

MÔ PHỎNG LŨ VÀ XÂY DỰNG BẢN ĐỒ NGẬP LŨ VÙNG HẠ LƯU SÔNG HƯƠNG – Ô LÂU, TỈNH THỪA THIÊN HUẾ

Trần Hữu Tuyên*, Nguyễn Thị Thủy

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: thtuyen@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 5/3/2024; ngày hoàn thành phản biện: 22/3/2024; ngày duyệt đăng: 6/4/2024

TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc xây dựng mô hình mô phỏng lũ và bản đồ hiện trạng ngập lũ của trận lũ tháng 10 năm 2020 ở vùng hạ du sông Hương và sông Ô Lâu bằng mô hình MIKE 21. Công tác hiệu chỉnh, kiểm định mô hình sử dụng bộ số liệu từ các trạm khí tượng thủy văn (KTTV), trạm đo mưa VRAIN, số liệu từ các hồ chứa với thời đoạn mưa 1 giờ. Quá trình hiệu chỉnh, kiểm định mô hình cho thấy có sự phù hợp giữa lưu lượng, mực nước tính toán và thực đo tại trạm Kim Long trên sông Hương, trạm Phú Ốc trên sông Bồ và trạm Phong Bình trên sông Ô Lâu cũng như lưu lượng đến ở các hồ chứa. Trên bản đồ ngập lũ ở trận lũ tháng 10 năm 2020 có thể xác định được mức ngập tới từng khu vực cụ thể, đây là cơ sở để đề xuất các giải pháp chống ngập thích hợp cho từng vùng, đồng thời phục vụ cho công tác quy hoạch phát triển kinh tế, xã hội khu vực hạ lưu một cách bền vững.

Từ khóa: Mô phỏng, Ngập lũ, Sông Hương – Ô Lâu.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây liên tục xảy ra các trận lũ gây ngập lụt hạ du sông Hương - Ô Lâu, đặc biệt năm 2020, 2022 và 2023. Bên cạnh đó, các hồ chứa lớn ở thượng nguồn sông Hương được đưa vào vận hành như: Tả Trạch, Hương Điền, Bình Điền đã làm thay đổi chế độ ngập lụt khu vực hạ lưu [2]. Vì vậy, việc nghiên cứu đánh giá mức độ ngập lụt, đề ra các biện pháp phòng chống ngập lụt và hạn chế tác động do ngập lụt sau khi có các hồ chứa lớn ở thượng nguồn ra là vô cùng quan trọng, làm cơ sở để quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội bền vững cho vùng hạ lưu.

Cho đến nay đã có một số nghiên cứu ứng dụng mô hình toán để mô phỏng và đánh giá ngập lụt cho khu vực hạ lưu hệ thống sông Hương [3, 5]. Các mô hình được sử dụng thường là một chiều MIKE 11 (có các ô chứa), hoặc tích hợp mô hình một chiều MIKE11 (cho phần lòng sông) và hai chiều MIKE21 (cho phần bãi tràn) trong mô hình

MIKE FLOOD. Việc sử dụng mô hình MIKE FLOOD sẽ tăng tốc độ tính toán, phù hợp số liệu đo địa hình lòng dẫn dạng mặt cắt nhưng việc kết nối giữa mô hình một chiều và hai chiều là không đơn giản. Trên dữ liệu bản đồ địa hình lòng dẫn do đề tài thực hiện, nghiên cứu này lựa chọn và mô hình hai chiều MIKE21 để mô phỏng ngập lụt cho hạ lưu hệ thống sông Hương – Ô Lâu, xây dựng các bản đồ ngập lũ và tính toán hành lang thoát lũ.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan vùng nghiên cứu

Hệ thống sông Hương – Ô Lâu có lưu vực dạng hình nan quạt, diện tích lưu vực 2.830 km², gồm ba nhánh sông chính: Sông Bồ, sông Hữu Trạch, sông Tả Trạch và sông Ô Lâu [3]. Mạng lưới sông suối khá phát triển nhưng ngắn và có lòng dốc, hướng chảy thay đổi nên khi xuất hiện mưa lớn thì nước tập trung nhanh. Dòng chảy lũ cũng đổ trực tiếp vào đầm phá Tam Giang – Cầu Hai và thoát ra biển theo cửa Thuận An và Tư Hiền.

Lượng mưa trung bình hàng năm trên lưu vực phổ biến từ 2.700-3.800mm, phần lớn tập trung vào mùa mưa từ 2400 đến trên 2600mm [1]. Vùng miền núi có lượng mưa mùa mưa từ 2.400mm đến 2.800mm chiếm tỷ trọng 68-72% so với tổng lượng mưa cả năm. Vùng đồng bằng ven biển có lượng mưa mùa mưa dưới 2.100mm, khoảng 1.800mm [1]. Tuy nhiên, so với lượng mưa năm, lượng mưa mùa mưa tại vùng đồng bằng lại chiếm tỷ trọng lớn hơn (73-76%).

Do lượng mưa lớn, bề mặt lưu vực bị chia cắt mạnh, phần địa hình vùng hạ lưu thấp lại có dạng lòng chảo, phần lớn độ cao địa hình thấp hơn mực nước biển 0,8 - 1 m nên thuận lợi cho việc tập trung nước, dễ bị úng ngập trong mùa mưa [8, 9].

Hiện nay trên lưu vực sông Hương – Ô Lâu có 03 hồ chứa thủy điện lớn: Hương Điền trên lưu vực sông Bồ, Bình Điền trên lưu vực sông Hữu Trạch, Tả Trạch trên lưu vực sông Tả Trạch và A Lưới trên lưu vực sông A Sáp. Ngoài ra còn có hồ Truồi trên lưu vực sông Truồi. Lưu vực của 05 hồ chứa này liên kề với nhau, với tổng diện tích là 2.345 km² - chiếm 47% diện tích tự nhiên toàn tỉnh. Khi có các hồ chứa, chế độ thủy văn các sông ở hạ lưu đập phụ thuộc chủ yếu vào quá trình vận hành của hồ - dòng chảy, nhìn chung sẽ điều hòa hơn, đỉnh lũ giảm và lượng nước các tháng mùa cạn tăng [1].

2.2. Dữ liệu sử dụng

Dữ liệu đầu vào chính cho mô hình thủy văn là mưa thời đoạn, mực nước giờ, các yếu tố về mặt đệm (độ dốc địa hình, thảm phủ, sử dụng đất, thổ nhưỡng ... được thể hiện gián tiếp qua các thông số mô hình MIKE NAM) của khu vực.

Số liệu mưa giờ được thu thập tại trạm KTTV, các trạm đo mưa VRain trên lưu vực sông Hương và sông Ô Lâu từ năm 2020 đến năm 2023 [4]; mực nước giờ tại trạm Kim

Long, Phú Ốc, Truồi, Phong Bình; mực nước, lưu lượng đến và đi các hồ chứa Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền trong các trận lũ từ 2020 đến 2023. Sử dụng dữ liệu năm 2020 để hiệu chỉnh, năm 2022 để kiểm định và mô phỏng kiểm nghiệm cho các năm 2020, 2022.

Dữ liệu bản đồ số độ cao (DEM) được xây dựng từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000 cho toàn vùng, 1:5.000 cho khu vực thành phố Huế và lân cận được sử dụng để phân chia tiểu lưu vực; kết hợp với dữ liệu đo địa hình lòng dẫn tỷ lệ 1:1.000 của các dòng chính sông Hương, sông Bồ, sông Ô Lâu và một số sông nhánh để xây dựng lưới hai chiều vùng hạ lưu.

Sử dụng số liệu quan trắc tại các trạm thủy văn (Kim Long, Phú Ốc và Phong Bình) để đánh giá khả năng phù hợp của mô hình thủy văn, thủy lực; dữ liệu ảnh vệ tinh Sentinel trong các trận lũ để đánh giá về diện phân bố của vùng ngập lụt với kết quả mô phỏng trên mô hình MIKE.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

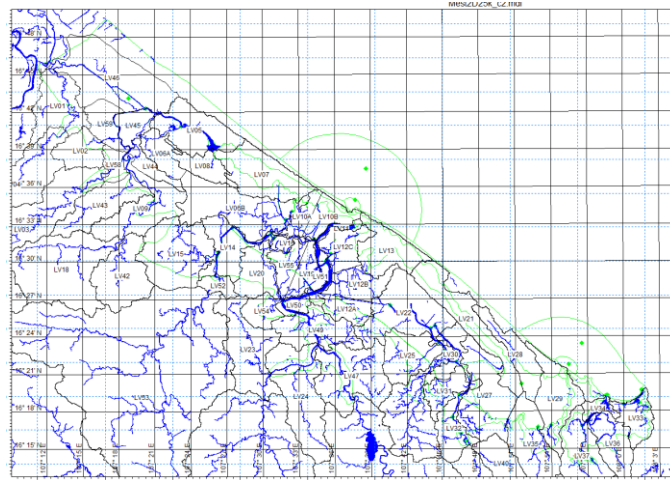
Sử dụng phần mềm ArcGIS để phân chia tiểu lưu vực từ mô hình độ cao số DEM trên cơ sở tính tương đồng về địa hình, độ dốc, thảm phủ, loại đất. Dựa trên nguồn dữ liệu mưa thực đo, địa hình, thảm phủ, thổ nhưỡng kết hợp công cụ mô hình toán mưa - dòng chảy MIKE NAM, tiến hành hiệu chỉnh bộ thông số mô hình. Bộ thông số này sau đó được kiểm tra tính đúng đắn qua quá trình kiểm định. Mô phỏng, đánh giá ngập lụt hạ lưu được thực hiện qua mô hình MIKE 21 FM. Cuối cùng, kết quả mô phỏng dòng chảy được đánh giá hiệu quả thông qua các chỉ tiêu thống kê.

Thiết lập mô hình MIKE NAM

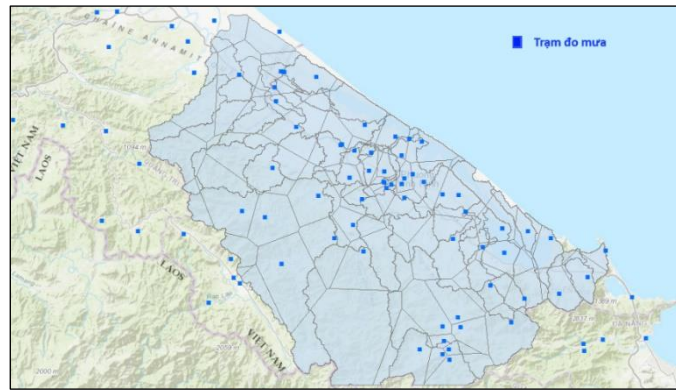
Mô hình NAM mô phỏng quá trình mưa - dòng chảy một cách liên tục thông qua việc tính toán cân bằng nước ở bốn bể chứa thẳng đứng, có tác dụng qua lại lẫn nhau để diễn tả tính chất vật lý lưu vực.

Lưu vực hạ lưu sông Hương - Ô Lâu được chia thành 59 tiểu lưu vực, diện tích từ 5,5 km² đến 718,3 km² (Hình 1). Trên cơ sở dữ liệu vùng nghiên cứu, mô hình NAM được thiết lập cho trạm thủy văn Thượng Nhật trên sông nhánh Tả Trạch, trạm Dương Hòa tại hồ Tả Trạch, trạm Bình Điền tại hồ Bình Điền và trạm Cổ Bi tại hồ Hương Điền với 10 thông số chính thay đổi theo đặc trưng lưu vực.

Lượng mưa, bốc hơi dùng tính là các trạm nằm trong khu vực nghiên cứu và vùng lân cận có ảnh hưởng. Sử dụng phương pháp đa giác Thiessen để xác định lượng mưa tính toán cho mỗi tiểu lưu vực (Hình 2).



Hình 1: Bản đồ các tiểu lưu vực theo mô hình NAM



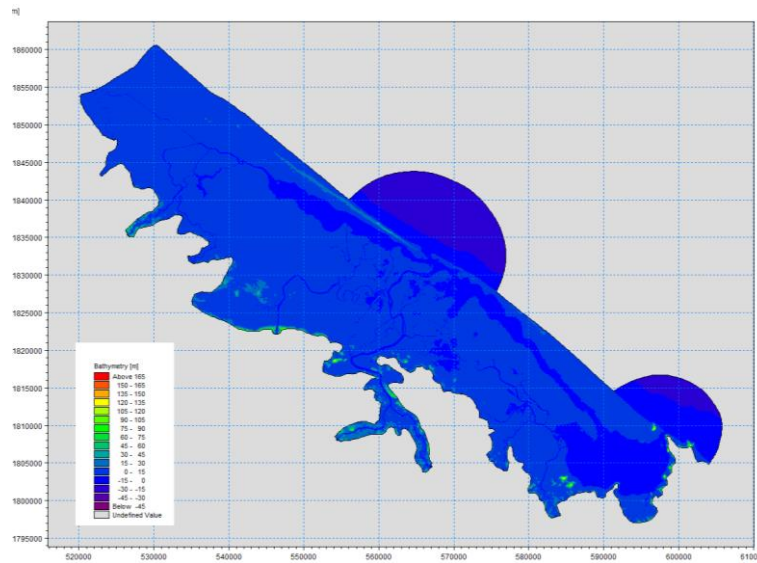
Hình 2. Các trạm đo mưa và lưới đa giác Thiessen lưu vực

Thiết lập mô hình MIKE21 FM

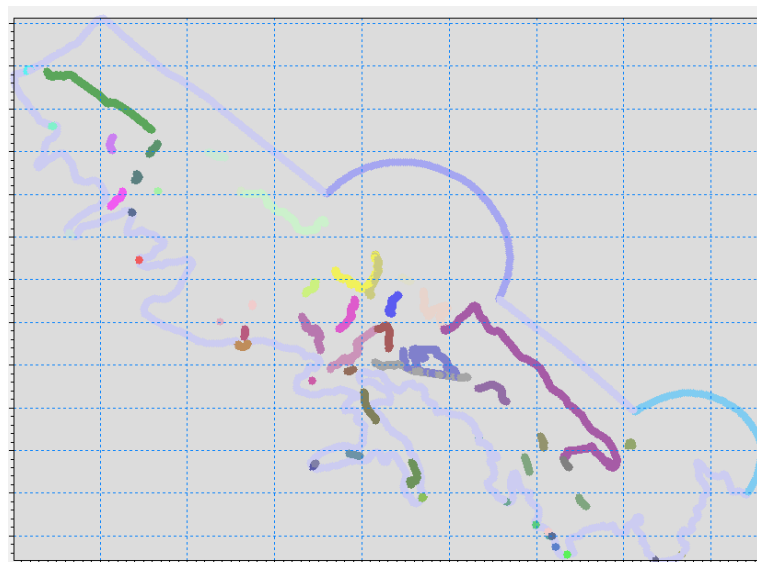
Bản đồ DEM và dữ liệu địa hình lòng dẫn được sử dụng xây dựng lưới tính toán cho mô hình MIKE21. Mô hình được thiết lập đảm bảo bao phủ những vùng có khả năng bị ngập, diện tích miền tính toán 135.834 ha, được chia thành 1.202.522 ô lưới, số node 603.154. Kích thước ô lưới ở lòng dẫn sông ngòi, cửa biển lớn nhất 100 m². Những khu vực có mức đô thị hóa cao hoặc có độ cao địa hình thay đổi lớn thì diện tích ô lưới 500-1.000 m²; ít thay đổi thì diện tích ô lưới lớn nhất 1.000 m² (Hình 3).

Có 36 biên lưu lượng được tính toán từ mô hình MIKE NAM được xem là biên thượng lưu (biên trên) của mô hình MIKE21 FM. Biên hạ lưu là mực nước tại cửa Thuận An, Tư Hiền trong thời gian mô phỏng được tính từ mô hình thủy triều toàn cầu.

Ngoài ra, các công trình ở vùng hạ lưu Thảo Long, Đập Đá, La Ý, Cửa Lác; Cống Quan, Tân Mỹ, Cầu Long, Diên Hồng,... các tuyến đường giao thông được tích hợp vào mô hình dưới dạng các biên công trình.



Hình 3. Lưới tính hai chiều hạ lưu sông Hương - Ô Lâu.



Hình 4. Các biên thượng lưu mô hình MIKE 21

Chỉ số đánh giá

Độ tin cậy của bộ thông số mô hình mô phỏng dòng chảy lũ được đánh giá qua chất lượng đường quá trình tính toán và thực đo. Trong nghiên cứu này, sử dụng các chỉ tiêu đánh giá: hệ số NSE - đo mức độ phù hợp giữa số liệu mô phỏng với số liệu quan trắc, RSR - tỷ số giữa sai số trung bình bình phương (RMSE) với độ lệch chuẩn (STDEV) và PBIAS - đo xu hướng trung bình của số liệu mô phỏng so với số liệu quan trắc (bảng 1). Mô hình có thể được đánh giá là “đạt” nếu $NSE > 0,5$, $RSR \geq 0,6$ và $PBIAS < \pm 25 \%$ đối với dòng chảy [7].

Bảng 1. Tiêu chí đánh giá chất lượng mô phỏng

Xếp loại	NSE	RSR	PBIAS (%)
Rất tốt	$0,75 < NSE < 1$	$0 < RSR < 0,5$	$PBIAS < \pm 10$
Tốt	$0,65 < NSE < 0,75$	$0,5 < RSR < 0,6$	$\pm 10 < PBIAS < \pm 15$
Đạt yêu cầu	$0,5 < NSE < 0,65$	$0,6 < RSR < 0,7$	$\pm 15 < PBIAS < \pm 25$
Không đạt	$NSE < 0,5$	$RSR > 0,7$	$PBIAS > \pm 25$

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định mô hình

3.1.1. Mô hình MIKE NAM

Thời gian: Trận lũ tháng 10/2022 (từ ngày 13/10 đến 21/10) cho hiệu chỉnh và tháng 10/2020 (từ ngày 07/10 đến 17/10) cho kiểm định.

Số liệu khí tượng: Sử dụng số liệu mưa giờ các trạm khí tượng – thủy văn ở khu vực nghiên cứu và các trạm đo mưa VRAIN.

Số liệu thủy văn: Sử dụng số liệu đo lưu lượng đến của các hồ chứa Tả Trạch cho lưu vực Tả Trạch, Bình Điền và Cổ Bi cho các tiểu lưu vực tương ứng trên lưu vực sông Hương - Ô Lâu.

Bộ thông số mô hình NAM hiệu chỉnh tối ưu được lựa chọn thể hiện trong bảng 2 bằng phương pháp thử sai.

Bảng 2. Trị số thông số mô hình NAM tại các lưu vực sau hiệu chỉnh.

TT	Thông số mô hình	Đơn vị	Các tiểu lưu vực		
			Tả Trạch	Bình Điền	Hương Điền
1	Umax	mm	16,9	16,9	19,3
2	Lmax	mm	156	159	187
3	CQOF	-	0,58	0,73	0,99
4	CKIF	h	52,2	52,2	14,4
5	CK12	-	21,6	21,6	22,6
	TPF		0,456	0,456	0,21
6	TIF	-	0,074	0,074	0,462
7	TG	-	0,37	0,77	0,93
8	CKBF	h	3691	1065	1077

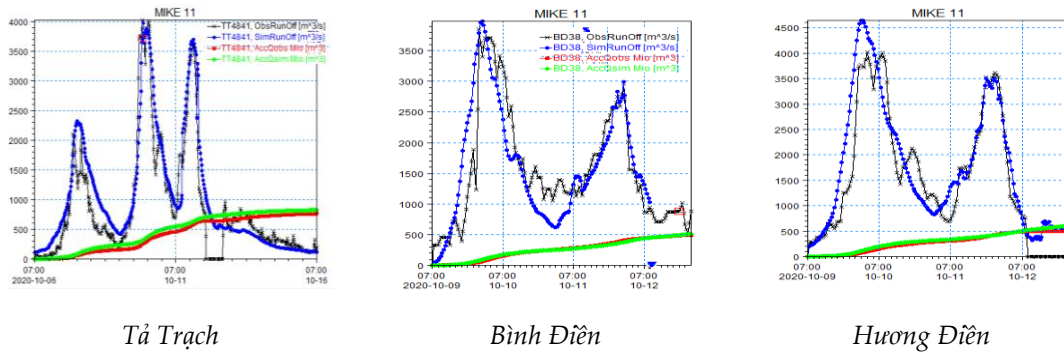
Trong đó: Các tiêu lưu vực Ô Lâu lấy bộ thông số của lưu vực Cổ Bi. Tiêu lưu vực Truồi, Nông... sử dụng bộ thông số của lưu vực Tả Trạch.

Các chỉ số đánh giá chất lượng, độ tin cậy mô hình NAM được thống kê trong bảng 3.

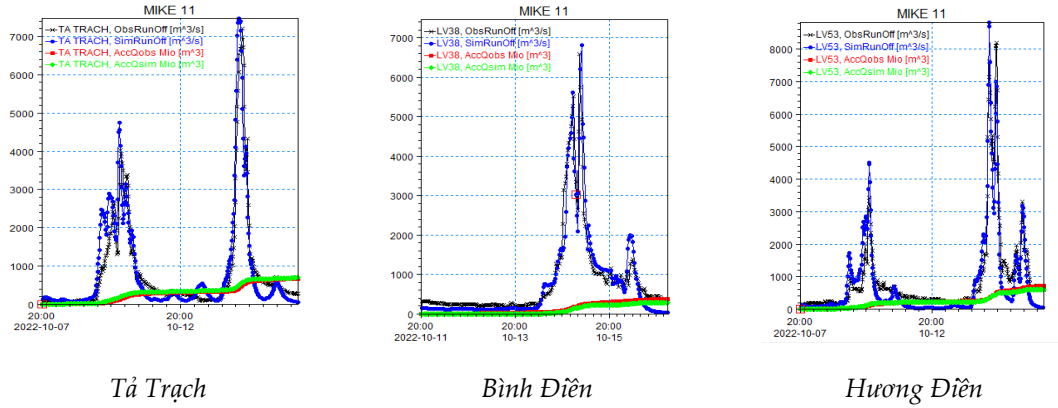
Bảng 3. Kết quả chỉ tiêu đánh giá theo các chỉ số

Thời gian	Thông số	Tả Trạch	Bình Điền	Hương Điền
2020	NSE	0,84	0,68	0,77
	RSR	0,02	0,05	0,04
	PBIAS	8,98	10,56	6,35
2022	NSE	0,88	0,88	0,85
	RSR	0,02	0,02	0,02
	PBIAS	8,63	7,66	10,5

Đối với lưu vực Tả Trạch, hiệu chỉnh trận lũ tháng 10/2020 và kiểm định trận lũ tháng 10/2022 cho thấy mô hình NAM mô phỏng quá trình diễn toán dòng chảy khá tốt với chỉ số NSE cho cả hai quá trình hiệu chỉnh và kiểm định lần lượt là 0,84 và 0,88 (rất tốt). RSR đều đạt 0,02; PBIAS 8,98% và 8,63% cho quá trình hiệu chỉnh và kiểm định. Mức độ trung bình của các giá trị mô phỏng dòng chảy được đánh giá đạt đối với cả hiệu chỉnh và kiểm định. Với các chỉ tiêu đánh giá NASH, PBIAS và RSR, bộ thông số thể hiện độ tin cậy, đáp ứng yêu cầu tính toán dòng chảy từ mưa thực đo phục vụ tính toán biên đầu vào cho mô hình thủy lực hai chiều vùng hạ lưu (Hình 5, 6).



Hình 5: Đường quá trình thực đo và tính toán trận lũ năm 2020 bước hiệu chỉnh MIKE NAM



Hình 6: Đường quá trình thực đo và tính toán trận lũ năm 2022 bước kiểm định MIKE NAM

Đối với lưu vực Bình Điền, quá trình hiệu chỉnh cho NSE là 0,68 và kiểm định NSE 0,88 cho kết quả tốt và rất tốt. Các chỉ số PBIAS, RCS đều ở mức rất tốt. Như vậy, mô hình NAM cho kết quả chấp nhận được khi mô phỏng dự báo cho trận lũ tháng 10/2020 và 10/2022. Đối với lưu vực Hương Điền, hiệu chỉnh và kiểm định đều cho kết quả rất tốt với $NSE > 0,75$; tương tự với các chỉ số PBIAS và RCS (Hình 5, 6).

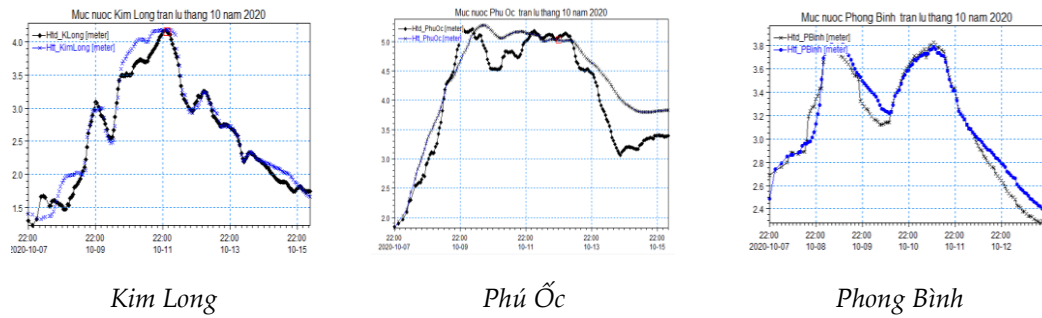
3.1.2. Mô hình MIKE21 FM

Thông số để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình thủy lực là hệ số nhám Manning, được xác định sơ bộ thông qua bản đồ hiện trạng sử dụng đất và được chính xác hóa trong quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Dữ liệu ban đầu của hệ số nhám Manning được xác định bằng cách sử dụng bảng tra cứu qua bộ dữ liệu LULC của Cơ quan Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ [6], có tham khảo TCVN 10716:2015 [9].

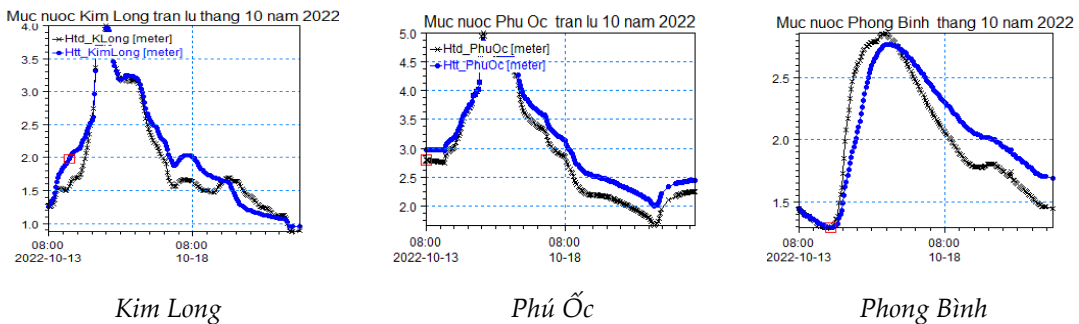
Sử dụng trận lũ năm 2022 để hiệu chỉnh và năm 2020 để kiểm định mô hình thủy lực và cho hệ số tương quan khá tốt ($Nash > 0,7$). Diện ngập từ kết quả của mô hình MIKE 21 so với ảnh vệ tinh Sentinel vào lúc 18h ngày 10/10/2020 khá tương đồng (Hình 7, 8). Các chỉ số đánh giá chất lượng của mô hình MIKE21 được thể hiện ở bảng 4.

Bảng 4: Kết quả chỉ tiêu đánh giá theo các chỉ số

Thời gian	Thông số	Kim Long	Phú Ốc	Phong Bình
2020	NSE	0,95	0,75	0,94
	RSR	0,02	0,04	0,02
	PBIAS	0,38	1,18	0,13
2022	NSE	0,92	0,93	0,80
	RSR	0,02	0,02	0,03
	PBIAS	1,12	0,65	1,23

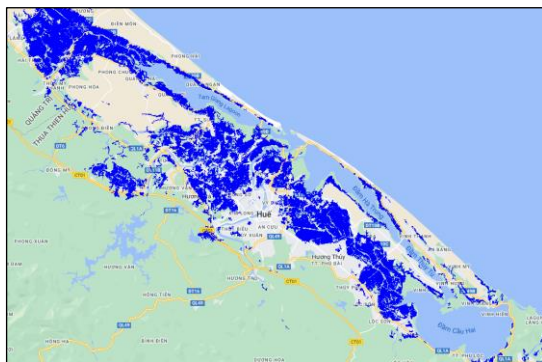


Hình 7: Đường quá trình thực đo và tính toán trận lũ năm 2020 bước hiệu chỉnh MIKE21

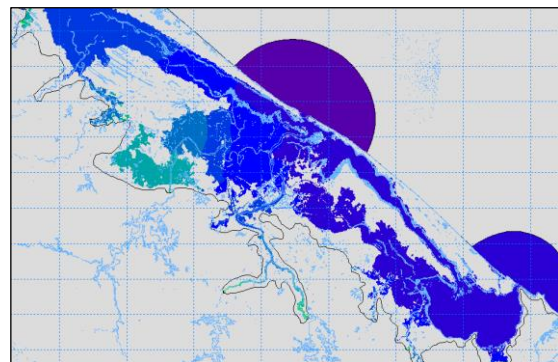


Hình 8: Đường quá trình thực đo và tính toán trận lũ năm 2022 bước kiểm định MIKE21

Ngoài ra, để đánh giá về diện phân bố ngập lũ, tiến hành so sánh giữa kết quả mô phỏng và ảnh vệ tinh Sentinel trong cùng một thời điểm. Do không có ảnh chụp trùng với thời điểm đỉnh lũ nên thời điểm được lựa chọn là ngày 10/10/2020, khi lũ bắt đầu lên (Hình 9, 10). Kết quả cho thấy có sự tương đồng khá cao về diện tích bị ngập giữa mô phỏng và thực tế.



Hình 9. Hiện trạng ngập lũ vùng hạ lưu ngày 10/10/2020 qua ảnh vệ tinh Sentinel

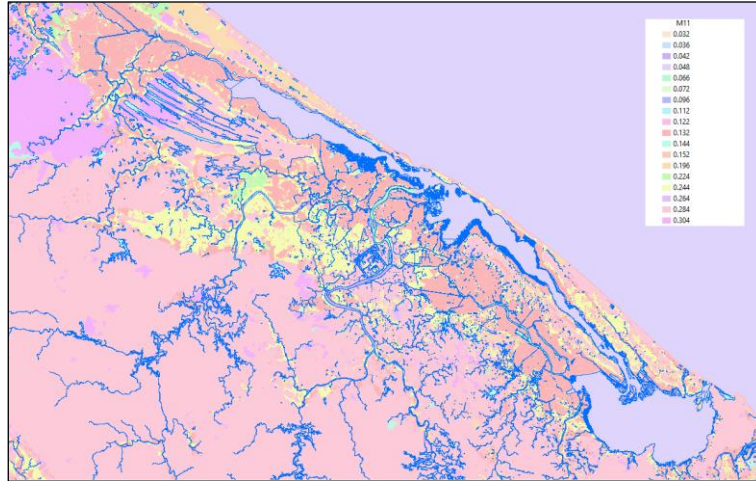


Hình 10. Ngập lũ vùng hạ lưu qua kết quả mô phỏng ngày 10/10/2020

Có được chất lượng mô hình mô phỏng lũ như trên và nhờ sự mở rộng mạng lưới trạm đo mưa tự động, nguồn dữ liệu ngày càng cải thiện về số lượng và chất lượng. Từ 2021, trên lưu vực Hương – Ô Lâu đã có 82 trạm đo mưa tự động và mạng lưới trạm

KTTV, trong tương lai có sự phong phú dữ liệu đầu vào, góp phần nâng cao chất lượng mô phỏng; điều đó được thể hiện qua kết quả mô phỏng trận lũ năm 2020, 2022.

Hệ số nhám Manning lưu vực sông Hương - Ô Lâu sau hiệu chỉnh được thể hiện ở hình 11.

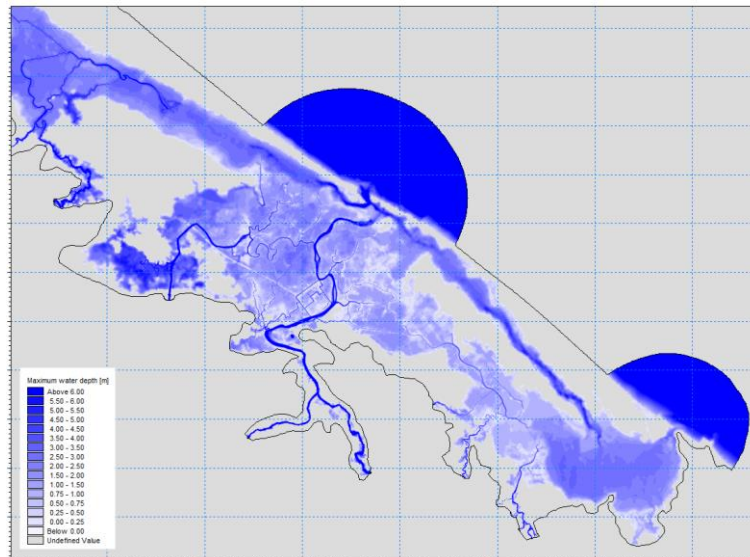


Hình 11. Hệ số nhám Manning lưu vực sông Hương - Ô Lâu sau hiệu chỉnh

3.2. Kết quả mô phỏng trận lũ năm 2020

3.2.1. Đặc điểm trận lũ năm 2020

Trận lũ tháng 10 năm 2020 diễn ra từ ngày 6/10 đến 22/10 với lượng mưa trung bình toàn tỉnh Thừa Thiên Huế trong đợt mưa đạt 2.182 mm, bằng 84% tổng lượng mưa trung bình hàng năm. Đây là trận lũ rất lớn, lớn hơn lũ lịch sử năm 1999 đối với lưu vực sông Ô Lâu, sông Bồ và cả sông Hương, nếu không có sự điều tiết của hồ chứa nước Tả Trạch. Kết quả mô phỏng độ sâu ngập lũ lớn nhất trận lũ này được thể hiện ở hình 12.

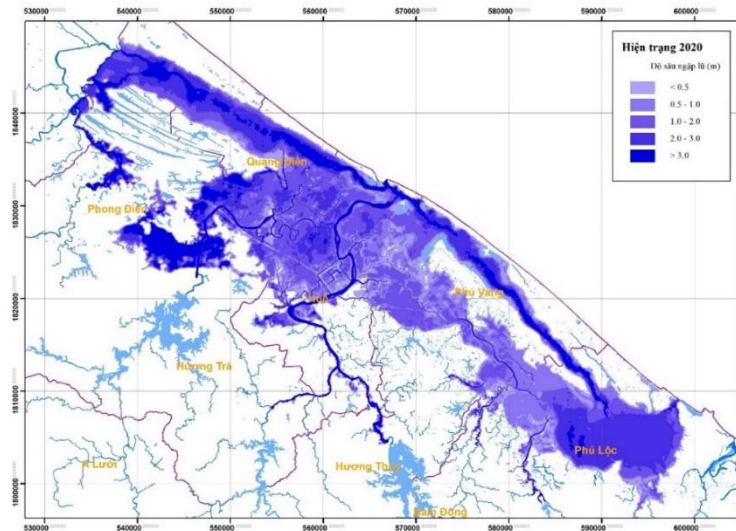


Hình 12. Kết quả mô phỏng ngập lũ trên mô hình MIKE

Mô phỏng lũ trực tiếp trên mô hình hai chiều với 57 tiểu lưu vực đã cho kết quả khá chi tiết về diện ngập, độ sâu ngập vùng hạ lưu Thừa Thiên Huế, bao gồm các tiểu lưu vực không nằm trên dòng chính sông Hương như: Nông, Truồi, Cầu Hai, Phú Bài.

3.2.2. Phân bố lũ và độ sâu ngập lũ

Từ kết quả mô phỏng, tiến hành xây dựng bản đồ ngập lũ (Hình 13). Thống kê diện tích ngập theo độ sâu có được thể hiện ở bảng 5, hình 14 và hình 15.

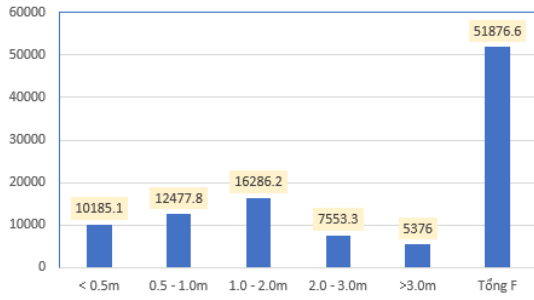


Hình 13. Bản đồ ngập lũ hiện trạng trận lũ tháng 10 năm 2020.

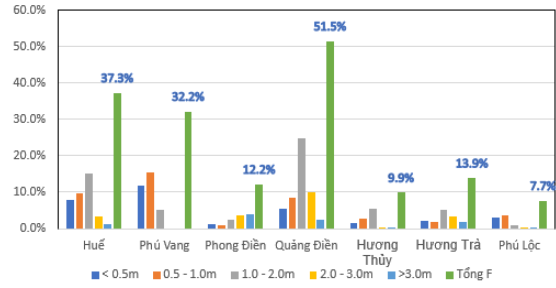
Bảng 5. Thống kê diện tích ngập lũ theo các huyện, thành phố, thị xã vùng hạ lưu

Địa phận	< 0.5m		0.5 m – 1.0 m		1.0m - 2.0m		2.0m – 3.0m		>3.0m		Tổng	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Huế	2.002,7	7,8	2.497,2	9,7	3.920,1	15,2	886,4	3,4	301,3	1,2	9.607,8	37,3
Phú Vang	2.440,8	11,8	3.152,3	15,3	1.050,6	5,1	10,3	0,0	1,9	0,0	6.655,8	32,2
Phong Điền	1.245,5	1,3	815,9	0,9	2.259,9	2,4	3.498,4	3,7	3.758,0	4,0	11.577,6	12,2
Quảng Điền	908,3	5,5	1.412,5	8,6	4.092,6	24,9	1.628,4	9,9	413,4	2,5	8.455,1	51,5
Hương Thủy	589,8	1,4	1.101,9	2,6	2.344,0	5,5	73,8	0,2	124,4	0,3	4.233,9	9,9
Hương Trà	820	2,1	736	1,8	2.045,0	5,1	1.291,0	3,2	672	1,7	5.563,0	13,9
Phú Lộc	2178	2,9	2762	3,7	574	0,8	165	0,2	105	0,1	5.783,4	7,7

Trên phạm vi toàn tỉnh Thừa Thiên Huế, trận lũ tháng 10 năm 2020 đã gây ngập lũ trên diện rộng, đến 51.876 ha; trong đó cấp độ ngập từ 1 m đến 2 m lớn nhất: 16.286 ha, từ 0,5 m đến 1,0 m là 16.478 ha; độ sâu ngập lớn hơn 3 m có 5.376 ha.



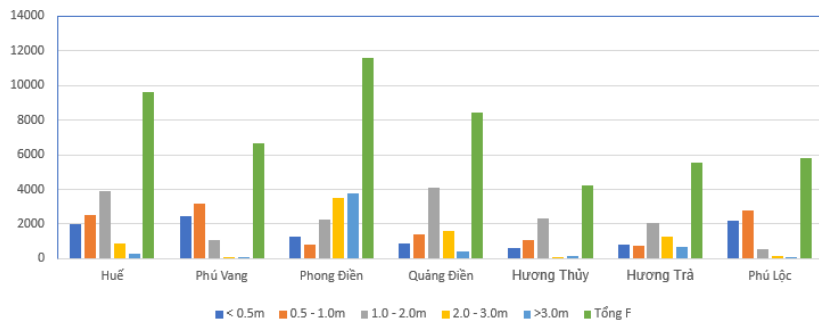
Hình 14. Biểu đồ diện tích các vùng ngập lũ vùng hạ lưu Thừa Thiên Huế (ha)



Hình 15. Tỷ lệ diện tích các vùng ngập lũ so với diện tích vùng hạ lưu Thừa Thiên Huế (ha)

Ngoại trừ hai huyện miền núi Nam Đông và A Lưới, thành phố Huế và các huyện, thị xã ở vùng hạ lưu đều bị ngập lũ (Hình 16), trong đó diện tích ngập lớn nhất là huyện Phong Điền: 11.576 ha, thành phố Huế: 9.608 ha, huyện Quảng Điền: 8.455 ha và huyện Phú Vang: 6.656 ha; ngập ít nhất là thị xã Hương Thủy: 4.234 ha. Đối với độ sâu ngập lớn hơn 1m, huyện Phong Điền chiếm diện tích nhiều nhất, tiếp theo là thành phố Huế, huyện Quảng Điền.

Về tỷ lệ diện tích vùng ngập so với diện tích tự nhiên, lớn nhất là huyện Quảng Điền 51,5%, tiếp theo là thành phố Huế 37,5%, huyện Phú Vang 32,2%. Các huyện Phong Điền, Hương Thủy, Hương Trà, Phú Lộc và thị xã Hương Thủy từ 7,8% đến 13,9% so với diện tích tự nhiên.



Hình 16. Biểu đồ diện tích các vùng ngập lũ các huyện thị và thành phố vùng hạ lưu (ha)

4. KẾT LUẬN

Mô phỏng lũ vùng hạ lưu sông Hương – Ô Lâu bằng mô hình hai chiều MIKE21 đã xác định chi tiết cụ thể diễn biến ngập lũ ở khu vực. Quá trình hiệu chỉnh, kiểm định thông qua các chỉ tiêu thống kê cho thấy việc sử dụng mô hình thủy lực hai chiều MIKE21 vùng hạ lưu sông Hương – Ô Lâu đảm bảo độ tin cậy cần thiết, đáp ứng được yêu cầu mô phỏng dòng chảy lũ, có thể sử dụng để đánh giá khả năng ngập và thoát lũ, tính toán hành lang thoát lũ.

Bản đồ ngập lũ cho trận lũ tháng 10/2020 xây dựng từ kết quả mô phỏng cho thấy đây là trận lũ đặc biệt lớn gây diện ngập rất lớn khu vực hạ lưu với diện tích ngập lên đến 51.876 ha, chiếm 10,3% diện tích toàn tỉnh. Qua kết quả mô phỏng ngập lụt có thể thấy hạ lưu hệ thống sông Hương – Ô Lâu là khu vực rất dễ bị ngập do tác động của một hay tổ hợp: mưa lớn trên thượng lưu, khả năng thoát nước ở hạ lưu và triều cường.

Do hạn chế số liệu quan trắc lưu lượng, nên thông số phần lớn các tiểu lưu vực được xác định theo phương pháp tương tự lưu vực, vì vậy có thể chưa thể hiện đúng tương quan trong một số thời điểm lũ lớn. Nghiên cứu chưa tính toán chi tiết cho ngập lụt cục bộ do mưa lớn. Tuy nhiên, kết quả xây dựng bản đồ ngập lụt và phân tích kết quả ngập chi tiết có thể được tham khảo phục vụ cho công tác phòng chống thiên tai và quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội của khu vực một cách bền vững.

5. LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh Thừa Thiên Huế, mã số: TTH.2021-KC.14, được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Văn Chiến (2015). *Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu, bổ sung và biên soạn đặc điểm khí hậu thủy văn Thừa Thiên Huế*. Báo cáo tổng kết đề tài cấp tỉnh Thừa Thiên Huế.
- [2]. Nguyễn Đính (2013). Nghiên cứu tác động của các công trình thủy lợi, thủy điện chính tới dòng chảy hạ du sông Hương. *Tạp chí Khí tượng - Thủy văn*.
- [3]. Nguyễn Đính, Nguyễn Hồng Sơn, và Lê Đình Thành (2013). Ứng dụng mô hình Hec-HMS và Hec-RAS nghiên cứu mô phỏng dòng chảy lũ lưu vực sông Hương, *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường*, vol 42.
- [4]. Hệ thống đo mưa VRain (2023). Số liệu đo mưa tự động năm 2020, 2022.
- [5]. Huỳnh Công Hoài, Nguyễn Thị Bả (2011). Mô phỏng giảm ngập lũ tại nội thành Huế khi có sự điều tiết lũ của hồ Tả Trạch. *Tạp chí Nghiên cứu và Phát triển*, 1 (84).
- [6]. Limerinos J.T. (1970). Determination of Manning's coefficient from measured bed roughness in natural channels: *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 1898-B*, 47 p.
- [7]. Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M.W., Bingner, R. L., Harmel, R. D., Veith T. L., 2007. Model Evaluation Guidelines for Systematic Quantification of Accuracy in Watershed Simulations, *Transactions of the ASABE*, 50 (3), pp. 885–900.
- [8]. Nguyễn Thám, Nguyễn Hoàng Sơn (2007). Phân tích các hình thế thời tiết gây mưa lũ ở lưu vực sông Hương, Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học và Giáo dục Trường Đại học Sư phạm Huế*.
- [9]. Nguyễn Thám, Nguyễn Hoàng Sơn (2010). Tác động của biến đổi khí hậu ở lưu vực sông Hương, Thừa Thiên Huế. *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*.
- [10]. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 10716:2015 Đo dòng chất lỏng trong kênh hở - phương pháp mặt cắt - độ dốc.
- [11]. Trần Hữu Tuyên, Nguyễn Thị Thanh Nhàn (2008). Mô phỏng biến động lòng dẫn sông Hương sau các trận lũ lớn năm 2004. *Tạp chí Khí tượng - Thủy văn*.

**FLOOD SIMULATION AND FLOOD MAPPING
IN THE LOWER SECTION OF THE HUONG – O LAU RIVER BASIN,
THUA THIEN HUE PROVINCE**

Tran Huu Tuyen*, Nguyen Thi Thuy

University of Sciences, Hue University

*Email: thtuyen@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

This article presents the implementation of flood simulation models and the creation of a flood map for the October 2020 flood event in the Huong and O Lau river basins using the MIKE NAM and MIKE 21FM model set. The models were calibrated and tested using data sets from hydrological meteorological stations, rain gauge stations VRain, and reservoir data with one-hour of rainfall. The calibration and testing processes demonstrated a strong correlation between the calculated flow, water levels, and actual measurements at the following stations: Kim Long on the Huong River, Phu Oc on the Bo River, and Phong Binh on the O Lau River, as well as the reservoir water flows. The flood map for October 2020 allows for the identification of flood levels in specific areas, providing a basis for proposing appropriate flood control solutions for each region and sustainable planning of economic and social development.

Keywords: Flooding, Simulation, Huong – Ô Lâu rivers.



Trần Hữu Tuyên sinh ngày 06/01/1968 tại Quảng Trị. Năm 1989, ông tốt nghiệp cử nhân ĐCCT tại trường Đại học Khoa học Huế. Năm 2003, ông nhận bằng Tiến sĩ Địa chất tại trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường Đại học Khoa học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa động lực và tai biến thiên nhiên.



Nguyễn Thị Thủy sinh ngày 20/10/1982 tại Thanh Hóa. Năm 2004, bà tốt nghiệp cử nhân Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2008, bà nhận bằng thạc sĩ Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2013, bà nhận bằng tiến sĩ Địa hóa tại Đại học Shizuoka (Nhật Bản). Hiện nay, bà công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa chất, địa hóa, thạch luận, khoáng sản.