TẠP CHÍ
KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN

Check for updates

Bài báo khoa học

Đánh giá rủi ro do ngập lụt đến kinh tế - xã hội tỉnh Vĩnh Long

Nguyễn Bách Tùng[1], Nguyễn Hồng Thủy[1], Lê Ngọc Quyền[2], Phạm Hồ Quốc Tuấn[2], Đặng Thị Hồng Nhung[3], Nguyễn Tường Vĩ[4], La Đức Dũng[5], Trần Ngọc Anh[1]*

[1] Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường, Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội; bachtung_cefd@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; nguyenhongthuy@hus.edu.vn

[2] Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Bộ, Tổng cục Khí tượng Thủy văn; quyentccb@gmail.com; phamhoquoctuan@yahoo.com

[3] Viện Địa lý, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam; danghongnhung65@gmail.com

[4] Chi cục Thủy lợi, Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bình Định; vint@snnptnt.binhdinh.gov.vn

[5] Tổng cục Khí tượng Thủy văn, Bộ Tài nguyên và Môi trường; dunglakttv@gmail.com

*Tác giả liên hệ: tranngocanh@hus.edu.vn; Tel.: +84–915051515

Ban Biên tập nhận bài: 15/8/2024; Ngày phản biện xong: 9/9/2024; Ngày đăng bài: 25/2/2025

Tóm tắt: Nghiên cứu này đã đánh giá rủi ro do lũ đến kinh tế xã hội trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long và là cơ sở để xác định cấp báo động lũ tại 9 vị trí sông trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. Nghiên cứu đã dựa trên các dữ liệu khảo sát thực tế tại tỉnh Vĩnh Long để xác định các đối tượng dễ bị tổn thương, vùng bị ảnh hưởng do ngập lụt và là dữ liệu đầu vào vào phục vụ tính toán rủi ro do ngập trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. Dựa trên thông tư 14/2021/TT-BTNMT quy định kỹ thuật xây dựng mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ, nghiên cứu này sẽ xây dựng các bản đồ rủi ro do lũ lụt trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long bằng cách phân tích tác động theo không gian của ngập lụt đến các loại sử dụng đất và mức độ rủi ro. Kết quả nghiên cứu cho thấy các tổng thiệt hại lớn nhất tại các xã tương ứng với 9 điểm báo động lũ như Tích Thiện, Hiếu Nhơn, Trung Thành Đông, Mỹ Lộc, Hòa Hiệp, Song Phú, Quới An, Tân Thành, Phú Đức lần lượt là 617,21 ha, 1233,88 ha, 1240,11 ha, 142,77 ha, 308,63 ha, 1672,9 ha, 1319,86 ha, 893,5 ha.

Từ khóa: Rủi ro do ngập lụt; Tỉnh Vĩnh Long.

1. Giới thiệu

Rủi ro thiên tai là thiệt hại mà thiên tai có thể gây ra về người, tài sản, môi trường, điều kiện sống và hoạt động kinh tế - xã hội [1]. Đánh giá rủi ro thiên tai là một quá trình thu thập, tổng hợp và phân tích thông tin về tình hình thiên tai, tình trạng dễ bị tổn thương, năng lực phòng chống thiên tai nhằm xác định mức độ rủi ro của một cộng đồng để tìm ra giải pháp giảm thiểu rủi ro thiên tai phù hợp [2]. Kết quả đánh giá rủi ro thiên tai sẽ giúp cung cấp thông tin cho việc lập kế hoạch phòng, chống thiên tai, xây dựng phương án ứng phó thiên tai phù hợp với điều kiện cụ thể của một địa phương.

Hiện nay, có nhiều hướng nghiên cứu khác nhau về rủi ro, nhằm phân loại các thành phần, yếu tố để đánh giá. Tuy nhiên, việc sử dụng các thuật ngữ liên quan đến rủi ro giữa các ngành, lĩnh vực nghiên cứu vẫn còn nhiều định hướng khác nhau. Phương pháp đánh giá định lượng cụ thể hóa số người bị ảnh hưởng và thiệt hại tính ra bằng đơn vị tiền tệ ưu thế hơn trong việc ước lượng giá trị kinh tế bị rủi ro. Phương pháp này đã giải quyết vấn đề so sánh mức độ rủi ro các đối tượng ở các khu vực khác nhau nhằm cung cấp thông tin để các nhà hoạch định lựa chọn khu vực ưu tiên đầu tư [3].

Một số nghiên cứu trước đây [4–7], phân tích rủi ro dựa trên việc xác định ba yếu tố cơ bản hiểm họa (H), tính dễ bị tổn thương xã hội (V) và mức phơi nhiễm (E). Rủi ro là một hàm số kết hợp của ba yếu tố R = f(H, V, E) [5], để xác định bản chất và mức độ rủi ro thiên tai thông qua phân tích các hiểm họa tiềm ẩn và đánh giá các điều kiện phơi nhiễm và dễ bị tổn thương mà khi kết hợp có thể gây hại cho con người, tài sản, dịch vụ, sinh kế và môi trường [4]. Rủi ro thiên tai được quyết định bởi hiểm họa (H), nếu không có nguy cơ hiểm họa xảy ra thì không có rủi ro thiên tai cho dù tính dễ bị tổn thương của khu vực rất cao [6].

Để lượng hóa được các hiểm họa tự nhiên liên quan đến nước (lũ, ngập lụt), nhiều phương pháp, công cụ và dữ liệu đã được sử dụng, bao gồm các mô hình thủy văn, thủy lực và chất lượng - nước, công cụ quan sát và GIS. Đối với sự phơi nhiễm, một số bộ dữ liệu tham chiếu địa lý và thông tin lãnh thổ đã được sử dụng, cho đến khi bị tổn thương, dẫn đến một cách tiếp cận định tính và định lượng hơn, tùy thuộc vào chất lượng và tính đồng nhất của dữ liệu, trong đó dữ liệu điều tra khảo sát các hiện trạng về sự phân bố dân cư, tính dễ bị tổn thương của cộng đồng, các hoạt động kinh tế xã hội chịu tác động của lũ, ngập lụt là rất quan trọng. Phương pháp đánh giá rủi ro định lượng đã được sử dụng trên Thế giới như các nghiên cứu [7–10], một số nghiên cứu có khung phương pháp chuẩn để đánh giá rủi ro thiên tai [11–16]; hoặc những nước đang phát triển với số liệu về các loại hình thiên tai thường không được cung cấp đầy đủ, dữ liệu tương đối ít. Tại Việt Nam, phương pháp đánh giá định lượng rủi ro (cụ thể hóa số người bị ảnh hưởng và thiệt hại tính ra bằng đơn vị tiền tệ) chưa sử dụng nhiều, mặc dù đã có các nghiên cứu [17–22]. Tuy nhiên, nghiên cứu này đã sử dụng phương pháp đánh giá rủi ro theo hướng dẫn của Thông tư 14/2021/TT-BTNMT [23] về quy định kỹ thuật xây dựng mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ. Phương pháp đã xác định dựa trên 3 yếu tố Hiểm họa, mức độ phơi bày, tính dễ bị tổn thương từ đó tính toán ra mức độ rủi ro và bản đồ rủi ro do lũ, ngập lụt theo 5 cấp (rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao) tương ứng với các cấp mực nước. Dựa trên kết quả tính toán rủi ro này sẽ là một phần cơ sở để có thể xác định mực nước tương ứng với cấp báo động lũ. Cụ thể, Nghiên cứu này đã sử dụng nguồn dữ liệu khảo sát xã hội học thực tế tại địa phương để làm cơ sở xác định mức độ rủi ro do lũ, ngập lụt ngoài các phương pháp đã được áp dụng về tính toán rủi ro trước đây [24].

2. Phương pháp đánh giá định lượng rủi ro và dữ liệu sử dụng

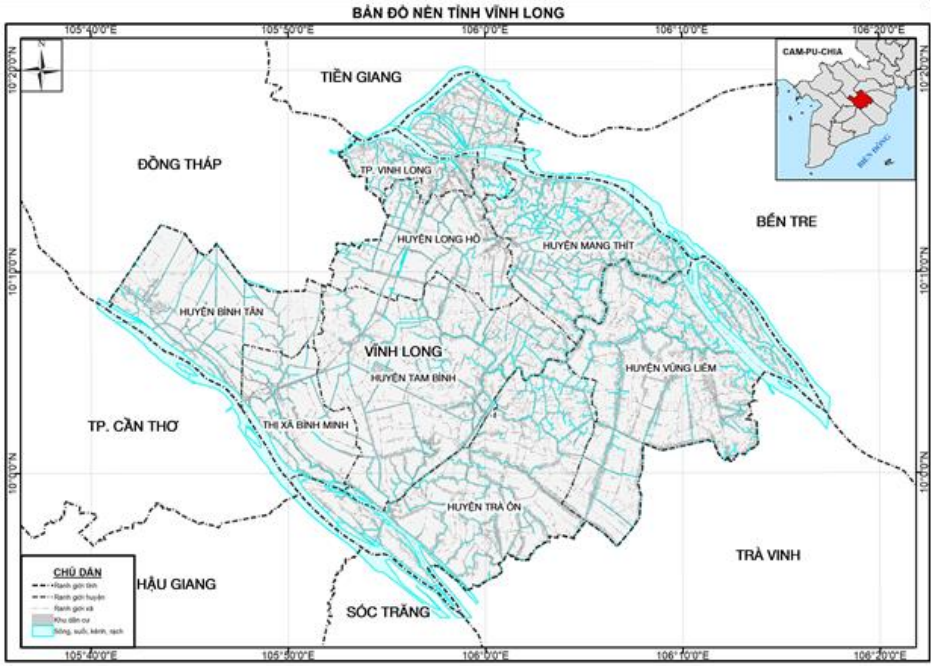
2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Vĩnh Long là tỉnh thuộc hạ lưu sông Mê Công, nằm ở khu vực trung tâm vùng Đồng bằng sông Cửu Long, tỉnh có 08 đơn vị hành chính cấp huyện, diện tích tự nhiên 1.525 km^2 chiếm 3,7% diện tích vùng Đồng bằng sông Cửu Long, dân số khoảng 1.029.015 người, với mật độ dân số là 674 người/km^2 [25]. Tỉnh Vĩnh Long có địa hình tương đối bằng phẳng, cao độ đất trung bình từ 0,5-1,25 m, có xu thế thoải dần theo hướng Bắc - Nam, cao ở ven sông Tiền, sông Hậu, sông Cổ Chiên và thấp dần vào trung tâm, tạo thành địa hình lòng máng chạy song song với hướng sông Tiền, sông Hậu. Địa hình cao nhất nằm ở ven sông Tiền (1,75 m), tập trung ở phường Tân Ngãi (thành phố Vĩnh Long) và thấp nhất (< 0,5 m) nằm ở xã Song Phú, Mỹ Lộc, Hậu Lộc (huyện Tam Bình). Vĩnh Long có 02 mùa rõ rệt, mùa khô từ tháng 12 đến tháng 4 năm sau, chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc, gây xâm nhập mặn; mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 11, chịu ảnh hưởng của gió mùa Tây Nam, thường mưa lớn gây lũ, ngập lụt. Nước lũ từ thượng nguồn sông Mê Kông tràn vào Đồng Tháp Mười, Tứ Giác Long Xuyên, theo hai sông Tiền và sông Hậu đổ ra Biển. Mùa lũ hướng chảy từ phía sông Tiền vào đồng, một phần theo các kênh dọc đưa xuống sông Măng Thít, một phần chuyển ra sông Hậu. Do ảnh hưởng triều truyền từ hai phía sông tạo nên các vùng giáp nước, gây tiêu thoát chậm và gây ngập úng. Đỉnh lũ thường đạt mức cao nhất vào tháng 10. Độ ngập sâu trong vùng từ 0,7 m đến 1,5 m thời gian ngập từ 2 đến 3 tháng. Triều cường và mưa lớn là một loại hình thiên tai gây ra nhiều thiệt hại cho tỉnh Vĩnh Long [26].

Tỉnh Vĩnh Long, nằm giữa trung tâm của Đồng bằng sông Cửu Long, chịu nhiều ảnh hưởng do thiên tai gây ra. Những trận lũ lụt lớn không chỉ gây thiệt hại về nông nghiệp mà còn tác động sâu rộng đến cơ sở hạ tầng, sức khỏe cộng đồng và các hoạt động kinh tế - xã hội khác. Nhà cửa bị cuốn trôi, đường sá bị hư hỏng, các công trình công cộng bị phá hủy, và hệ thống y tế gặp khó khăn trong việc đối phó với các dịch bệnh lây lan. Việc đánh giá và hiểu rõ tác động của ngập lụt đối với kinh tế xã hội tỉnh Vĩnh Long không chỉ giúp nhận diện những thách thức hiện tại mà còn là cơ sở quan trọng để đề xuất các biện pháp phòng chống, ứng phó hiệu quả hơn trong tương lai.

Bảng 1. Tình hình thiệt hại do triều cường, mưa lớn từ năm 2011 đến 2020 (Đơn vị: Triệu đồng) [27].

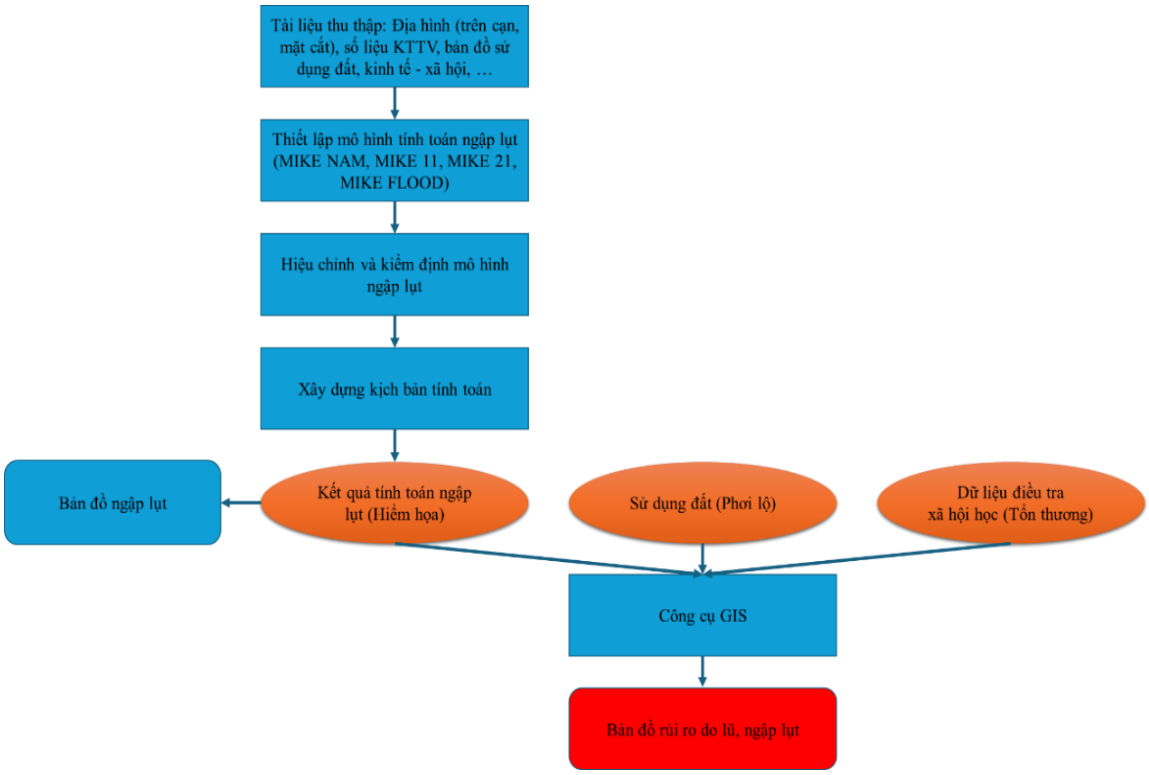
Năm	Nông nghiệp, chăn nuôi, thủy sản	Cơ sở hạ tầng				Tổng thiệt hại
		Nhà ở	Thủy lợi	Giao thông	Khác	
2011	132.326,46	-	58.281,65	47.485,60		238.093,71
2012	Thiệt hại không đáng kể					
2013	9.109,46	1.000,00	3.545,90	709,88		14.365,24
2014	1.866,50	100,00	996,00	170,00		3.132,50
2015	Thiệt hại không đáng kể					
2016	634,22		678,61			1.312,83
2017	1.450,50		3.585,60	1.074		6.110,10
2018	16.705	240	12.598	2.868	51	32.462,00
2019	6.951		5.111,50	8.607		20.669,50
2020	3.698,80		1.085	541,9		5.325,70
Tổng	**172.741,94**	**1.340,00**	**85.882,26**	**61.456,38**	**51,00**	**321.471,58**



Hình 1. Bản đồ vị trí tỉnh Vĩnh Long.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu này đã tiến hành thu thập các dữ liệu tại địa phương để sử dụng làm đầu vào cho mô hình tính toán ngập lụt và tính toán rủi ro do lũ và ngập lụt. Sau đó, tiến hành xây dựng mô hình tính toán ngập lụt cho tỉnh Vĩnh Long và đã hiệu chỉnh, kiểm định với các trận lũ lịch sử gần đây. Kết quả tính toán ngập lụt (hiểm họa), Bản đồ sử dụng đất được xử lý chuẩn hóa (phơi lộ) và dữ liệu điều tra xã hội học xây dựng bản đồ tổn thương thông qua các phiếu điều tra (tổn thương) đã được đưa vào công cụ GIS để chồng lớp bản đồ và phân ra các mức độ rủi ro theo 5 cấp. Cụ thể sơ đồ nghiên cứu được thể hiện dưới Hình 2 và các phương pháp nghiên sử dụng trong nghiên cứu này.



Hình 2. Cách tiếp cận của nghiên cứu.

Phương pháp điều tra khảo sát: Đã thực hiện điều tra xã hội học bằng phiếu để thu thập các thông tin về tác động của lũ đến đời sống dân cư, sản xuất và hoạt động kinh tế - xã hội tại 9 UBND xã có kế hoạch xây dựng cấp báo động lũ và 45 phiếu người dân sống khu vực để nắm rõ về tình hình lũ và phương pháp phòng tránh lũ tại địa phương.

Phương pháp mô hình: Phương pháp này được thực hiện trên cơ sở tận dụng tối đa sự phát triển của công nghệ thông tin trong lĩnh vực nghiên cứu phát triển mô hình ngập lụt trong nước và trên thế giới, cụ thể là các mô hình toán thủy văn thủy lực họ mô hình MIKE như MIKE 11, MIKE 21, MIKE FLOOD. Sử dụng công cụ mô hình để tính toán, mô phỏng dòng chảy đến, lượng mưa sinh ra dòng chảy, diễn toán dòng chảy trong sông, dòng chảy lũ, ngập lụt.

Phương pháp xây dựng bản đồ ngập lụt: Đã sử dụng kết hợp mô hình tính toán thủy văn thủy lực kết hợp với công cụ GIS để xây dựng bản đồ ngập lụt. Sử dụng công cụ mô hình để tính toán, mô phỏng dòng chảy đến, lượng mưa sinh ra dòng chảy, diễn toán dòng chảy trong sông, dòng chảy lũ, ngập lụt. Sau đó từ các kết quả tính toán mức độ ngập lụt của mô hình thủy động lực và các số liệu về kinh tế xã hội phân theo hành chính, dự án sẽ sử dụng phương pháp bản đồ để phân tích tác động theo không gian đến các hoạt động sản xuất nông lâm ngư nghiệp, hoạt động công nghiệp, dịch vụ và các hoạt động kinh tế khác trong điều kiện hiện trạng và quy hoạch hiện có

Phương pháp xây dựng bản đồ rủi ro: Đã dựa trên Điều 9 của Thông tư 14/2021/TT-BTNMT ngày 31/8/2021 của Bộ Tài nguyên và Môi trường cần xác định mức độ rủi ro (rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao) đối với các khu vực sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thuỷ sản, bãi thấp ven sông, vùng dân cư của địa phương. Do vậy, xác định rủi ro bằng phương pháp đánh giá rủi ro định tính rất hữu ích cho các cơ quan quản lý địa phương cũng như các cơ quan lập kế hoạch phòng chống thiên tai. Phương pháp này khá dễ hiểu và có thể áp dụng dễ dàng với thu thập dữ liệu đơn giản. Phương pháp sử dụng đánh giá rủi ro như sự kết hợp của ba yếu tố cơ bản: Hiểm họa (H), Phơi lộ (E) và Tính dễ tổn thương (V) : R = f(H,E,V). Từ các kết quả tính toán mức độ rủi ro và các số liệu về kinh tế xã hội phân theo hành chính, sẽ sử dụng phương pháp bản đồ để thể hiện các kết quả hiển thị lên bản đồ.

Bảng 2. Phân cấp hiểm họa theo độ sâu ngập lụt tỉnh Vĩnh Long.

Độ sâu ngập (m)	**0,2 - 0,4**	**0,4 - 0,6**	**0,6 - 0,8**	**0,8 - 1,0**	**> 1,0**
Cấp độ hiểm hoạ (H)	1 (rất thấp)	2 (thấp)	3 (trung bình)	4 (cao)	5 (rất cao)

Bảng 3. Phân cấp tính dễ bị tổn thương của các loại hình sử dụng đất tỉnh Vĩnh Long.

TT	**Loại đất**	**Cấp độ dễ bị tổn thương (V)**	**TT**	**Loại đất**	**Cấp độ dễ bị tổn thương (V)**
1.	Đất ở tại nông thôn	5 - cao	17.	Đất rừng phòng hộ	2 - thấp
2.	Đất chợ	5 - cao	18.	Đất rừng sản xuất	2 - thấp
3.	Đất chuyên trồng lúa nước	6 - rất cao	19.	Đất sinh hoạt cộng đồng	4 - trung bình
4.	Đất có mặt nước chuyên dùng	1 - rất thấp	20.	Đất sông, ngòi, kênh, rạch	1 - rất thấp
5.	Đất cơ sở sản xuất phi nông nghiệp	4 - trung bình	21.	Đất sử dụng cho hoạt động khoáng sản	4 - trung bình
6.	Đất công trình bưu chính viễn thông	4 - trung bình	22.	Đất thuỷ lợi	2 - thấp
7.	Đất công trình năng lượng	4 - trung bình	23.	Đất thương mại, dịch vụ	4 - trung bình
8.	Đất đồi núi chưa sử dụng	1 - rất thấp	24.	Đất trồng cây lâu năm	6 - rất cao
9.	Đất giao thông	5 - cao	25.	Đất trồng lúa nước còn lại	6 - rất cao
10.	Đất khu vui chơi giải trí công cộng	3 - vừa	26.	Đất xây dựng cơ sở giáo dục và đào tạo	3 - vừa
11.	Đất khu công nghiệp	4 - trung bình	27.	Đất xây dựng cơ sở thể dục thể thao	3 - vừa
12.	Đất nghĩa trang, nghĩa địa, nhà tang lễ, nhà hoả táng	2 - thấp	28.	Đất xây dựng cơ sở tôn giáo	3 - vừa
13.	Đất nuôi trồng thuỷ sản	6 - rất cao	29.	Đất xây dựng cơ sở y tế	3 - vừa
14.	Đất nương rẫy trồng cây hằng năm khác	6 - rất cao	30.	Đất xây dựng sơ cở văn hoá	3 - vừa
15.	Đất phi nông nghiệp khác	2 - thấp	31.	Đất xây dựng trụ sở của tổ chức sự nghiệp	3 - vừa
16.	Đất quốc phòng	2 - thấp	32.	Đất xây dựng trụ sở cơ quan	3 - vừa

Phương pháp lập bản đồ rủi ro lũ, ngập lụt được xây dựng là sự kết của bản đồ ngập lụt với đối tượng dễ bị tổn thương được xác định trong vùng ngập lụt là hiện trạng sử dụng đất (bao gồm: Đất ở dân cư, đất nuôi trồng thủy sản, đất sản xuất nông nghiệp).

Bảng 4. Phân cấp cấp độ rủi ro.

Giá trị hàm rủi ro	**2 - 4**	**> 4 - 6**	**> 6 - 8**	**> 8 - 10**	**> 10 - 12**
Cấp độ rủi ro (R)	1 (rất thấp)	2 (thấp)	3 (trung bình)	4 (cao)	5 (rất cao)

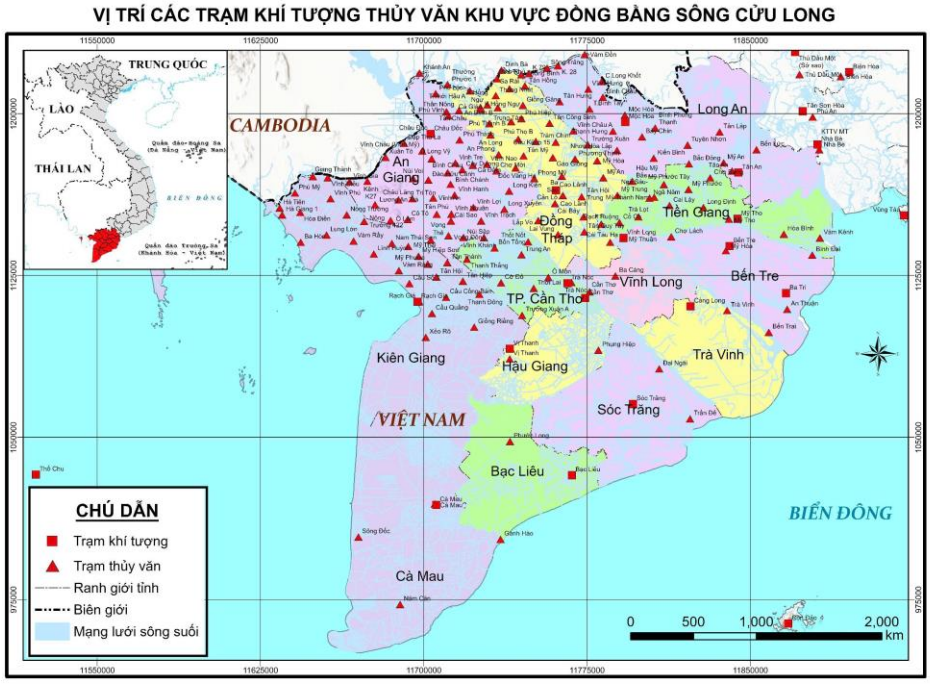
2.3. Số liệu sử dụng

Dữ liệu khí tượng: Số liệu mưa tại trạm Vĩnh Long, Trà Ôn, Tam Bình từ năm 2000 - 2021 được thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Vĩnh Long.

Dữ liệu thủy văn: Số liệu lưu lượng tại các trạm Tân Châu, Châu Đốc; số liệu mực nước, lưu lượng các trạm Cần Thơ, Mỹ Thuận, Long Xuyên, Đại Ngãi, Trà Vinh từ năm 2000 - 2021 thu thập từ Đài Khí tượng thủy văn Khu vực Nam Bộ. Số liệu đo đạc các trạm nội đồng tại các trạm Ba Càng, Nhà Đài, Tích Thiện, Nàng Âm, Tân Thành, Phú Đức từ năm 2010 -

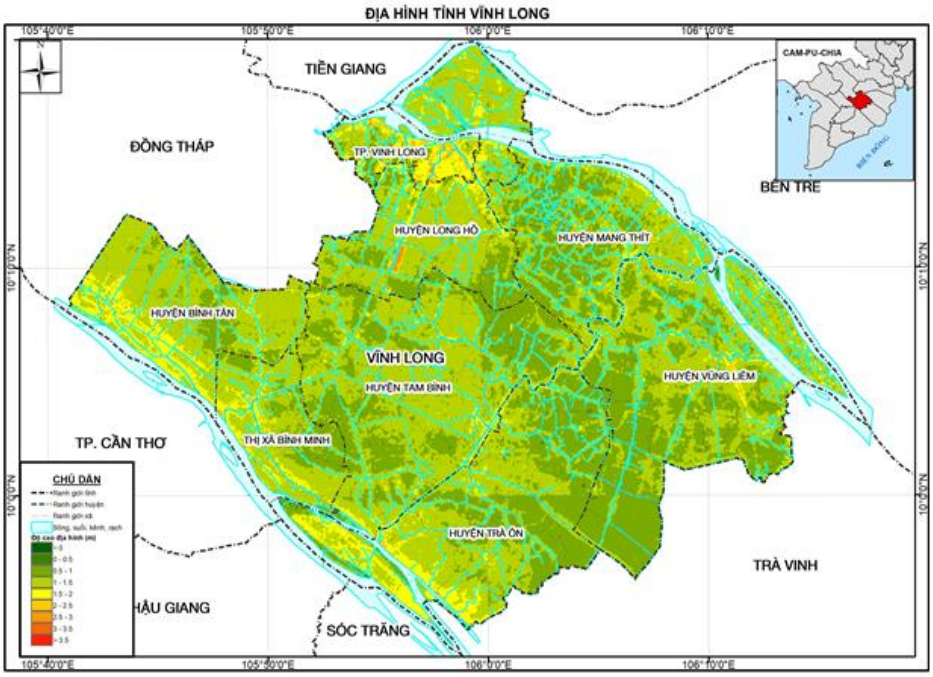
2021 được thu thập từ Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Vĩnh Long và đợt lũ tháng 8, 9 năm 2022 được Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường thực hiện.

Dữ liệu hải văn: Số liệu mực nước triều được trích từ biên triều điều hòa trong mô hình MIKE làm số liệu điều kiện biên mở phía biển (biên mực nước).



Hình 3. Bản đồ trạm khí tượng thủy văn khu vực Đồng bằng sông Cửu Long [28].

Dữ liệu địa hình: Bản đồ địa hình 1/5.000 của toàn tỉnh Vĩnh Long và bản đồ địa hình 1/2000 tại thành phố Vĩnh Long do Trung tâm thông tin dữ liệu và đo đạc bản đồ - Cục bản đồ thực hiện được sử dụng để xây dựng mô hình số độ cao (DEM) với độ phân giải 10m×10m bằng các công cụ GIS. Hệ toạ độ được sử dụng trong hệ thiết lập này là hệ toạ độ VN2000.



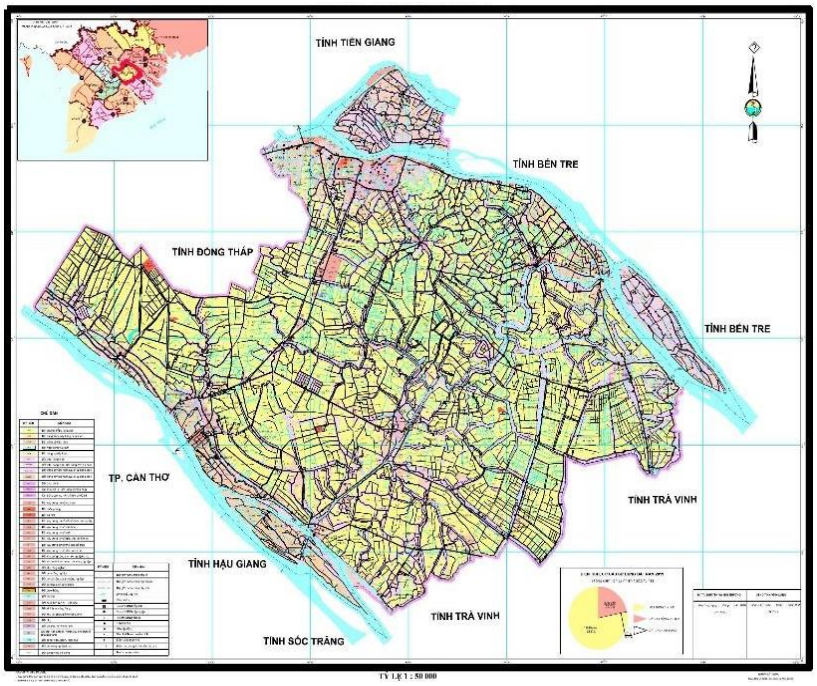
Hình 4. Bản đồ địa hình tỉnh Vĩnh Long.

Tài liệu mặt cắt ngang sông chính: Kế thừa, thu thập từ các đề tài, dự án có liên quan đến khu vực nghiên cứu các dữ liệu mặt cắt ngang sông.

Bảng 5. Số liệu mặt cắt đã thu thập.

TT	Tên sông	Chiều dài (km)	Số mặt cắt sông chính trong mô hình
1	Sông Tiền	230	158
2	Sông Hậu	230	155
3	Sông Cổ Chiên	90	45
4	Sông Măng Thít	47	14

Dữ liệu sử dụng đất: Tỉnh Vĩnh Long có tổng diện tích đất tự nhiên 152.573,4 ha, trong đó đất nông nghiệp 119.691,6 ha, đất phi nông nghiệp 32.864,7 ha, đất chưa sử dụng 17 ha.



Hình 5. Bản đồ sử dụng đất tỉnh Vĩnh Long.

Ngoài các dữ liệu trên, nghiên cứu còn thu thập các dữ liệu giao thông, hệ thống công trình thủy lợi theo số liệu điều tra từ Chi cục Thủy lợi tỉnh Vĩnh Long, hiện trạng hệ thống thủy lợi của tỉnh đến tháng 8 năm 2021.

3. Kết quả

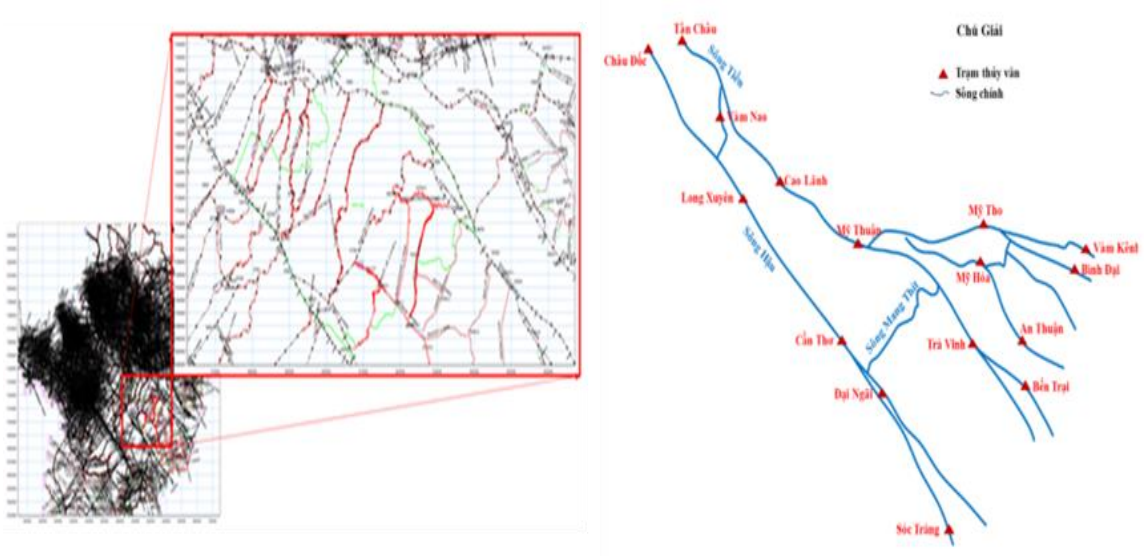
3.1. Xây dựng mô hình và các kịch bản tính toán

a) Thiết lập mô hình MIKE 11

Mạng lưới thủy lực 1D được mở rộng đến Krattie và Biển Hồ sau đó trích tại các trạm thủy văn trên dòng chính sông Tiền và sông Hậu. Với các số liệu được thu thập là dữ liệu đầu vào cho mô hình bao gồm lưu lượng quan trắc hàng ngày tại Tân Châu (sông Tiền), Châu Đốc (sông Hậu) được sử dụng là biên trên mô hình thủy lực 1D và mực nước triều tại 9 cửa sử dụng dữ liệu từ hàm điều hòa: Cửa Đại, Cửa Tiểu, Ba Lai, Hàm Luông, Cổ Chiên, Cung Hầu, Bassac, Trần Đề, Định An được lấy làm biên dưới cho mô hình thủy lực 1D (Hình 6).

b) Thiết lập mô hình thuỷ lực 2 chiều

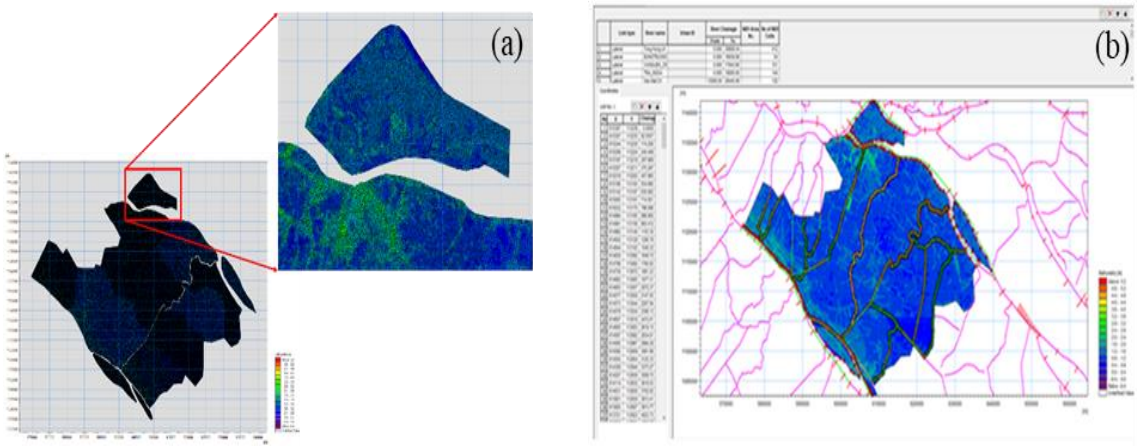
Đây là bước quan trọng trong việc xây dựng mô hình toán. Căn cứ vào địa hình và các khu vực khác nhau trong vùng tính toán mà chia lưới tính toán thủy lực khác nhau. Đối với khu vực ven sông và 9 vị trí cần xây dựng cấp báo động thì mức độ cần mô phỏng chi tiết hơn nên lưới tính toán được chia dày hơn với kích thước ô lưới từ 50-100 m, còn với khu vực bãi ở xa sông hơn và khả năng xảy ra ngập lũ ít thì chia lưới thưa hơn với kích thước từ 100-200 m. Lưới tính thiết lập là lưới cong trực giao (Hình 7a).



Hình 6. Sơ đồ mạng sông chính và mạng lưới thủy lực trong mô hình MIKE 11.

(c) Kết nối mô hình thuỷ lực 1-2 chiều

Sau khi xây dựng mạng lưới thủy lực MIKE 11 và MIKE 21, tiến hành kết nối cả hai mạng thủy lực một và hai chiều bằng MIKE FLOOD các sông chính của tỉnh Vĩnh Long: sông Tiền, sông Hậu chảy qua địa phận tỉnh Vĩnh Long, các sông rạch trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long như hình 7b.



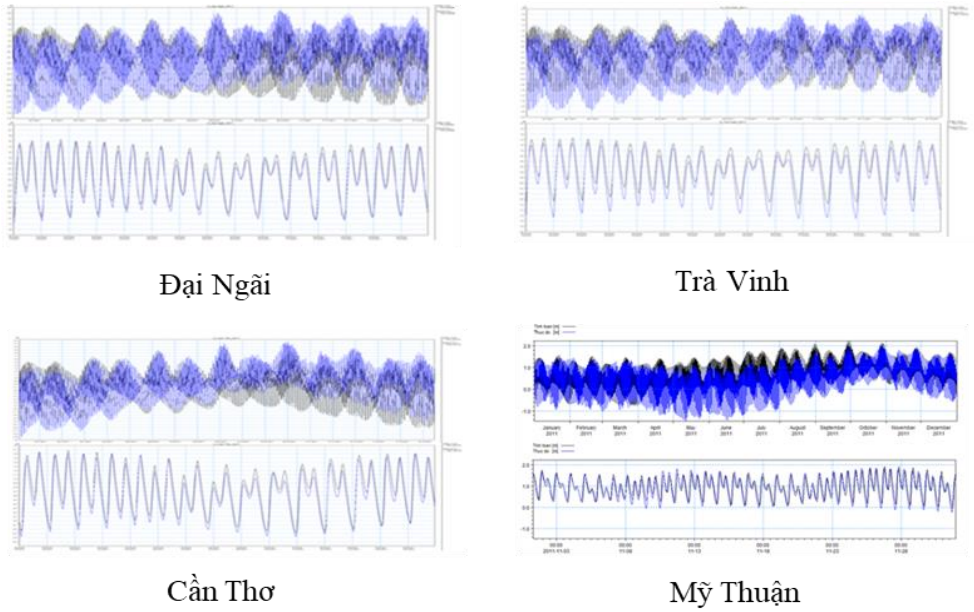
Hình 7. (a) Miền tính, lưới tính, (b) Liên kết cho mô hình MIKE FLOOD.

(d) Hiệu chỉnh mô hình

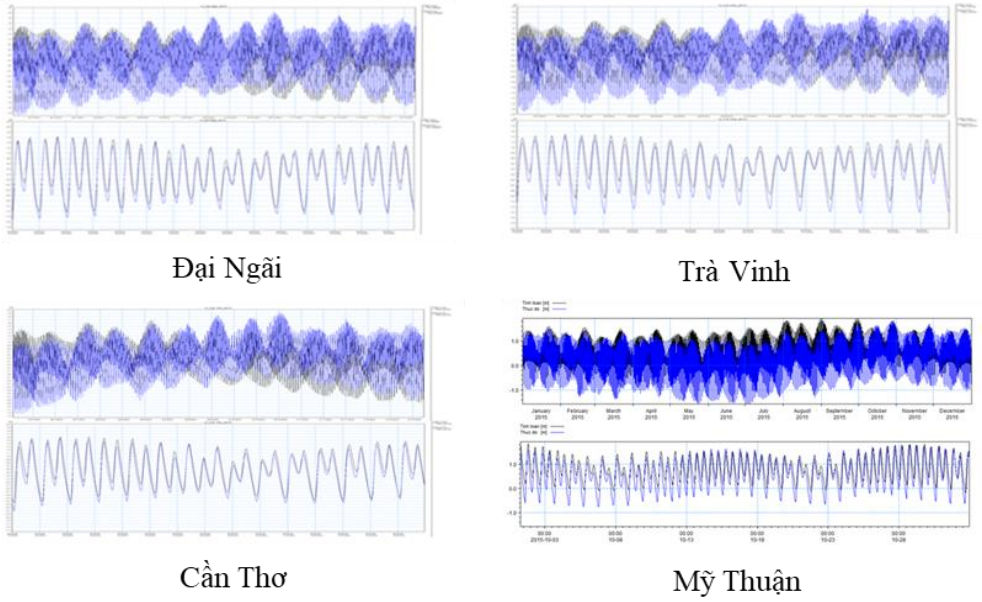
Số liệu mực nước mùa lũ thời đoạn 1/7/2011 - 31/12/2011, 1/7/2015 - 31/12/2015 được sử dụng để hiệu chỉnh mô hình. Kết quả tính toán khá tốt hệ số Nash đều trên 0,8 tại các trạm thủy văn Mỹ Thuận, Đại Ngãi, Trà Vinh (Bảng 6, Hình 8, 9).

Bảng 6. Hệ số Nash giai đoạn hiệu chỉnh.

Năm	Trạm	Yếu tố	Nash	Năm	Trạm	Yếu tố	Nash
2011	Đại Ngãi	H	0,84	2015	Đại Ngãi	H	0,9
	Trà Vinh	H	0,84		Trà Vinh	H	0,83
	Mỹ Thuận	H	0,87		Mỹ Thuận	H	0,84
	Cần Thơ	H	0,76		Cần Thơ	H	0,83



Hình 8. Kết quả hiệu chỉnh thời đoạn 1/1/2011 - 31/12/2011.



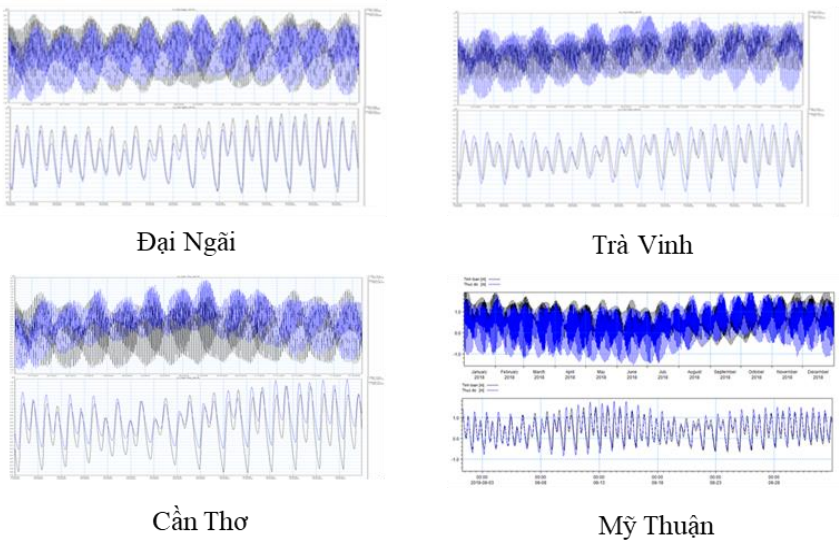
Hình 9. Kết quả hiệu chỉnh thời đoạn 1/1/2015 - 31/12/2015.

(e) Kiểm định mô hình

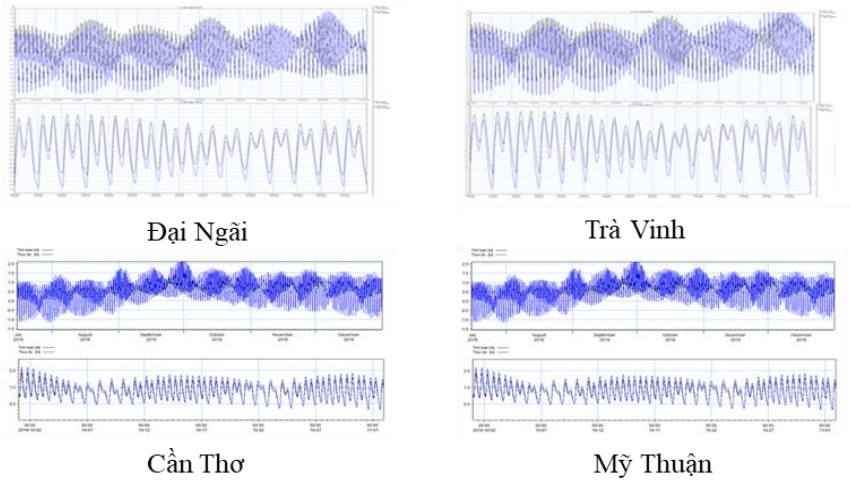
Số liệu mực nước mùa lũ thời đoạn 1/7/2018 - 31/12/2018, 16/7/2019 - 9/10/2019 được sử dụng để kiểm định mô hình. Kết quả tính toán khá tốt hệ số Nash đều trên 0,8 (Bảng 7). Mực nước thực đo và tính toán tại trạm thủy văn Mỹ Thuận, Đại Ngãi, Trà Vinh cho thấy sự phù hợp với thực tế (Hình 10, 11).

Bảng 7. Hệ số Nash giai đoạn hiệu chỉnh.

Năm	Trạm	Yếu tố	Nash	Năm	Trạm	Yếu tố	Nash
2018	Đại Ngãi	H	0,84	2019	Đại Ngãi	H	0,82
	Trà Vinh	H	0,9		Trà Vinh	H	0,88
	Mỹ Thuận	H	0,82		Mỹ Thuận	H	0,82
	Cần Thơ	H	0,77		Cần Thơ	H	0,86



Hình 10. Kết quả hiệu chỉnh thời đoạn 1/1/2018 - 31/12/2018.



Hình 11. Kết quả hiệu chỉnh thời đoạn 16/7/2019 - 09/10/2019.

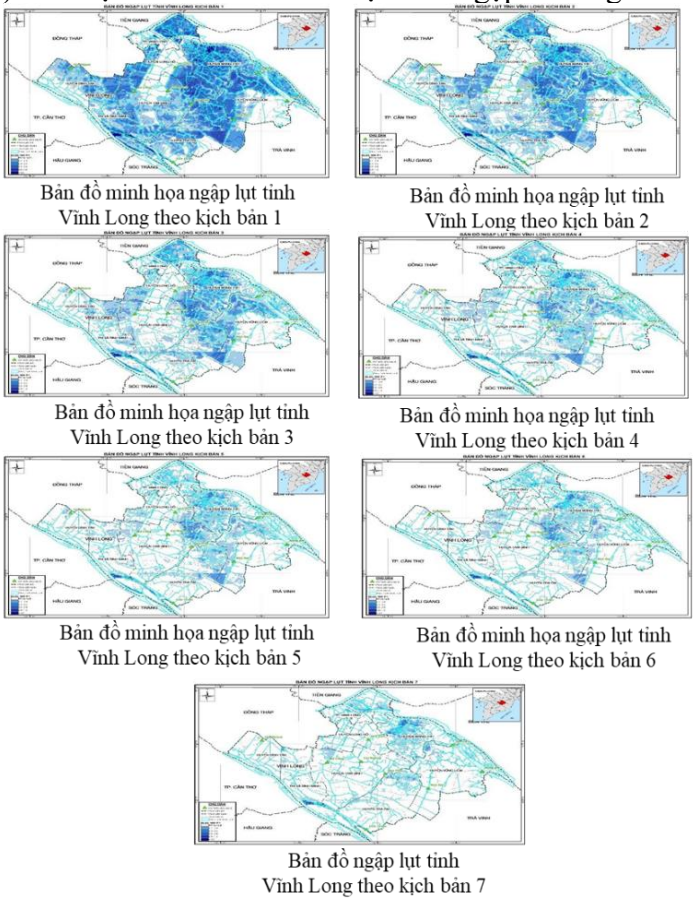
Dựa trên số liệu đo đạc nhiều năm tại trạm Mỹ Thuận, Cần Thơ, Trà Vinh, Đại Ngãi từ năm 2000-2021 và số liệu đo đạc các trạm nội đồng tại các trạm Ba Càng, Nhà Đài, Tích Thiện, Nàng Âm, Tân Thành, Phú Đức từ năm 2010-2021 và đợt lũ tháng 8,9 năm 2022. Từ đó, xác định ra mực nước lớn nhất tại các trạm thủy văn và trạm nội đồng để tính toán, phân tích lựa chọn xây dựng kịch bản mực nước lớn nhất (KB1) và mỗi kịch bản thay đổi giá trị mực nước 10cm. Do vậy, nghiên cứu đề ra 7 nhóm kịch bản ứng với các mực nước tại trạm thủy văn Vĩnh Long và 9 vị trí trạm nội đồng để tính toán và đánh giá mức độ thiệt hại (Bảng 8).

Bảng 8. Kịch bản và giá trị mực nước tương ứng tại các vị trí.

TT	Tên kịch bản	Trạm Vĩnh Long	Ba Càng	Nhà Đài	Nàng Âm	Quới An	Hòa Hiệp	Tân Thành	Phú Đức	Cái Ngang	Tích Thiện
1	KB1	2,2	2,1	2	2	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1
2	KB2	2,1	2	1,9	1,9	2	2,1	2,1	2,1	2,1	2
3	KB3	2	1,9	1,8	1,8	1,9	2	2	2	2	1,9
4	KB4	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8
5	KB5	1,8	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7
6	KB6	1,7	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6
7	Kb7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5

3.2. Kết quả tính toán ngập lụt

Tại vị trí sông Ba Càng (xã Song Phú, huyện Tam Bình) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 308,63 ha; sông Cái Cối (xã Phú Đức, huyện Long Hồ) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 893,50 ha; sông Ngã Hậu (xã Hiếu Nhơn, huyện Vũng Liêm) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 1343,13 ha; sông Hậu (xã Tích Thiện, huyện Trà Ôn) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 617,21 ha; sông Huyện Hàm (xã Tân Thành, huyện Bình Tân) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 1319,87 ha; sông Cái Ngang (xã Mỹ Lộc, huyện Tam Bình) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 1240,11 ha; sông Măng Thít (xã Hòa Hiệp, huyện Tam Bình) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 1431,80 ha; sông Nàng Âm (xã Trung Thành Đông, huyện Vũng Liêm) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 171,86 ha; sông Măng Thít (xã Quới An, huyện Vũng Liêm) theo kịch bản 1 lớn nhất diện tích ngập khoảng 1672,90 ha.

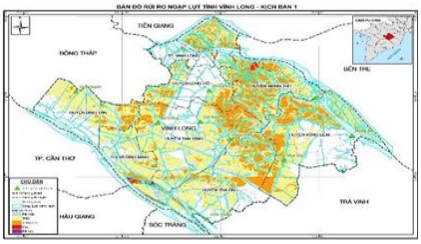


Hình 12. Bản đồ ngập lụt của tỉnh Vĩnh Long theo các kịch bản mực nước.

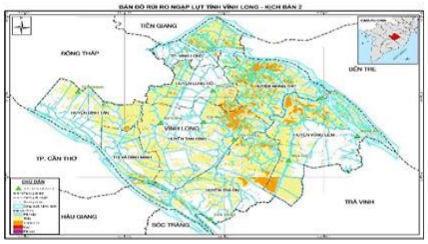
3.3. Kết quả đánh giá tác động của ngập lụt đến kinh tế - xã hội tỉnh Vĩnh Long

Dựa trên phương pháp điều tra, khảo sát, số liệu thống kê của địa phương và phương pháp chuyên gia, nhóm nghiên cứu xác định mức độ ngập sâu trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long có mức ngập lớn nhất khoảng 1,0 m và các loại sử dụng đất chính từ đó làm cơ sở để phân cấp ra cấp độ hiểm họa và cấp độ dễ bị tổn thương làm đầu vào để tính toán các cấp độ rủi ro thiên tai do lũ lụt.

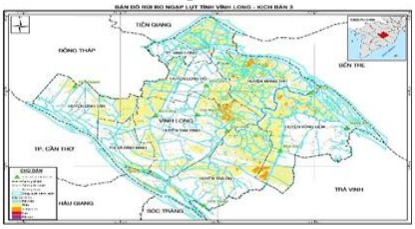
Kết quả toán diện tích rủi ro đã thể hiện rõ ràng các mức độ tác động khác nhau theo các kịch bản ngập lụt. Diện tích rủi ro gây ra bởi lũ KB1 là lớn nhất trong 7 kịch bản lũ được tính toán bao gồm KB1, KB2, KB3, KB4, KB5, KB6, KB7 với tổng diện tích rủi ro tại các xã Tích Thiện, Hiếu Nhơn, Trung Thành Đông, Mỹ Lộc, Hòa Hiệp, Song Phú, Quới An, Tân Thành, Phú Đức lần lượt là 617,21 ha, 1233,88 ha, 1240,11 ha, 142,77 ha, 308,63 ha, 1672,9 ha, 1319,86 ha, 893,5 ha (Hình 13, 14).



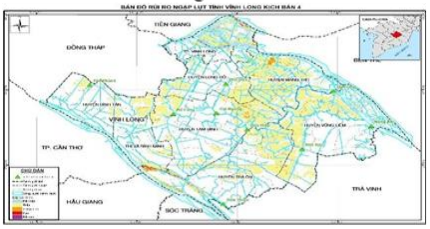
(a) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 1



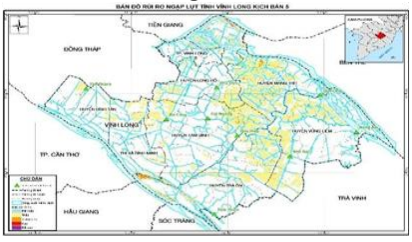
(b) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 2



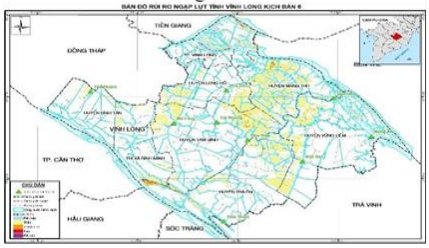
(c) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 3



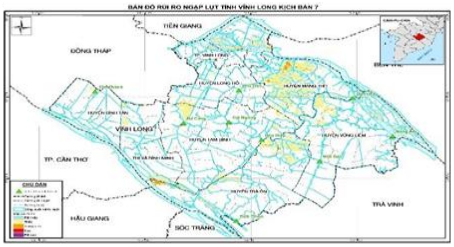
(d) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 4



(e) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 5



(f) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 6



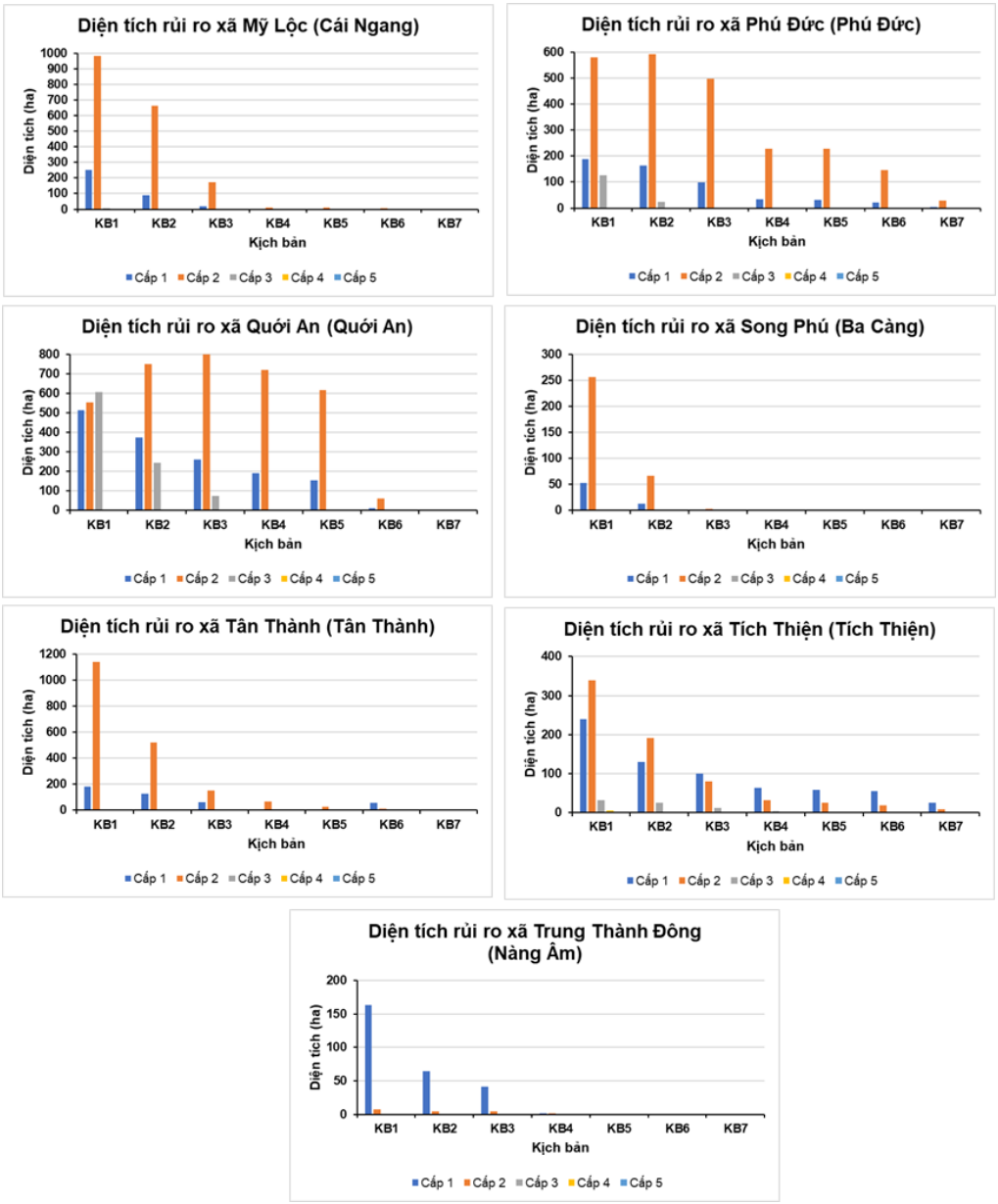
(g) Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo kịch bản 7

Hình 13. Bản đồ minh họa rủi ro do ngập lụt tỉnh Vĩnh Long theo các kịch bản.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã dựa trên các dữ liệu khảo sát thực tế tại tỉnh Vĩnh Long để xác định các đối tượng dễ bị tổn thương, vùng bị ảnh hưởng do ngập lụt và là dữ liệu đầu vào vào phục vụ tính toán rủi ro do ngập trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. Nghiên cứu dựa trên thông tư 14/2021/BTNMT nhưng cũng là kết quả được tính toán xác định đầu tiên tại vùng Đồng bằng sông Cửu Long, qua đó các tỉnh xung quanh có cơ sở khoa học để thực hiện các dự án tương tự tiếp theo về tính toán rủi ro do lũ, ngập lụt.

Nghiên cứu này đã đánh giá rủi ro do lũ đến kinh tế - xã hội trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long, đặc biệt tại 9 điểm xây dựng báo động lũ có diện tích rủi ro lớn nhất theo kịch bản tính toán lớn nhất tổng diện tích rủi ro tại các xã Tích Thiện, Hiếu Nhơn, Trung Thành Đông, Mỹ Lộc, Hòa Hiệp, Song Phú, Quới An, Tân Thành, Phú Đức lần lượt là 617,21 ha, 1233,88 ha, 1240,11 ha, 142,77 ha, 308,63 ha, 1672,9 ha, 1319,86 ha, 893,5 ha. Từ kết quả tính toán rủi ro theo các kịch bản là cơ sở để xác định mức nước theo cấp báo động lũ tại 9 vị trí sông trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long, cung cấp thông tin quan trọng trong xây dựng phương án ứng phó với lũ lụt hiệu quả hơn trong thời gian tới.



Hình 14. Biểu đồ minh họa diện tích rủi ro theo các kịch bản tại 9 vị trí.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.N.A., L.Đ.D., N.B.T.; Xử lý số liệu: L.N.Q., P.H.Q.T.; Viết bản thảo bài báo: N.B.T., D.T.H.N., N.T.V.; Chỉnh sửa bài báo: N.B.T., N.H.T.

Lời cảm ơn: Bài báo cảm ơn Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường (CEFD) đã hỗ trợ hoàn thành nghiên cứu này.

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. Luật Phòng chống thiên tai ngày 19 tháng 6 năm 2013.
2. Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP). Tài liệu hướng dẫn đánh giá rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng của Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành, tái bản lần 2. 2015.

3. Anh, N.K.N.; Anh, T.N.; Bình, N.T.; Tuấn, P.H.Q.; Hải, L.T.A.; Quyền, L.N. Đánh giá định lượng rủi ro ngập lụt tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu trong bối cảnh Biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *734*, 63–77.
4. Ngân hàng Thế giới. Quản lý Thiên tai Việt Nam (VN-Haz) của Chính phủ Việt Nam triển với khoản tín dụng của Hiệp hội Phát triển Quốc tế (IDA). 2020.
5. Hương, H.T.L.; Hiển, N.X.; Thủy, N.T.; Hằng, V.T.; Công, N.T. Công. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt khu vực Trung Trung Bộ. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, *715*, 13–26.
6. Văn, C.T.; Sơn, N.T. Nghiên cứu thiết lập phương pháp cơ bản đánh giá rủi ro lũ lụt ở đồng bằng sông Cửu Long. *Tạp chí Khoa học Đại học Quốc gia Hà Nội: Các Khoa học Trái đất và Môi trường* **2016**, *32(3S)*, 264–270.
7. Sơn, N.T. Đánh giá mức độ tổn thương về kinh tế - xã hội do lũ lụt trên một số lưu vực sông chính ở miền Trung trong bối cảnh biến đổi khí hậu và khai thác công trình thủy điện, thủy lợi, mã số BĐKH–19, 2015.
8. Meyer, V.; Scheue, S.; Haase, D. A multicriteria approach for flood risk mapping exemplified at the Mulde river, Germany. *Nat. Hazards* **2009**, *48*, 17–39.
9. Kandilioti, G.; Makropoulos, C. Preliminary, flood risk assessment: The case of Athens. *Nat. Hazards* **2012**, *61*, 441–468.
10. Meyer, V.; Priest, S.; Kuhlicke, C. Economic evaluation of structural and non–structural flood risk management measures: Examples from the Mulde River. *Nat. Hazards* **2012**, *62(2)*, 301–324.
11. So, K.; Ayumu, S.; Seiki, K. Evaluating the cost of flood damage based on changes in extreme rainfall in Japan. *Sustainability Sci*. **2009**, *4(1)*, 61–69. https://doi.org/10.1007/s11625-008-0066-1.
12. Ganji, S.; Ardalan, A.; Sadeghi, M. Flood risk assessment in the urban areas: A case study of Tehran, Iran. *Nat. Hazard* **2012**, *63(2)*, 761–785. https://doi.org/10.1007/s11069-012-0190-4.
13. Guo, K.W.; Lo, W.; Chau, S.L. Flood risk management and risk-based analysis: A review. *Water Resour. Manage*. **2015**, *29(12)*, 4069–4083. https://doi.org/10.1007/s11269-015-1077-1.
14. Vorogushyn, A.; Castellarin, S.; Merz, A.; Brath, B.A.Domeneghetti. Probabilistic flood hazard mapping: Effects of uncertain boundary conditions. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* **2015**, *19(1)*, 3245–3259. https://doi.org/10.5194/hess-19-3245-2015.
15. Burby, R.J. Involving citizens in hazard mitigation planning: Making the right decisions. *Aust. J. Emerg. Manage*. **2001**, *16(3)*, 45–54.
16. Messner, V.; Meyer, F. National flood damage evaluation methods: A review of applied methods in England, the Netherlands, the Czech Republic and Germany. UFZ-Discussion Papers, Department of Economics, UFZ Leipzig. 2005.
17. Anh, N.K.N.; Anh, T.N.; Bình, N.T.; Tuấn, P.H.Q.; Hải, L.T.A.; Quyền, L.N. Đánh giá định lượng rủi ro do ngập lụt tỉnh Bà Rịa–Vũng Tàu trong bối cảnh Biến đổi khí hậu. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2022**, *734*, 63–77.
18. Cát, V.M. Đánh giá rủi ro thiên tai do lũ lụt lưu vực sông Dinh. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2020**, *717*, 1–10.
19. Chau, V.N.; Cassells, S.; Holland, J. Economic impact upon agricultural production from extreme flood events in Quang Nam, central Vietnam. *Nat. Hazard* **2015**, *75*, 1747–1765. https://doi.org/10.1007/s11069-014-1395-x.
20. Y, N.N.; Kha, D.D.; Ichikawa, Y. Developing a multivariable lookup table function for estimating flood damages of rice crop in Vietnam using a secondary research approach. *Int. J. Disaster Risk Reduct*. **2021**, *58*, 102208. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102208.

21. Y, N.N.; Ichikawa, Y.; Hiroshi, I. Establishing flood damage functions for agricultural crops using estimated inundation depth and flood disaster statistics in data - scarce regions. *Hydrol. Res. Lett*. **2017**, *11*, 12–18.
22. Bình, H.T.; Tùng, N.B.; Thủy, N.H.; Hoàng, M.Đ.; Cham, Đ.Đ.; Vĩ, N.T.; Anh, T.N. Đánh giá rủi ro ngập lụt khu vực hạ lưu sông Trà Khúc - sông Vệ, tỉnh Quảng Ngãi dưới tác động của các hoạt động kinh tế - xã hội. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* **2025**, *769*, 102–116.
23. Bộ Tài nguyên và Môi trường. Thông tư 14/2021/TT-BTTTNMT về quy định kỹ thuật xây dựng mực nước tương ứng với các cấp báo động lũ. 2021.
24. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Vĩnh Long. Điều tra, khảo sát và ban hành mực nước ứng với các cấp báo động lũ tại các vị trí trên địa bàn tỉnh Vĩnh Long. 2022.
25. Chi cục thống kê tỉnh Vĩnh Long. Niên giám thống kê tỉnh Vĩnh Long. 2021.
26. Ban chỉ huy PCTT và TKCN tỉnh Vĩnh Long. Kế hoạch Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn tỉnh Vĩnh Long giai đoạn 2021 - 2025. 2021.
27. Ban chỉ huy PCTT và TKCN tỉnh Vĩnh Long. Tổng hợp các báo cáo tổng kết Kế hoạch Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn tỉnh Vĩnh Long giai đoạn 2011 - 2020.
28. Đài Khí tượng Thủy văn Khu vực Nam Bộ. Bản đồ mạng lưới trạm Khí tượng và Thủy văn khu vực Nam Bộ. 2021.

Assessment of flood risk to socio-economic aspects in Vinh Long Province

Nguyen Bach Tung[1], Nguyen Hong Thuy[1], Le Ngoc Quyen[2], Pham Ho Quoc Tuan[2], Dang Thi Hong Nhung[3], Nguyen Tuong Vi[4], La Duc Dung[5], Tran Ngoc Anh[1]*

[1] Center for Environmental Fluid Dynamics, VNU University of Science, Vietnam National University, Hanoi; bachtung_cefd@hus.edu.vn; tranngocanh@hus.edu.vn; nguyenhongthuy@hus.edu.vn
[2] Southern Regional Hydrometeorological Center, Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration; quyentccb@gmail.com; phamhoquoctuan@yahoo.com
[3] Institute of Geography, Vietnam Academy of Science and Technology; danghongnhung65@gmail.com
[4] Sub-Department of Water Resources, Department of Agriculture and Rural Development of Binh Dinh Province; vint@snnptnt.binhdinh.gov.vn
[5] Viet Nam Meteorological and Hydrological Administration, Ministry of Natural Resources and Environment; dunglakttv@gmail.com

Abstract: This study assesses the flood risk to the socio-economic aspects of Vinh Long Province and serves as a basis for determining flood warning levels at nine river locations within the province. The research is based on actual survey data from Vinh Long to identify vulnerable entities and areas affected by flooding, providing input data for calculating flood risk across the province. Following the technical guidelines outlined in Circular 14/2021/TT-BTNMT for constructing water levels corresponding to different flood warning levels, this study aims to create flood risk maps for Vinh Long Province by analyzing the spatial impacts of flooding on various land uses and risk levels. The findings indicate that the greatest total damages occurred in the communes corresponding to nine flood warning points: Tich Thien, Hieu Nhon, Trung Thanh Dong, My Loc, Hoa Hiep, Song Phu, Quoi An, Tan Thanh, and Phu Duc, with affected areas being 617.21 hectares; 1233.88 hectares; 1240.11 hectares, 142.77 hectares, 308.63 hectares, 1672.9 hectares, 1319.86 hectares, and 893.5 hectares, respectively.

Keywords: Flood risk; Vinh Long Province.