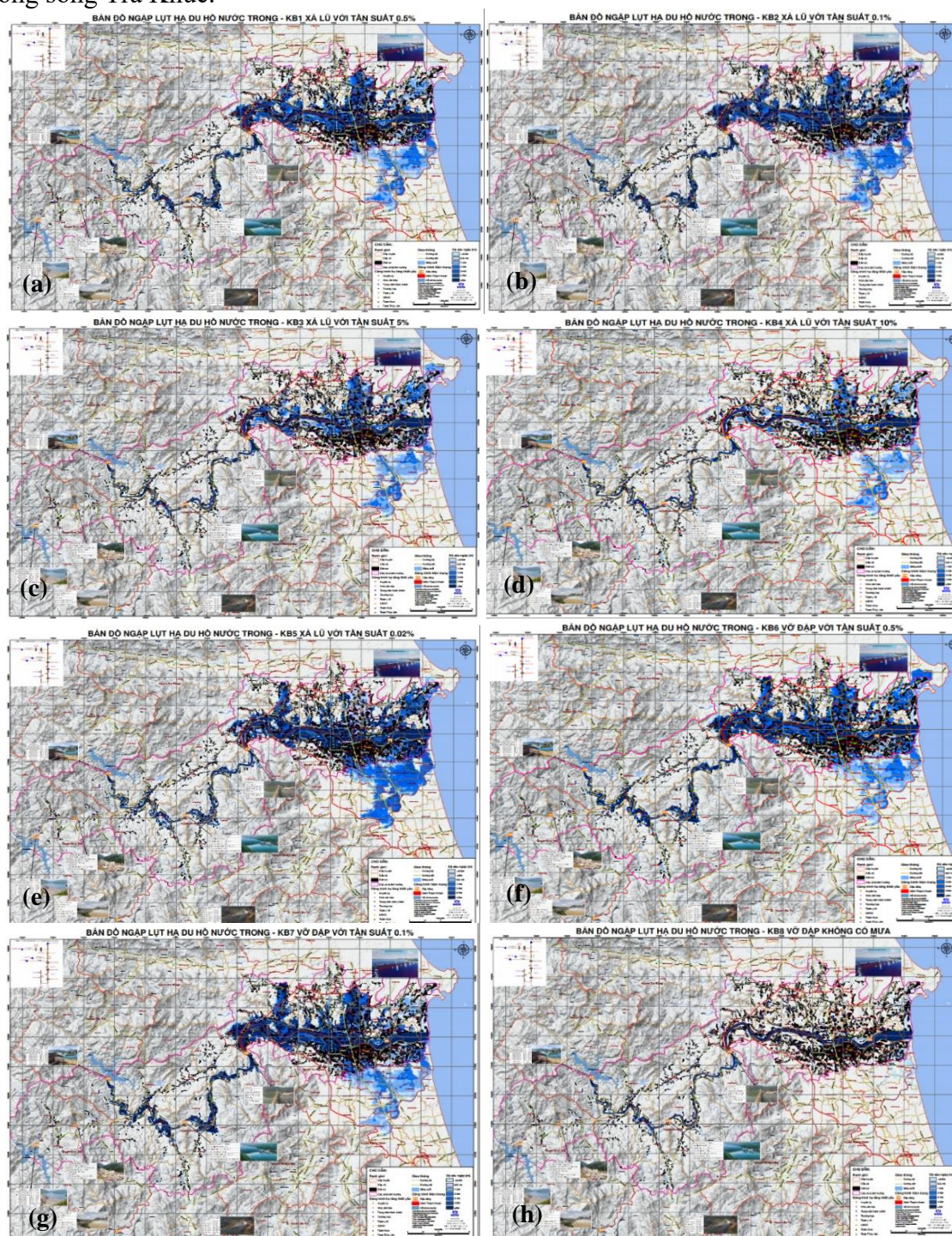
3.3.2. Kết quả ngập lụt lưu vực sông Trà Khúc theo các kịch bản

Bản đồ ngập lụt chi tiết theo các kịch bản được trình bày trên (Hình 10) và số liệu tính diện ngập tương ứng được trình bày trong (Hình 11) cho thấy diện tích ngập lụt lớn nhất trên lưu vực sông Trà Khúc ứng với tần suất xả lũ thiết kế và vỡ đập do tràn đỉnh (KB6) khoảng 25.885 ha tập trung ở một số xã như Tịnh Hà, Tịnh Phong, Nghĩa Hà, Nghĩa Lâm. Đối với kịch bản xả lũ vượt thiết kế (KB5) thì diện tích ngập lớn nhất trên lưu vực sông Trà Khúc khoảng 25.606 ha, với kịch bản xả lũ thiết kế lớn nhất (KB1) khoảng 21.556 ha và xả lũ thiết kế nhỏ nhất (KB4) khoảng 11.619 ha. Trong các kịch bản tính toán, số hộ ảnh hưởng nhiều nhất khoảng 75.183 hộ (Hình 12) và số người ảnh hưởng khoảng 28.6568 người (Hình 13). Như vậy, có thể thấy lũ trên lưu vực sông Trà Khúc ảnh hưởng rất lớn đến khu vực hạ lưu các hồ chứa khi xả lũ cũng như xảy ra sự cố vỡ đập. Trong điều kiện cực đoan và xảy ra sự cố vỡ đập thì ngập lụt ở lưu vực Trà Khúc cần có các biện pháp phi công trình nhằm giảm thiểu rủi ro và thiệt hại cho vùng hạ lưu như dự báo, cảnh báo và nâng cao nhận thức cộng đồng về lũ lụt.

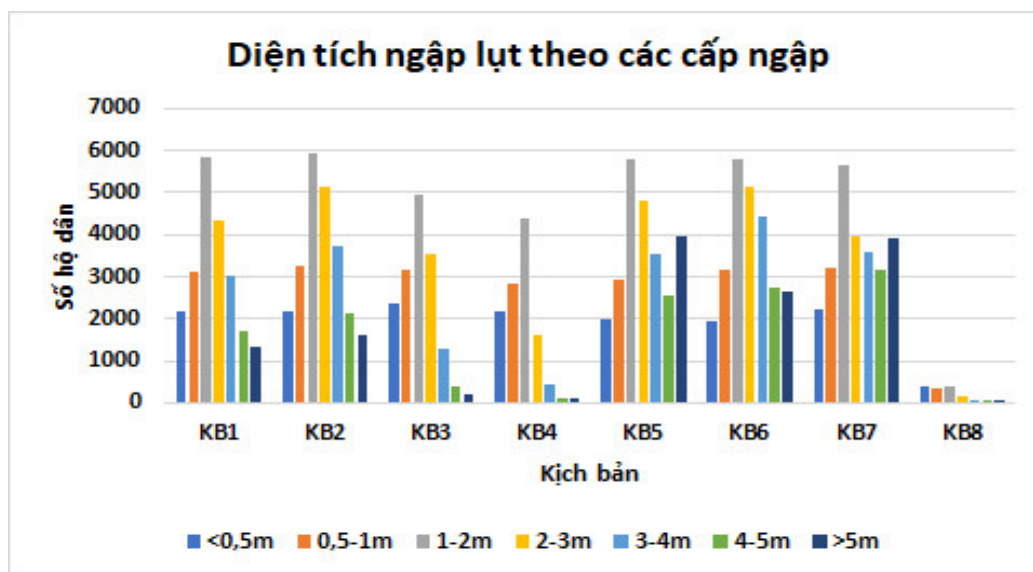
4. Kết luận

Trong quá trình khai thác vận hành cần thực hiện theo đúng QT911/QĐ-TTg cho các công trình trên hệ thống trong mùa lũ và mùa kiệt, đồng thời tăng cường công tác dự báo lũ đến các hồ chứa Nước Trong, Đăk Đrinh, đồng thời dự báo cảnh báo lũ chính vụ, lũ trong mùa kiệt đến thủy văn Trà Khúc theo cấp BĐ nhằm chủ động trong vận hành đóng mở cửa cống đảm bảo an toàn cho công trình và TP Quảng Ngãi. Tuy nhiên, để đánh giá được mức độ ảnh hưởng của hồ chứa Nước Trong đến hạ lưu thì nghiên cứu đã xây dựng mô hình mô phỏng, đánh giá tác động của hồ chứa đến ngập lụt vùng hạ lưu của lưu vực sông Trà Khúc cho thấy bộ thông số đã được hiệu chỉnh và kiểm định cho kết quả tương đối tốt và có thể sử dụng cho các nghiên cứu mô phỏng ngập lụt khu vực hạ lưu. Nghiên cứu đã đánh giá tác động của hồ chứa nước trên lưu vực sông Trà Khúc với các kịch bản xả lũ thiết kế chủ động, xả lũ thiết kế vượt kiểm tra, xả lũ thiết kế và sự cố vỡ đập của hồ chứa Nước Trong đã ảnh hưởng rất lớn đến khu vực hạ lưu, chính vì vậy nghiên cứu sẽ là cơ sở khoa học giúp các nhà quản lý có những định hướng chính sách phù hợp cho vùng hạ lưu các hồ chứa Nước Trong cũng như hạ lưu của lưu vực sông Trà Khúc.

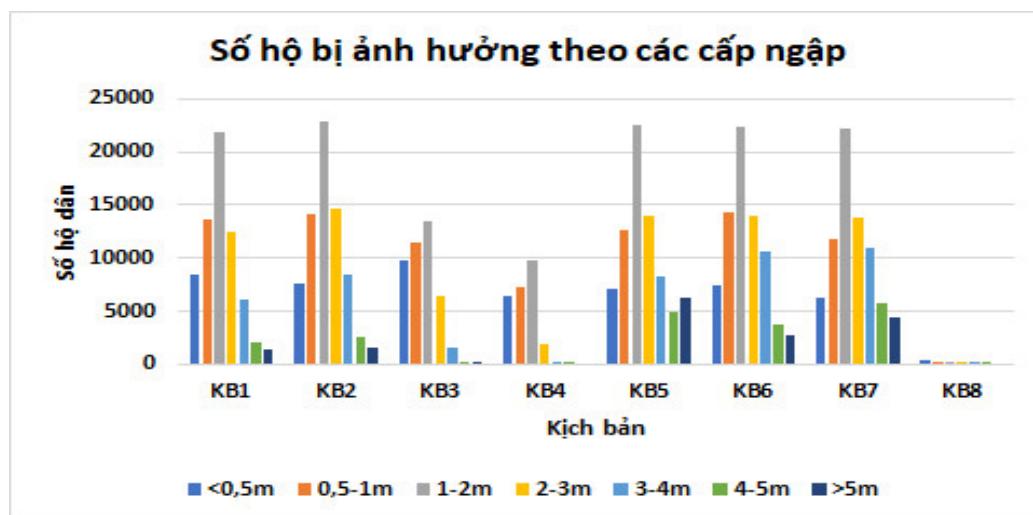
Tuy nhiên, trong nghiên cứu này mới xem xét đến các yếu tố khẩn cấp của hồ chứa Nước Trong mà chưa xem xét đến yếu tố xảy ra đồng thời giữa hồ Nước Trong và hồ Đăk Drinh. Trường hợp này là trường hợp rất cực đoan đối với hệ thống sông Trà Khúc nên đây sẽ là hướng nghiên cứu tiếp theo của nhóm nghiên cứu. Ngoài ra, trên hệ thống Trà Khúc hiện nay diễn biến khá phức tạp, hiện tượng lũ lên rất nhanh mà người dân chưa kịp ứng phó. Do vậy, để đảm bảo an toàn cho người dân đề nghị cần xem xét lắp đặt 1 số trạm quan trắc mực nước tự động và cảnh báo tự động có thể lắp đặt như Cầu Rìn ngay Thị trấn Di Lăng theo dõi vận hành lũ thực tế hàng năm phục vụ nghiên cứu tổ hợp lũ và vận hành theo thời gian thực hệ thống sông Trà Khúc.



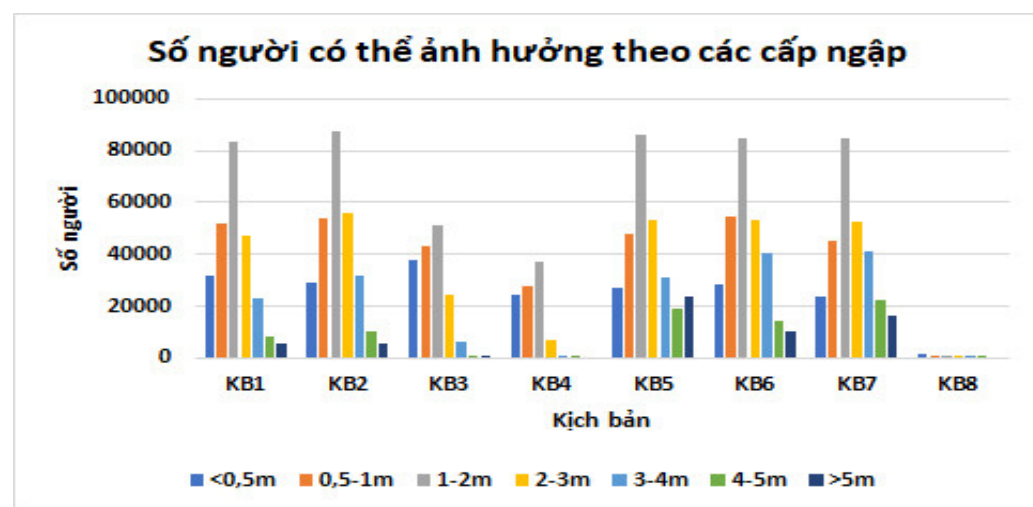
Hình 10. Bản đồ minh họa ngập lụt theo các kịch bản: (a) KB1; (b) KB2; (c) KB3; (d) KB4; (e) KB5; (f) KB6; (g) KB7; (h) KB8.



Hình 11. Biểu đồ thể hiện diện tích ngập lụt theo các cấp ngập trên lưu vực Trà Khúc.



Hình 12. Biểu đồ thể hiện số hộ dân bị ảnh hưởng theo các cấp ngập trên lưu vực Trà Khúc.



Hình 13. Biểu đồ thể hiện số người dân có thể bị ảnh hưởng theo các cấp ngập trên lưu vực Trà Khúc.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.B.T., Đ.Đ.Đ.; Thu thập tài liệu: V.M.C., P.T.H.N.; Viết bản thảo bài báo: N.B.T., Đ.T.H.N., N.H.T.; Chỉnh sửa bài báo: T.N.A.

Lời cảm ơn: Nghiên cứu này được thực hiện trong nghiệp vụ dự báo lũ trên lưu vực sông Trà Khúc của Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường – Trường Đại học Khoa học tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Directorate of Water Resource. Ministry of Agriculture and Rural Development, Water Resource database system. <http://thuyloivietnam.vn/> (in Vietnamese).
2. Thủ tướng chính phủ. Nghị định số 114/2018/NĐ-CP “Quản lý an toàn đập và hồ chứa có nêu việc xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa cho các lưu vực sông, xây dựng hệ thống trạm khí tượng thủy văn quan trắc chuyên dùng, lên phương án ứng phó với các tình huống khẩn cấp”, ban hành ngày 04/09/2018.
3. Thủ tướng chính phủ. Quyết định số 911/QĐ-TTg về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Trà Khúc, ban hành năm 2018.
4. Cường, H.V. Nghiên cứu đánh giá diễn biến ngập lụt hạ du hồ Đồng Mỏ khi xảy ra vỡ đập. *Tạp chí khoa học và công nghệ Thủy lợi* **2019**, 54, 1–9.
5. Tiến, N.X.; Sơn, N.T.; Linh, N.V. Áp dụng mô hình thủy văn, thủy lực mô phỏng ngập lụt hạ du sông Cả. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 710, 1–13
6. Investment Newspaper. Flood Information Update in Central and Central Highlands, Archived from the original on November 16, 2013, accessed September 22, 2015, <https://baodautu.vn/cap-nhat-tin-lu-lut-tai-mien-trung-tay-nguyen-d218.html>. (In Vietnamese).
7. Binh, H.T.; Anh, T.N.; Kha, D.D. Application of MIKE FLOOD model to calculate the flooding of Nhat Le river system in Quang Binh province. *VNU J. Sci. Technol.* **2010**, 26(3S), 285. (In Vietnamese).
8. Kha, D.D. Application of MIKE FLOOD model to calculate flood level in Bac Thuong Tin area. Thesis, University of Sciences, Hanoi National University, 2009. (In Vietnamese).
9. Con, P.M.; Anh, T.N.; Kha, D.D.; Duc, D.D.; Khai, N.M.; Ha, P.Q. Solutions for flooding drainage for the inner city of Hanoi on the basis of an imbalance node study. *VNU J. Sci.: Nat. Sci. Technol.* **2015**, 31(3S), 44–55. (In Vietnamese).
10. Tùng, N.B. Mô phỏng và dự báo xâm nhập mặn hạ lưu sông Mã (tỉnh Thanh Hóa) dưới tác động của Biến đổi khí hậu. Hội nghị Địa Lý toàn quốc lần thứ X, năm 2018, Tập 2.
11. Dang, N.M.; Vien, L.N.; Tung, N.B.; Duong, T.A.; Dang, T.D. Assessment of climate change and sea level rise impacts on flows and saltwater intrusion in the Vu Gia Thu Bon River Basin, Vietnam. Proceeding of the International Conference on Asian and Pacific Coasts (APAC), 2019, 1367–1374.
12. Tùng, N.B.; Đức, Đ.Đ.; Quang, T.V.; Trung, N.Đ. Đánh giá ảnh hưởng của xâm nhập mặn đến các công trình lấy nước tưới vào thời kì kiệt của sông Ninh Cơ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, 710, 43–57.
13. Công, T.N.; Anh, T.N.; Mai, Đ.T. Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo lũ lưu vực sông Hoàng Long. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2019**, 698, 22–30.
14. Tùng, N.B.; Đức, Đ.Đ.; Anh, T.N.; Tùng, T.T. Mô phỏng ngập lụt khu vực sông Kỳ Lô, tỉnh Phú Yên dưới tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng. *Tạp chí Đại học quốc gia – khoa học trái đất và môi trường* **2021**, 4, 80–89.

15. Anh, L.T.; Anh, T.N.; Đạt, T.V.; Giang, N.T.; Hưng, N.Q.; Khá, Đ.Đ. et al. Bản đồ ngập lụt và bản đồ đánh giá mức độ tổn thương do lũ các lưu vực sông: Lam, Bến Hải – Thạch Hãn và Thu Bồn. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật, Hà Nội, 2015.
16. Anh, T.N. Xây dựng bản đồ ngập lụt hạ lưu các sông Bến Hải và Thạch Hãn, tỉnh Quảng Trị. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ* **2011**, 27, 1–8.
17. Chanh, B.V.; Anh, T.N. Tích hợp bộ mô hình dự báo thủy văn lưu vực sông Trà Khúc. *Tạp Chí Khoa Học ĐHQG, Khoa Học Trái Đất và Môi Trường* **2016**, 32, 20–25.
18. Tuấn, P.H.Q.; Tùng, N.B.; Trí, Đ.Q.; Anh, T.N.; Nhật, N.V. Nghiên cứu đánh giá tác động của ngập lụt tỉnh Tiền Giang. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, 740(1), 11–23.
19. Denmark Hydraulic Institute (DHI). MIKE FLOOD User Guide, 2014.

Assessing the impact of Nuoc Trong reservoir on the downstream of Tra Khuc river in emergency cases

Nguyen Bach Tung^{1*}, Dang Dinh Duc¹, Tran Ngoc Anh¹, Nguyen Hong Thuy¹, Dang Thi Hong Nhung¹, Pham Thi Hong Nhung², Vu Minh Cuong^{2*}

¹ Center for environmental fluid dynamics, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Thanh Xuan, Hanoi, Vietnam; bachtung_cefd@hus.edu.vn; dangduc@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; dangthihongnhung_t61@hus.edu.vn; nguyenhongthuy@hus.edu.vn

² Vietnam Hydraulic Engineering Consultants Corporation-JSC, 95/2 Chua Boc, Dong Da, Hanoi, Vietnam; cuongvuminh.hec@gmail.com; nhungmun@gmail.com

Abstract: The article has developed scenarios in emergency cases for Nuoc Trong Lake and assessed the effects of simulated flooding in cases on the downstream of Tra Khuc River (inundated area, the number of affected households, the number of affected people). The article has used MIKE FLOOD model to simulate flooding downstream of a hydroelectric reservoir on Tra Khuc river basin after the model was calibrated and validated with 3 massive floods in November 2013, November 2017, November 2020 and the survey results flood traces and cross-sections were conducted during the flood season in 2020. The model has used well-calibrated parameters to simulate and evaluate inundation in the basin under the impact of Nuoc Trong reservoirs according to the designed flood discharge scenario and dam break scenario. The results show that the largest flooded area in Tra Khuc river basin corresponding to the frequency of design flood discharge and bursting of the spillway of the dam (Scenario 6) is about 25,885 ha and concentrates in some communes such as Tinh Ha, Tinh Phong, Nghia Ha, Nghia Lam. In the scenario of flood discharge exceeding the design 0.02% (Scenario 5), the largest flooded area on Tra Khuc river basin is about 25,606 ha. In the design flood discharge scenario of 0.5% (Scenario 1) is about 21,556 ha and flood discharge according to flood frequency 10% (Scenario 4) is about 11,619 ha. In the calculated scenarios, the most affected households are about 75,183 households and the number of affected people is about 28,6568 people.

Keywords: MIKE FLOOD; Flood simulation; Nuoc Trong reservoir; Tra Khuc River.