

# ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE FLOOD MÔ PHỎNG NGẬP LỤT CHO TỈNH THÁI BÌNH

NGÔ TRỌNG THUẬN<sup>1</sup>, PHÙNG THỊ THU TRANG<sup>2</sup>, NGUYỄN VĂN TRÌNH<sup>3</sup>,  
 ĐỖ THỊ BÌNH<sup>4</sup>, ĐỖ THỊ THANH BÌNH<sup>2</sup>, NGUYỄN HỒNG HIỆP<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu Biến đổi toàn cầu và phát triển bền vững

<sup>2</sup>Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và biến đổi khí hậu

<sup>3</sup>Trung tâm điều tra Quy hoạch tài nguyên nước quốc gia

<sup>4</sup>Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

<sup>5</sup>Viện Khoa học và Công nghệ Hà Nội

**Tóm tắt:**

Lũ lụt là thảm họa xảy ra phổ biến nhất trên toàn thế giới, gây thiệt hại về người, tài sản, làm gia tăng nguy cơ ô nhiễm môi trường và gián đoạn xã hội, do đó, cần có những nghiên cứu về lũ lụt để hỗ trợ cho công tác phòng chống, giảm thiểu thiệt hại. Bài báo giới thiệu một số kết quả tính toán ngập lụt cho tỉnh Thái Bình sử dụng bộ mô hình Mike Flood. Nghiên cứu sử dụng các phương pháp: Tổng hợp phân tích số liệu, điều tra thực địa, mô hình toán, bản đồ và GIS. Bộ thông số mô hình kết nối 1-2 chiều Mike Flood được hiệu chỉnh và kiểm định bằng tài liệu thực đo mực nước các trận lũ lớn năm 2002, 2003, 2017 tại trạm thủy văn trên sông Hồng - Thái Bình kết hợp với tài liệu đo đạc vết lũ của trận lũ lớn năm 2003, 2017 trên địa bàn tỉnh Thái Bình. Kết quả hiệu chỉnh kiểm định Mike 11, Mike Flood cho thấy sai số đỉnh lũ nhỏ chỉ dưới 0,17 m, hình dạng quá trình lũ thực đo khá tương đồng về pha và độ lớn chứng tỏ khả năng ứng dụng của mô hình trong xây dựng bản đồ ngập lụt và cảnh báo thiên tai lũ lụt cho tỉnh Thái Bình. Dựa trên kết quả mô phỏng tốt các trận lũ lớn sẽ tiến hành tính toán mô phỏng cho các trận lũ với tần suất mưa 1%, 3%, 5%, tần suất biên trên tại Sơn Tây 1%, tần suất biên triều 10%, để đánh giá mức độ ngập lụt của tỉnh Thái Bình theo các kịch bản mưa lũ khác nhau. Kết quả mô phỏng cho thấy ngập lụt xuất hiện ở các huyện Tiền Hải, Vũ Thư, Hưng Hà có mức ngập khá lớn do khu vực này có địa hình thấp, gần biển nên chịu tác động của triều cường khi có mưa, lũ lớn.

Từ khóa: Mô hình Mike Flood, ngập lụt, tỉnh Thái Bình.

Ngày nhận bài: 7/12/2024; Ngày sửa chữa: 2/1/2025; Ngày duyệt đăng: 9/1/2025.

## Applying Mike Flood model to simulate floods for Thai Binh province

**Abstract:**

Floods are the most common disasters worldwide, causing loss of life and property, increasing the risk of environmental pollution and social disruption, therefore, flood research is needed to support damage prevention and reduction. This article introduces some flood calculation results for Thai Binh province using Mike Flood model set. The research applies methods: Data analysis and synthesis, field survey, mathematical modelling, maps and GIS, experts. The 1-2D coupled Mike Flood model parameters were calibrated and verified using actual water level measurements of major floods in 2002, 2003, 2017 at hydrological stations on the Red - Thai Binh River combined with flood trace measurements of major floods in 2003, 2017 in Thai Binh province. The calibration and verification results of Mike 11 and Mike Flood show that the flood peak error is only less than 0.17 m, the shape of the actual measured flood process is quite similar in phase and magnitude, proving the applicability of the model in building flood maps and flood disaster warning for Thai Binh province. Based on the good simulation results of major floods, simulation calculations will be conducted for floods with rainfall frequencies of 1%, 3%, 5%, upper margin frequency in Son Tay 1%, tidal margin frequency 10%, to assess the level of flooding in Thai Binh province according to different flood scenarios. Simulation results show that flooding in Tien Hai, Vu Thu, Hung Ha districts has a fairly large level of flooding because these areas have low terrain, are close to the sea, and are affected by high tides when there is heavy rain and flooding.

Keywords: Mike Flood, Flood, Thai Binh province.

JEL Classifications: N50, O13, Q57.

## 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, thiên tai đặc biệt là lũ lụt ngày càng có xu hướng cực đoan, bất thường và khó dự đoán. Vì thế, đã có nhiều nghiên cứu về lũ lụt trên thế giới cũng như Việt Nam được thực hiện, trong đó bản đồ diện ngập, độ sâu ngập được ưu tiên xây dựng nhằm hỗ trợ cho công tác phòng chống, giảm thiểu thiệt hại do lũ lụt gây ra.

Trên thế giới, việc áp dụng mô hình thủy lực để tính toán ngập lụt đã được sử dụng rất rộng rãi. Knebl và cs (2005) đã nghiên cứu mô hình HEC-HMS/RAS mô phỏng ngập lụt quy mô lớn ở lưu vực sông San Antonio, (khoảng 10.000 km<sup>2</sup>) ở trung tâm Texas, Mỹ. Nielsen (2006) đã ứng dụng mô hình MIKE SHE để tính toán ngập lụt vùng đồng bằng và tiêu thoát nước đô thị. Tomkratoke và Sirisup (2015) đã dùng mô hình thủy động lực học FVCOM để mô phỏng ngập lụt vùng nghiên cứu. Tại Việt Nam, việc sử dụng các mô hình thủy lực để tính toán ngập lụt cũng rất rộng rãi. Nguyễn Đăng Giáp và nnk, 2016 đã nghiên cứu xây dựng bản đồ cảnh báo ngập lụt phục vụ công tác chỉ huy phòng chống lũ lụt hạ du hồ chứa nước Vực Mấu, tỉnh Nghệ An... Trần Duy Kiều và nnk, 2015 đã nghiên cứu nhận dạng lũ lớn, phân vùng nguy cơ lũ lớn và xây dựng bản đồ ngập lụt, phục vụ cảnh báo lũ lớn lưu vực sông Lam... Đặng Thanh Mai và nnk, 2013 đã nghiên cứu xây dựng hệ thống phân tích, giám sát, cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống sông Ba. Vũ Đức Long và nnk, 2014 đã nghiên cứu xây dựng công nghệ cảnh báo, dự báo lũ lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, tỉnh Bình Định.

Tỉnh Thái Bình là một trong những tỉnh ven biển thường xuyên chịu ảnh hưởng trực tiếp từ nhiều loại hình thiên tai khác nhau như bão, mưa lớn, lũ, ngập úng, gây ra nhiều tổn thất cả về người và tài sản, các cơ sở hạ tầng về kinh tế, văn hóa, xã hội, tác động xấu đến môi trường. Đặc biệt, trong những năm gần đây, do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu (BĐKH), thiên tai ngày càng khốc liệt hơn.

Trong các trận lũ lịch sử trên sông Hồng như 1945, 1969, 1971, 1996 khu vực đồng bằng Bắc bộ nói chung và Thái Bình nói riêng đều chịu ảnh hưởng và thiệt hại nặng nề. Từ năm 1990 đến nay, Thái Bình đã phải gánh chịu hậu quả của nhiều đợt lũ lụt lớn gây thiệt hại nặng nề về tài sản của tỉnh. Trận lũ tháng 9/2003 là trận lũ xảy ra chỉ do mưa trên hai lưu vực sông Thái Bình là chính, không có sự tham gia của lũ sông Hồng, nên lũ có cường suất lớn, đỉnh lũ nhọn, biên độ lũ lớn. Hai đợt mưa lớn

kéo dài một tuần lễ (từ ngày 7 đến 14/9/2003) được gọi là "lịch sử" trong 50 năm của tỉnh Thái Bình đã gây ngập úng trên toàn tỉnh. Lượng mưa trên toàn tỉnh Thái Bình từ ngày 7 - 11/9/2003 là 600 mm. Lượng mưa lên đến mức kỷ lục tại huyện Kiến Xương tính đến sáng 14/9/2003 là 1.072 mm, tại thị xã Thái Bình là 876 mm. Có khoảng 50.000 ha lúa trên tổng số 86.000 ha toàn tỉnh bị ngập. Trận lũ từ ngày 2/10/2017 đến ngày 14/10/2017 kết hợp với hồ Hòa Bình xả lũ cùng với hoàn lưu bão gây thiệt hại cho tỉnh 47.000 ha lúa đến thời kỳ thu hoạch bị ảnh hưởng; 15.164,7 ha cây vụ đông bị ngập, dập nát; Diện tích nuôi trồng thủy hải sản bị ngập, tràn: 2.514 ha; một số tuyến đê, kè bị sạt lở. Ngoài ra, còn nhiều trận lũ gây thiệt hại khá lớn trên địa bàn tỉnh Thái Bình như các trận lũ tháng 9/2005, tháng 10/2012, tháng 7/2016, tháng 7/2020, tháng 9/2024...

Các nghiên cứu được thực hiện cảnh báo và giám sát thiên tai trên địa bàn tỉnh Thái Bình gồm: Nghiên cứu xây dựng và thực hiện giám sát từ xa trạm đo mưa tự động theo các nguyên lý chao lật, phục vụ cảnh báo ngập úng trên địa bàn tỉnh Thái Bình; Nghiên cứu xây dựng mô hình dự báo nước dâng, sóng lớn do bão kết hợp với triều cường gây ngập lụt ven biển tỉnh Thái Bình. Các nghiên cứu được thực hiện trên địa bàn tỉnh hiện tập trung vào giám sát về lượng mưa, xây dựng mô hình nước dâng do bão đã được thực hiện, tuy nhiên phạm vi thực hiện gồm các huyện ven biển dưới tác động của nước dâng sóng với do bão kết hợp với triều cường, chưa xem xét đến vấn đề mưa nội đồng và chưa có nghiên cứu toàn diện cho toàn bộ địa bàn tỉnh. Chính vì vậy, nghiên cứu ứng dụng mô hình Mike Flood mô phỏng ngập lụt cho tỉnh Thái Bình có ý nghĩa thiết thực trong công tác phòng chống thiên tai.

## 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ DỮ LIỆU

### 2.1. Giới thiệu về khu vực nghiên cứu

Thái Bình là tỉnh ven biển, thuộc đồng bằng châu thổ sông Hồng, nằm trong vùng ảnh hưởng của tam giác tăng trưởng kinh tế Hà Nội - Hải Phòng - Quảng Ninh. Phía Bắc giáp với tỉnh Hưng Yên, Hải Dương và Hải Phòng; phía Tây và Tây Nam giáp với tỉnh Nam Định và Hà Nam; phía Đông giáp với vịnh Bắc bộ.

Diện tích đất tự nhiên của tỉnh là 1.546,54 km<sup>2</sup>. Toàn tỉnh gồm có 8 huyện, thành phố là: Hưng Hà, Đông Hưng, Quỳnh Phụ, Thái Thụy, Tiền Hải, Kiến Xương, Vũ Thư và thành phố Thái Bình với tổng số 284 xã, phường, thị trấn (Hình 1).





▲
 Hình 1. Bản đồ hành chính tỉnh Thái Bình
 

Nguồn: Dự án Quy hoạch tỉnh Thái Bình thời kỳ 2021 - 2030, tầm nhìn đến năm 2050

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp tổng hợp phân tích số liệu: Thu thập tài liệu từ các nghiên cứu về lũ lụt của tỉnh Thái Bình, lưu vực các sông của hệ thống sông Hồng - Thái Bình, tài liệu liên quan nhằm thừa kế kết quả nghiên cứu đã có, tổng hợp và phân tích phục vụ việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy văn, thủy lực tính ngập lũ khi mô phỏng lại các trận lũ trong quá khứ.

Phương pháp điều tra khảo sát thực địa: Thu thập các số liệu về khí tượng thủy văn, địa hình, hiện trạng và quy hoạch hệ thống các công trình thủy lợi phục vụ tiêu thoát nước; thu thập, đo đạc bổ sung mặt cắt sông nội tỉnh; tiến hành đo đạc mực nước, lưu lượng trên các sông nội tỉnh; điều tra, khảo sát vết lũ, ngập của tỉnh Thái Bình để xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu đầy đủ, phục vụ công tác xây dựng mô hình thủy văn, thủy lực.

Phương pháp mô hình toán: Các mô hình có mối liên hệ qua lại với nhau chặt chẽ trong quá trình tính toán mô phỏng lũ trong hệ thống: Mô hình mưa - dòng chảy tính toán cung cấp các biên đầu vào về lưu lượng lũ cho mô hình mô phỏng dòng chảy lũ lưu

vực sông, mô hình ngập lụt được cấu thành từ hai thành phần mô hình thủy lực mô phỏng dòng chảy một chiều trong sông và mô hình 2 chiều mô phỏng dòng chảy tràn trên lưu vực.

Các mô hình số trị thuộc bộ mô hình MIKE được sử dụng để xây dựng tính toán ngập lụt lưu vực cho các sông chảy trên địa bàn tỉnh Thái Bình bao gồm: Mike 11, Mike 21, Mike Flood. Trong đó diễn toán dòng chảy từ mưa được đưa vào tính toán trực tiếp trong mô hình Mike 21.

Phương pháp bản đồ và GIS: Xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) và quản lý toàn bộ thông tin trong lưu vực, phân tích các thông tin và đề xuất giải pháp, đánh giá tình hình ngập lụt, thiệt hại tổn thất sau thiên tai; Tích hợp thông tin và hiệu chỉnh dữ liệu cho mô hình, kết hợp với kết quả tính toán của mô hình thủy lực, xây dựng bản đồ dự báo ngập lụt theo các kịch bản.

2.3. Dữ liệu đầu vào cho mô hình

2.3.1. Tài liệu về khí tượng thủy văn

Số liệu khí tượng: Lượng mưa giờ trạm Thái Bình trong các năm lũ 2002, 2003, 2017, 2023.

Số liệu mưa: Tổng lượng mưa ngày 15 trạm thuộc



▲ Hình 2. Bản đồ vị trí các cổng của hệ thống tưới tiêu Bắc Thái Bình và Nam Thái Bình

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

tỉnh Thái Bình và lân cận trong các năm lũ 2002, 2003, 2017, 2023 gồm: Thái Bình, Thuyên Quan, Quỳnh Côi, Phú Đức, Thụy Anh, Kiến Xương, Tiền Hải, Tiền Hưng, Đông Hưng, Hưng Hà, Quyết Chiến, Triều Dương, Ba Lạt, Chanh Chũ, Đông Quý.

**Số liệu thủy văn:** Mực nước giờ tại các trạm thủy văn khổng chế tỉnh Thái Bình trong các năm lũ 2002, 2003, 2017, 2023 gồm: Trạm Tiến Đức, Ba Lạt, Triều Dương, Chanh Chũ, Trục Phương, Quyết Chiến, Thái Bình, Đông Quý, Đông Xuyên, Cửa Cấm, Do Nghi, Phú Lễ, Như Tân, Kiến An...

### 2.3.2. Tài liệu về công trình thủy lợi

**Các công trình thủy lợi trên tuyến kênh chính:** Bao gồm các cống tiêu qua đê sông lớn (Hong, Luộc, Trà Lý, Hóa, Kiến Giang), cống, đập điều tiết nội đồng (hơn 60 công trình), các trạm bơm tiêu qua đê sông lớn được mô phỏng trong mô hình theo quy mô thông số chủ yếu gồm: Khẩu độ, số khoang, cao trình đáy, công suất tiêu, số máy và quy tắc vận hành theo quy trình (quy trình hệ thống Bắc và Nam Thái Bình) (Hình 2).

### 2.3.3. Tài liệu về địa hình

Bản đồ địa hình mặt đất tỷ lệ 1/10.000 toàn bộ tỉnh Thái Bình, tỷ lệ 1/2.500 của khu vực thành phố Thái Bình là tài liệu cơ bản được sử dụng trong tính toán ngập lụt được cung cấp từ Cục Đo đạc, bản đồ và thông tin địa lý - Bộ TN&MT.

Địa hình mặt cắt ngang lòng sông kế thừa từ các nhiệm vụ khác trong đó chủ yếu là nhiệm vụ Quy hoạch phòng chống lũ và đề điều hệ thống sông Hồng-Thái Bình với các dữ liệu mặt cắt từ năm 2000, 2009, 2011, 2012, 2022, các mặt cắt mới đo đặc chủ yếu ở sông Hồng, sông Đuống, sông Luộc, ngoài ra, năm 2023, Đề tài: "Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo sớm thiên tai (lũ, ngập lụt) trên địa bàn tỉnh Thái Bình", đo đặc bổ sung 18 mặt cắt ngang của 4 sông nội vùng gồm sông Kiến Giang 2 mặt cắt, sông Lân 6 mặt cắt, sông Diêm Hộ 6 mặt cắt, sông Tiền Hưng 4 mặt cắt.

### 2.3.4. Tài liệu điều tra vết lũ

Tài liệu điều tra vết lũ được khảo sát tháng 10/2023 và tháng 9/2024 các trận lũ lớn đã xảy ra tháng 9/2003, 10/2017 cho 68 vết lũ trên sông dọc các tuyến sông lớn bao ngoài tỉnh Thái Bình gồm sông Hồng, sông Luộc, sông Hóa, sông Trà Lý tại các vị trí cống, trạm bơm chính và vị trí bên trong nội đồng tỉnh Thái Bình.

## 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### 3.1. Thiết lập mô hình

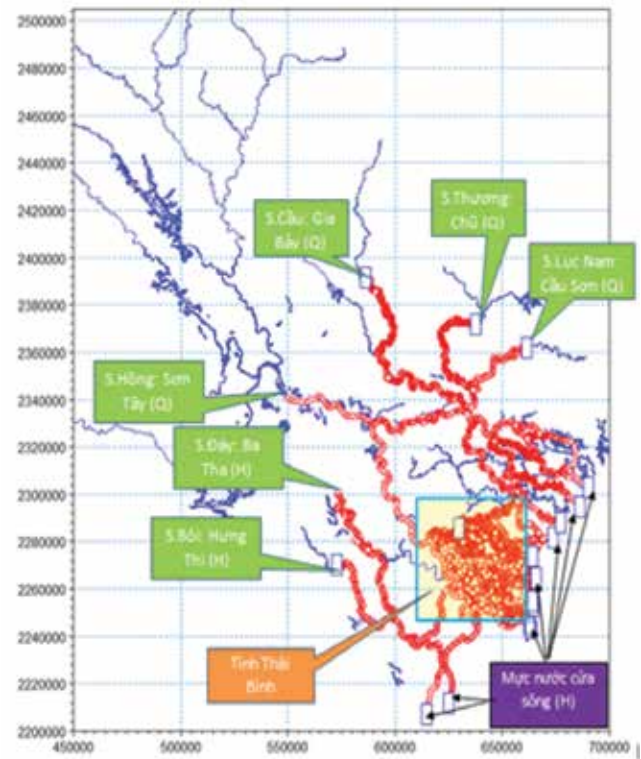
#### 3.1.1. Thiết lập tính toán thủy lực 1 chiều Mike 11

##### a) Mạng sông Hồng-Thái Bình

Mô hình tính toán thủy lực 1 chiều mạng sông Hồng - Thái Bình để kết nối với hệ thống sông trực



nội đồng tỉnh Thái Bình được thiết lập với gồm các sông: Hồng, Đáy, Đuống, Thương, Cầu, Lục Nam, Ninh Cơ, Luộc, Kinh Thầy, Kinh Môn, Lạch Tray, Trà Lý, Hóa, Ninh Cơ, Văn Úc, Hóa, Đá Bạc, Cấm, Thái Bình và một số nhánh phân lưu khác vùng đồng bằng (Hình 3).



▲ Hình 3. Sơ đồ mạng thủy lực 1 chiều hệ thống sông Hồng-Thái Bình liên kết với mạng thủy lực nội đồng tỉnh Thái Bình

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

b) Mạng sông nội đồng

Sơ đồ tính toán thủy lực 1 chiều mạng sông nội đồng kết nối với hệ thống sông lớn của tỉnh Thái Bình được thiết lập như sau:

Vùng thủy lợi Bắc Thái Bình gồm 41 sông trong đó có các sông chính là Tiên Hưng, Yên Lộng, Việt Yên - Đô Kỳ, sông Cô, sông Sành, Diêm Hộ, sông Hoài, sông Hoàng Nguyên, Chợ Cống...

Vùng thủy lợi Nam Thái Bình gồm 32 sông trong đó có các sông chính là Kiến Giang, Cổ Rồng, Biên Hòa, Cốc Giang, Hoàng Giang, Ngũ Thôn, Dục Dương, Ngô Xá, Bổng Tiên...

Biên mưa trên đồng bằng vùng nội đồng

Đối với các vùng đồng bằng hạ lưu sông đặc biệt là nằm trong các hệ thống thủy lợi khó có thể phân tách lưu vực tập trung nước, mặt khác cơ chế hình thành dòng chảy mặt ở đây là do sự tập trung của mưa lớn gây úng tại chỗ và chảy tràn trên bề mặt địa hình đến các khu vực trũng thấp và sông kênh

để thoát ra cửa tiêu nước. Vì vậy, việc mô tả cơ chế hình thành dòng chảy này được thực hiện trong mô hình Mike 21 dưới dạng mưa lưới theo từng giờ bằng phương pháp nghịch đảo khoảng cách từ các trạm mưa đang có.

Tỉnh Thái Bình chỉ có trạm khí tượng Thái Bình quan trắc lượng mưa theo giờ, do đó lượng mưa trên toàn bộ vùng nội đồng được tính toán theo từng giờ phân phối từ lượng mưa ngày tại các trạm quan trắc theo số liệu mưa giờ tại trạm Thái Bình.

Biên dưới

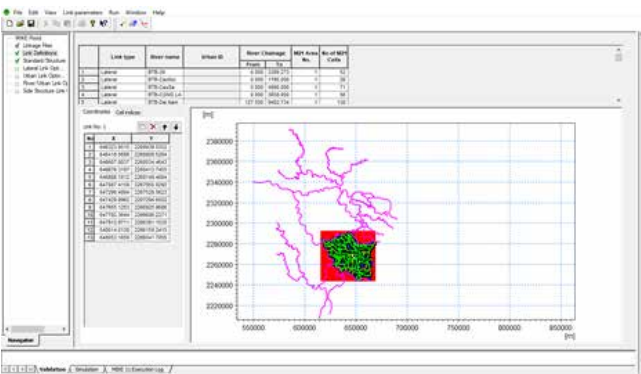
Mức nước tại các cửa sông Diêm Hộ, sông Lân được lấy tại trạm thủy văn Đồng Xuyên.

3.1.2. Thiết lập mô hình Mike Flood

Thiết lập tính toán Miền tính toán 2 chiều Mike 21

Miền tính toán bao gồm toàn bộ phần đồng bằng nằm trong hệ thống đê của tỉnh Thái Bình để diễn toán ngập được liên kết với mạng thủy lực 1 chiều tạo ra sự trao đổi nước trong sông và các ô ruộng. Toàn bộ vùng được chia thành các ô lưới vuông kích thước ô lưới tính toán là 90mx90m đảm bảo sự mô phỏng tốt nhất với địa hình thực tế và phù hợp với tốc độ tính toán. Toàn bộ tuyến quốc lộ có cao độ mặt đường cao hơn đáng kể cao độ mặt ruộng đều được mô phỏng trực tiếp trên nền địa hình 2 chiều.

Để mô phỏng được ngập lụt, toàn bộ mạng thủy lực 1 chiều là các sông có mặt cắt được liên kết với mô hình 2 chiều bằng Mike Flood sử dụng các kết nối bên (Lateral Link) mô phỏng liên kết mực nước trong sông và các bãi ngập (Hình 4).



▲ Hình 4. Sơ đồ các liên kết mạng thủy lực 1 chiều và nền địa hình 2 chiều bằng Mike Flood

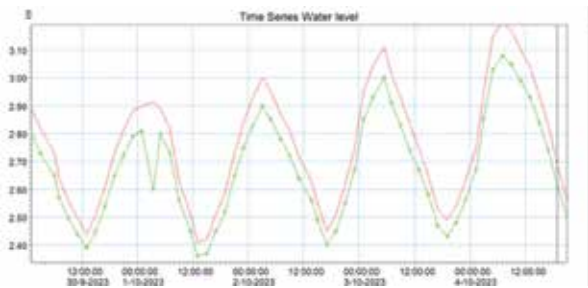
Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

3.2. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

3.2.1. Hiệu chỉnh kiểm định mô hình thủy lực

Do các sông nội tỉnh của tỉnh Thái Bình không có trạm đo đặc thủy văn nên đề tài khoa học công nghệ cấp tỉnh: "Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo sớm thiên tai (lũ, ngập lụt) trên địa bàn tỉnh Thái Bình" đã tiến hành đo đặc thủy văn trên các sông từ

ngày 30/9/2023 - 4/10/2023 để phục vụ hiệu chỉnh mô hình thủy lực của tỉnh Thái Bình. Mô hình được hiệu chỉnh với số liệu quan trắc mực nước tại 4 vị trí trên các sông Kiến Giang, sông Tiên Hưng, sông Diêm Hộ, sông Lân được đo tại các vị trí trạm: Nam Hải trên sông Kiến Giang, Hợp Tiến trên sông Tiên Hưng, Đông Cường trên sông Diêm Hộ, Thanh Nê trên sông Lân. Kết quả hiệu chỉnh mô hình thủy lực 1 chiều cho các sông được thể hiện dưới Hình 5 đến Hình 9 và Bảng 1, Bảng 2.



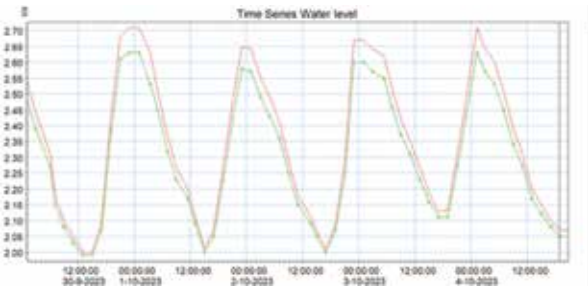
▲ Hình 5. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại sông Tiên Hưng - năm 2023

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



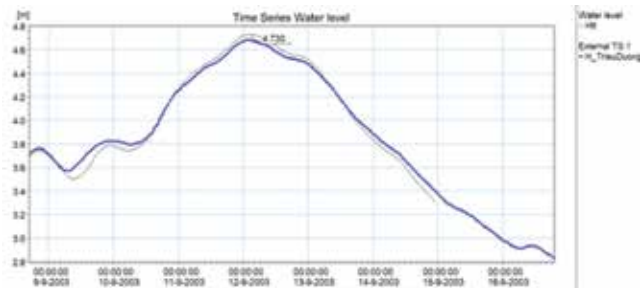
▲ Hình 7. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Triệu Dương trên sông Luộc - năm 2017

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



▲ Hình 6. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại sông Diêm Hộ - năm 2023

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



▲ Hình 8. So sánh mực nước tính toán và thực đo tại trạm Triệu Dương trên sông Luộc - năm 2003

Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

**Bảng 1. Kết quả đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo tại các trạm nội đồng tỉnh Thái Bình đợt đo đặc tháng 9, 10/2023**

| STT | Trạm       | Sông       | Mực nước cao nhất (m) |              |               |                                          |
|-----|------------|------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------------------------|
|     |            |            | Hiệu chỉnh            |              |               |                                          |
|     |            |            | NASH                  | Thực đo Httđ | Tính toán Htt | Chênh lệch $\Delta H = H_{tt} - H_{ttđ}$ |
| 1   | Nam Hải    | Kiến Giang | 0,96                  | 2,20         | 2,24          | 0,04                                     |
| 2   | Hợp Tiến   | Tiên Hưng  | 0,91                  | 3,09         | 3,18          | 0,09                                     |
| 3   | Đông Cường | Diêm Hộ    | 0,92                  | 2,63         | 2,71          | 0,08                                     |
| 4   | Thanh Nê   | Lân        | 0,94                  | 2,25         | 2,29          | 0,04                                     |

**Bảng 2. Kết quả đánh giá sai số mực nước tính toán và thực đo với trận lũ năm 2017, 2003**

| STT | Trạm thủy văn | Sông   | Mực nước cao nhất (m) |              |               |                                          |           |              |               |                                          |
|-----|---------------|--------|-----------------------|--------------|---------------|------------------------------------------|-----------|--------------|---------------|------------------------------------------|
|     |               |        | Hiệu chỉnh            |              |               |                                          | Kiểm định |              |               |                                          |
|     |               |        | NASH                  | Thực đo Httđ | Tính toán Htt | Chênh lệch $\Delta H = H_{tt} - H_{ttđ}$ | NASH      | Thực đo Httđ | Tính toán Htt | Chênh lệch $\Delta H = H_{tt} - H_{ttđ}$ |
| 1   | Tiến Đức      | Hồng   | 0,97                  | 6,67         | 6,72          | 0,05                                     | 0,96      | 4,75         | 4,77          | 0,02                                     |
| 2   | Triệu Dương   | Luộc   | 0,96                  | 6,58         | 6,69          | 0,11                                     | 0,96      | 4,68         | 4,73          | 0,05                                     |
| 3   | Quyết Chiến   | Trà Lý | 0,92                  | 4,96         | 5,11          | 0,15                                     | 0,91      | 3,57         | 3,72          | 0,15                                     |
| 4   | Thái Bình     | Trà Lý | 0,92                  | 3,44         | 3,61          | 0,17                                     | 0,93      | 2,42         | 2,56          | 0,14                                     |

Kết quả hiệu chỉnh đợt đo tháng 9,10/2023 đối với trạm mực nước trên các sông nội đồng tỉnh Thái Bình cho thấy đường quá trình mực nước tính toán bám sát đường mực nước thực đo, do đó chỉ tiêu NASH đạt rất tốt ( $>0,90$ ), chênh lệch mực nước đỉnh lũ hầu hết dưới 0,19 m là tương đối nhỏ cho thấy bộ thông số mô hình đã mô phỏng khá tốt chế độ thủy lực trong các sông nội đồng của tỉnh Thái Bình.

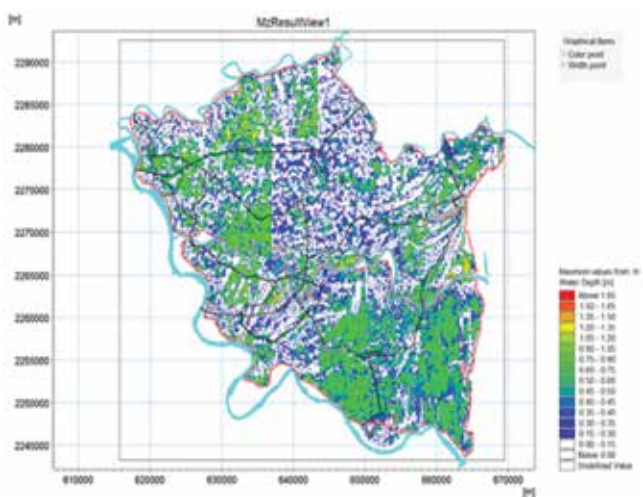
Kết quả hiệu chỉnh mô hình cho trận lũ tháng 10/2017 cho thấy mực nước tính toán và thực đo có chung xu thế, đường quá trình mực nước tính toán bám sát đường mực nước thực đo, do đó chỉ tiêu NASH đạt kết quả tốt ( $>0,92$ ), chênh lệch mực nước đỉnh lũ hầu hết dưới 0,12 m do đó các thông số của mô hình đảm bảo độ tin cậy cao.

Trong trận lũ tháng 9/2023, các kết quả cho thấy mô hình mô phỏng khá tốt, chênh lệch mực nước tại các trạm chỉ dưới 0,15 m, vì vậy, căn cứ trên các kết quả hiệu chỉnh và kiểm định, mô hình hoàn toàn đảm bảo độ tin cậy.

### 3.2.2. Hiệu chỉnh kiểm định mô hình ngập lụt

Các năm có lũ lớn trong vùng nội đồng tỉnh Thái Bình đều không có số liệu quan trắc quá trình mực nước do đó kết quả chạy mô hình thủy lực ngập lụt sẽ được so sánh trị số điều tra vết lũ cao nhất trong trận lũ tháng 10/2017 và trận lũ tháng 9/2003.

Kết quả hiệu chỉnh cho trận lũ tháng 10/2017 cho thấy chênh lệch mực nước lớn nhất điều tra và tính toán nằm trong khoảng từ -0,27m đến 0,37m. Tại một số vị trí có độ chênh lệch cao trên 0,15m có thể vẫn xảy ra do sự không đồng nhất của kết quả điều tra lũ, một số vị trí có cao độ vết lũ không rõ ràng, gây ra các sai số. Do đó, về tổng thể toàn vùng nội đồng đều đảm bảo sự sai khác mực nước là nhỏ, cục bộ tại một số vị trí chênh lệch mực nước cao nhưng vẫn có thể chấp nhận được.

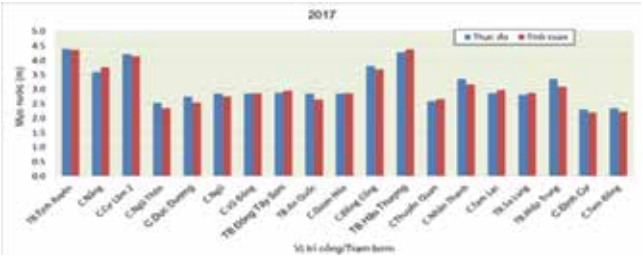


▲ Hình 9. Độ sâu ngập lớn nhất lũ tháng 10 năm 2017  
 Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

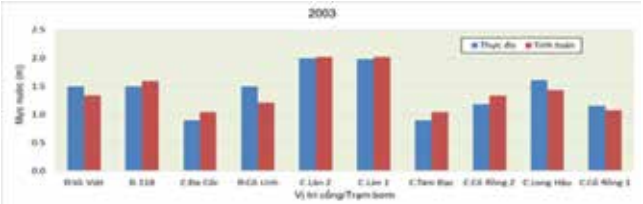
Trên kết quả thông số hiệu chỉnh cho trận lũ tháng 10/2017 tiếp tục sử dụng để kiểm định lại với trận lũ tháng 9/2003 đã xảy ra gây ngập lụt nội vùng trên diện rộng và ngập nhiều hơn năm 2017. Kết quả cho thấy chênh lệch mực nước lớn nhất điều tra và tính toán nằm trong khoảng từ -0,36m đến 0,40m. Tuy nhiên, về tổng thể toàn vùng nội đồng đều đảm bảo sự sai khác mực nước là nhỏ, cục bộ tại một số vị trí chênh lệch mực nước cao nhưng vẫn có thể chấp nhận được, kết quả mô phỏng quá trình ngập được thể hiện dưới Hình 11 đến Hình 13.



▲ Hình 10. Độ sâu ngập lớn nhất lũ tháng 9 năm 2003  
 Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



▲ Hình 11. So sánh mực nước tính toán và thực đo trong trận lũ sông Trà Lý - tháng 10/2017  
 Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



▲ Hình 12. So sánh mực nước tính toán và thực đo trên các sông vùng Nam Thái Bình - năm 2003  
 Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện

## 4. XÂY DỰNG CÁC KỊCH BẢN MÔ PHỎNG TÍNH TOÁN KỊCH BẢN NGẬP

Để xem xét các yếu tố tác động tới ngập lụt trên khu vực và yếu tố bất lợi từ các nguyên nhân, kịch bản tính toán được xây dựng dựa trên các yếu tố bao gồm: Mưa lớn nội đồng với tần suất (10%, 5%, 1%)



được thu phóng theo trận mưa 7 ngày max của trận lũ điển hình năm 2003, lưu lượng biên trên tại trạm Sơn Tây tần suất 1% và mực nước biên dưới 10%. Kết quả bản đồ ngập lụt tương ứng với các tần suất mưa 1%, 5%, 10% (từ Hình 13 đến Hình 15), diện tích ngập và tỷ lệ diện tích ngập của các huyện, thành phố được thể hiện ở Bảng 3, Bảng 4.



▲ Hình 13. Bản đồ ngập lụt tỉnh Thái Bình, kịch bản mưa 1%  
Nguồn: Nhóm nghiên cứu thực hiện



▲ Hình 14. Bản đồ ngập lụt tỉnh Thái Bình, kịch bản mưa 5%  
Nguồn: Nhóm nghiên cứu tự thực hiện



▲ Hình 15. Bản đồ ngập lụt tỉnh Thái Bình, kịch bản mưa 10%  
Nguồn: Nhóm nghiên cứu tự thực hiện



▲ Hình 16. Bản đồ ngập lụt tỉnh Thái Bình, kịch bản mưa 10% (Nguồn: Nhóm nghiên cứu tự thực hiện)

Theo kết quả tính toán ngập theo 3 kịch bản các tần suất mưa, lũ cho tỉnh Thái Bình nhận thấy nguyên nhân chính gây nên ngập úng trên địa bàn tỉnh Thái Bình là do mưa liên tục với cường độ cao sinh ra dòng chảy lớn, kết hợp với địa hình thấp, khả năng tiêu tự chảy theo các cống triều bị hạn chế, diện tích ngập giảm từ 58,7% với kịch bản mưa 1% xuống còn 52,9% với kịch bản mưa 5% và xuống 43,1% với kịch bản mưa 10% trong cùng điều kiện lũ trên sông tại trạm Sơn Tây tần suất 1% và mực nước đỉnh triều ngoài cửa sông tần suất 10%.

**Bảng 3. Tổng hợp diện tích ngập các kịch bản**

| TT | Kịch bản           | Diện tích ngập (km <sup>2</sup> ) |         |            |           |          |               |           |        |         |
|----|--------------------|-----------------------------------|---------|------------|-----------|----------|---------------|-----------|--------|---------|
|    |                    | Đông Hưng                         | Hưng Hà | Kiến Xương | Quỳnh Phụ | Tiền Hải | TP. Thái Bình | Thái Thụy | Vũ Thư | Tỉnh TB |
| 1  | KB1: X1% Q1% H10%  | 133,1                             | 108,5   | 144,5      | 114,2     | 147,2    | 22,4          | 148,9     | 86,3   | 905,2   |
| 2  | KB2: X5% Q1% H10%  | 119,0                             | 95,6    | 134,3      | 100,4     | 137,5    | 19,6          | 132,2     | 76,3   | 814,9   |
| 3  | KB3: X10% Q1% H10% | 93,7                              | 76,4    | 115,9      | 77,7      | 119,4    | 15,4          | 104,6     | 60,7   | 663,9   |

Ghi chú: X: Mưa, Q: Lưu lượng, H: Mực nước



Bảng 4. Tỷ lệ diện tích ngập tại các huyện, thành phố của tỉnh Thái Bình các kịch bản công trình

| TT | Kịch bản           | Tỷ lệ diện tích ngập (%) |         |            |           |          |               |           |        |         |
|----|--------------------|--------------------------|---------|------------|-----------|----------|---------------|-----------|--------|---------|
|    |                    | Đông Hưng                | Hưng Hà | Kiến Xương | Quỳnh Phụ | Tiền Hải | TP. Thái Bình | Thái Thụy | Vũ Thư | Tỉnh TB |
| 1  | KB1: X1% Q1% H10%  | 64,6                     | 51,6    | 67,0       | 54,4      | 61,2     | 51,7          | 51,7      | 43,0   | 58,7    |
| 2  | KB2: X5% Q1% H10%  | 57,7                     | 45,5    | 62,3       | 47,8      | 57,1     | 45,2          | 45,9      | 38,0   | 52,9    |
| 3  | KB3: X10% Q1% H10% | 45,5                     | 36,3    | 53,7       | 37,0      | 49,6     | 35,6          | 36,4      | 30,2   | 43,1    |

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

Kết quả của nghiên cứu đã xây dựng được mô hình thủy lực Mike 11 cho lưu vực sông Hồng - Thái Bình từ trạm thủy văn Sơn Tây ra đến các cửa sông và mô phỏng ngập lụt nội đồng tỉnh Thái Bình nhằm tạo ra sự kết nối chế độ thủy văn thủy lực của sông lớn và chế độ thủy văn thủy lực do vận hành các công trình thủy lực nội đồng dày đặc của tỉnh Thái Bình. Các thông tin số liệu đầu vào được thu thập từ các đơn vị khác nhau có nguồn gốc rõ ràng, đảm bảo độ tin cậy trong tính toán. Mô hình thủy lực mạng sông được xây dựng với hơn 70 sông nội đồng tỉnh Thái Bình với hơn 60 cống, đập điều tiết, 20 trạm bơm tiêu lớn liên kết với hàng chục sông lớn bao ngoài của hệ thống sông Hồng-Thái Bình. Mô hình ngập lụt được xây dựng cho toàn tỉnh với độ phân giải địa hình mặt đất 90m đảm bảo mô phỏng tính toán nhanh và kết quả phù hợp. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực với các năm lũ lớn đã xảy ra như năm 2017, 2002, 2003 cho kết quả tương đối đảm bảo độ tin cậy. Việc mô phỏng ngập lụt tính toán cho các năm điều tra vết lũ như năm 2017, 2003 đa số các vị trí cho kết quả chênh lệch mực nước lớn nhất tính toán và thực đo dưới 0,17m, do đó, cho độ tin cậy tốt để mô phỏng các kịch bản ngập lụt khác nhau trong tương lai. Như vậy, mô hình ngập lụt được xây dựng cho tỉnh Thái Bình đảm bảo về tính hệ thống và mức độ chi tiết để tính toán ngập lụt cho tỉnh Thái Bình. Nghiên cứu đã xây dựng được bản đồ ngập lụt cho 3 kịch bản mưa, lũ lớn trên địa bàn tỉnh Thái Bình cho thấy các huyện đều bị ngập lụt với mức độ khác nhau trong đó 2 huyện có diện tích ngập lớn nhất là huyện Tiền Hải và huyện Kiến Xương.

Kiến nghị

Do phạm vi nghiên cứu toàn tỉnh là rất rộng, số lượng các công trình cống, trạm bơm tương đối dày đặc, quy trình vận hành phức tạp, vì vậy, việc mô phỏng với phạm vi lớn chỉ xem xét được các công trình lớn, quan trọng kiểm soát chế độ thủy văn thủy lực của sông nội đồng, không thể chi tiết hết tất cả công trình trong hệ thống thủy lợi của tỉnh Thái Bình, do đó, kết

quả tính toán sẽ ở mức chấp nhận được và đảm bảo độ tin cậy cho phép. Sản phẩm của nghiên cứu có thể được sử dụng để đưa vào tính toán cho các giải pháp công trình để đề xuất các giải pháp tiêu thoát lũ giảm ngập lụt, cũng như phục vụ công tác quy hoạch các công trình thủy lợi của tỉnh Thái Bình■

**Lời cảm ơn:** Bài báo được thực hiện trên cơ sở Đề tài khoa học công nghệ cấp tỉnh: "Nghiên cứu xây dựng hệ thống cảnh báo sớm thiên tai (lũ, ngập lụt) trên địa bàn tỉnh Thái Bình".

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Đăng Giáp. 2016. Nghiên cứu xây dựng bản đồ cảnh báo ngập lụt phục công tác chỉ huy phòng chống lũ lụt hạ du hồ chứa nước Vực Mấu, tỉnh Nghệ An. Phòng thí nghiệm trọng điểm quốc gia về động lực học sông biển.
- Trần Duy Kiều. 2015. Nghiên cứu nhận dạng lũ lớn, phân vùng nguy cơ lũ lớn và xây dựng bản đồ ngập lụt phục vụ cảnh báo lũ lớn lưu vực sông Lam. Đại học TN&MT.
- Đặng Thanh Mai. 2013. Nghiên cứu xây dựng hệ thống phân tích, giám sát, cảnh báo, dự báo lũ, ngập lụt và hạn hán cho hệ thống sông Ba. Trung tâm khí tượng thủy văn Trung ương.
- Đặng Thanh Mai, Vũ Đức Long (2016), Nghiên cứu xây dựng công nghệ cảnh báo, dự báo lũ lưu vực sông Kôn - Hà Thanh, tỉnh Bình Định. Tạp chí Khí tượng Thủy văn 668, 1-11.
- Knebla, M.R., Yanga, Z.L., Hutchisonb, K., Maidment, D.R., (2005), Regional scale flood modeling using NEXRAD rainfall, GIS, and HEC-HMS/RAS: a case study for the.
- Nielsen, C., (2006), The application of MIKE SHE to floodplain inundation and urban drainage assessment in South East Asia. DHI Water and Environment (Malaysia).
- Tomkratoke, S., Sirisup, S., (2015), Hydrodynamic simulation of overland flooding over lowlying flat lands: A case study of the severe 2011 flood in Sam-Khok and Klong Luang districts, Thailand. Hydrological Research Letters, 9 (4), 47-53.