

XÁC ĐỊNH VÙNG RỦI RO VỀ NGƯỜI DO NGẬP LỤT TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN TUY PHƯỚC, TỈNH BÌNH ĐỊNH DỰA TRÊN CÔNG NGHỆ GIS

NGÔ ANH TÚ, VÕ LÊ HOÀI MƠ
Trường Đại học Quy Nhơn

Tóm tắt:

Bài báo nhằm giới thiệu ứng dụng kỹ thuật GIS tích hợp các hàm toán học để ước tính thiệt hại về con người trước mỗi nguy cơ do lũ lụt gây ra trên địa bàn huyện Tuy Phước, tỉnh Bình Định, từ đó giúp chính quyền đề xuất các biện pháp ưu tiên cứu hộ, cứu nạn khi có thiên tai lũ lụt xảy ra. Kết quả tính toán của bài báo này theo kịch bản trận lũ lịch sử năm 2013 với tần suất lũ $P=2\%$ cho thấy trên địa bàn nghiên cứu, chỉ số rủi ro ngập lụt rất cao tập trung ở các xã nằm ở phía Đông Nam của huyện như xã Phước Hòa, Phước Sơn, Phước Thuận nơi có địa hình thấp và giáp với khu vực đầm Thị Nại. Ngược lại, vùng có rủi ro thấp thuộc xã Phước thành, Phước Hưng và Phước Quang nằm ở phía Tây Bắc của huyện nơi có địa hình tương đối cao hơn. Độ chính xác của kết quả tính toán ước tính thiệt hại về con người do ngập lụt khoảng 70%.

Từ khóa: Vùng rủi ro, Ngập lụt, Huyện Tuy Phước, GIS.

1. Đặt vấn đề

Trong nhiều thế kỷ, thiên tai luôn tác động tiêu cực đến kinh tế, xã hội và ngày càng có xu hướng gia tăng trong xu thế ảnh hưởng của biến đổi khí hậu. Một số thiên tai mang tính cực đoan xảy ra nhiều hơn với cường độ và tần suất ngày càng cao đặc biệt là tình trạng ngập lụt sâu và kéo dài nhất là ở những đồng bằng ven biển Duyên hải miền Trung. Hàng năm, vùng này thường phải chịu ảnh hưởng 3 đến 4 trận lũ xuất hiện trên các sông, thời gian truyền lũ rất nhanh, cường suất lũ rất lớn do sông thường ngắn và dốc. Trong một số trận lũ đặc biệt lớn đã từng xuất hiện biên lũ lên đến 4-5m gây ra ngập lụt nghiêm trọng ở vùng đồng [2].

Bình Định là một tỉnh thuộc vùng Duyên hải miền Trung, tỉnh có 11 đơn vị hành chính cấp huyện trong những năm gần đây thường xuyên phải đương đầu với những cơn bão, áp thấp nhiệt đới kèm theo đó là hiện tượng ngập lụt trên diện rộng nhất là ở hạ lưu các con sông Kôn, sông Lại Giang, sông Hà Thành và sông La Tinh. Trong đó, huyện Tuy Phước là một trong những huyện nằm ở phía Nam của tỉnh và là nơi giao của hai con sông Kôn và Hà Thành tại vùng hạ lưu, hàng năm luôn phải chịu nhiều ảnh hưởng do thiên tai lũ lụt gây ra. Do đó, việc nghiên cứu về rủi ro ngập lụt ảnh hưởng đến tài sản, tính mạng của con người cũng như môi trường cần được tiếp cận và nghiên cứu triển khai tại địa bàn nơi đây.

Ngày nhận bài: 1/8/2023, ngày chuyển phản biện: 5/8/2023, ngày chấp nhận phản biện: 9/8/2023, ngày chấp nhận đăng: 28/8/2023

Bài báo nhằm ứng dụng kỹ thuật GIS tích hợp các hàm toán học nhằm ước tính thiệt hại về con người trước mỗi nguy cơ do lũ lụt gây ra trên địa bàn huyện Tuy Phước tỉnh Bình Định, từ đó giúp chính quyền địa phương đề xuất các biện pháp ưu tiên cứu hộ, cứu nạn khi có thiên tai lũ lụt xảy ra trong tương lai.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Dữ liệu

Dữ liệu thống kê các trận lũ lớn đã từng xảy ra trên địa bàn huyện Tuy Phước giai đoạn 1980 đến 2022; Dữ liệu địa giới hành chính huyện được trích xuất từ bản đồ hiện trạng sử dụng đất cấp huyện thành lập năm 2019, tỷ lệ 1:10.000 được biên tập và chuẩn hóa định dạng .shp (shapefile) do Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bình Định cung cấp; Dữ liệu mô hình số độ cao (DEM- Digital Elevation Model) đóng vai trò rất quan trọng trong việc thành lập bản đồ nguy cơ ngập lụt, DEM được nội suy từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000; Dữ liệu khảo sát thực địa: nghiên cứu thực hiện điều tra 70 điểm trong năm 2022 và năm 2023 do nhóm nghiên cứu thực hiện và 170 điểm do Chi Cục thủy lợi tỉnh Bình Định cung cấp nhằm xác định độ cao ngập lụt tại các vết lũ với số liệu ghi nhận theo trận lũ lịch sử năm 2013 ở địa bàn huyện Tuy Phước thông qua thiết bị định vị vệ tinh (Trimble R4 hai tần số) nhằm đo dẫn truyền tọa độ và cao độ vết lũ trên cơ sở của hệ thống điểm độ cao thủy chuẩn hạng III.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp ứng dụng GIS

Đây là phương pháp chủ đạo nhằm xây dựng DEM từ bản đồ địa hình tỷ lệ 1:10.000; GIS dùng trong phân tích không gian, xác định diện tích ngập lụt, vùng bị ngập, mức độ ngập, tính toán mật độ dân số, xác suất mất tích và

ước tính số tử vong do ngập lụt gây ra thông qua công tác xác định vùng ngập lụt như sau:

$$P_{(x,y)} = H_{mn(x,y)} - H_{d(x,y)} \quad (1)$$

Trong đó: $P_{(x,y)}$ độ sâu ngập lụt (m); $H_{mn(x,y)}$ độ cao vết lũ (m); $H_{d(x,y)}$ độ cao thực địa từ DEM (m).

2.2.2. Phương pháp xác định rủi ro thiệt hại về người do ngập lụt

Hiện có rất nhiều công thức tính toán rủi ro về người do ngập lụt gây ra với các phương thức tiếp cận khác nhau. Trong khuôn khổ bài báo này, công thức do Frank cùng các cộng sự đề xuất năm 2007 [5] được nghiên cứu áp dụng cho địa bàn huyện Tuy Phước, tỉnh Bình Định. Công thức rủi ro được thể hiện như sau:

$$R_{\text{rủi ro}} = (\text{Xác suất xảy ra ngập lụt}) \times (\text{Hậu quả của ngập lụt}) \quad (2)$$

Trong đó, xác suất xảy ra ngập lụt được hiểu là tần suất lũ xuất hiện theo các kịch bản 100 năm, 50 năm, 20 năm hay 10 năm. Cụ thể tại địa bàn nghiên cứu lấy thí điểm trận lũ lịch sử năm 2013 tương ứng với tần suất xuất hiện 50 năm ($P = 2\%$) được xem xét đưa vào tính toán thử nghiệm.

Hậu quả của ngập lụt có thể gây ô nhiễm nguồn nước sinh hoạt, thiệt hại về hoa màu, cây trồng, gia súc gia cầm,... đặc biệt ảnh hưởng đến tính mạng con người hoặc mất tích. Trong nghiên cứu này chỉ đề cập đến thiệt hại về người như: mất tích hoặc do tử vong, không tính đến yếu tố bị thương và thiệt hại về tài sản. Lúc này, hậu quả của ngập lụt là xác suất cá nhân nào đó bị tử vong, mất tích tại vùng xảy ra do ngập lụt được ký hiệu là P_{flood} . Hậu quả của ngập lụt được tính như sau:

$$P_{\text{flood}} = N_{(Ai)} \times F_{(hi)} \quad (3)$$

Trong đó: $N_{(Ai)}$ mật độ dân số theo vùng phân chia theo đơn vị hành chính xã. $F_{(hi)}$ được tính như sau [6]:

$$F_{(hi)} = \Phi_n \left(\frac{\ln(h) - \mu_n}{\delta_n} \right) \quad (4)$$

Trong đó: $F_{(hi)}$ – tỷ lệ số người tử vong, mất tích (là hàm số độ sâu ngập nước); h - độ sâu ngập nước; Φ_n phân bố chuẩn lũy tích; μ_n, δ_n các hằng số thể hiện giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của phân bố chuẩn loga. Trong nghiên cứu này giá trị $\mu_n = 5,20$ và $\delta_n = 2,0$. [1]

Lúc này công thức (2) được viết lại như sau:

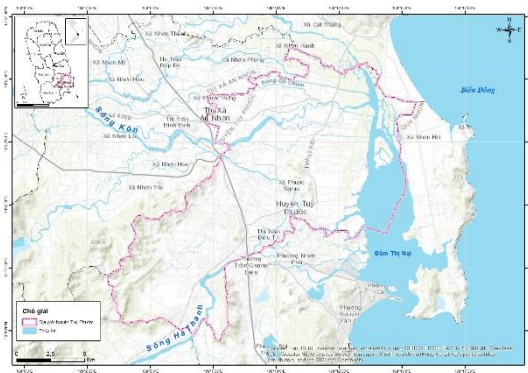
$$R = P \times P_{flood} \quad (5)$$

Trong đó: R là rủi ro ngập lụt, P là xác suất xảy ra ngập lụt, P_{flood} là hậu quả ngập lụt.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Tuy Phước là một huyện đồng bằng ven biển miền Trung, nằm ở phía Nam tỉnh Bình Định, tiếp giáp thành phố Quy Nhơn, diện tích tự nhiên toàn huyện là 21.987,2 ha, huyện có 11 xã và 02 thị trấn. Đặc biệt, huyện nằm ở hạ lưu của hai con sông: Kôn và Hà Thanh tiếp giáp với đầm Thị Nại (xem Hình 1), là khu vực có dạng địa hình tương đối thấp nên vào mùa mưa trở thành vùng chứa nước của các vùng lân cận nên huyện được xem là “rốn lũ” của tỉnh.

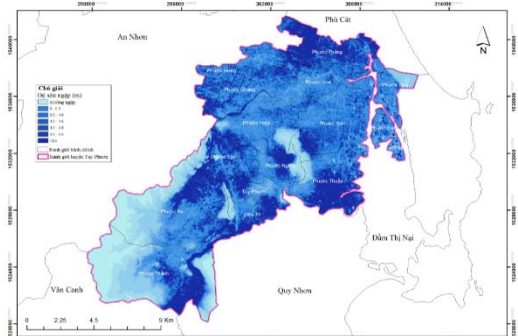


Hình 1: Khu vực nghiên cứu

Trong những năm gần đây liên tiếp xảy ra các trận ngập lụt lớn vào năm 1987, 2009, 2013, 2016, 2017 [4]. Trong đó, từ ngày 14 đến ngày 19/11/2013, do ảnh hưởng của hoàn lưu bão số 15 kết hợp với không khí lạnh tăng cường và nhiều động gió Đông trên cao, nên từ ngày 14/11/2013 đến ngày 15/11/2013, khu vực huyện Tuy Phước đã có mưa to đến rất to (lượng mưa từ 150mm đến 349mm). Mực nước sông Hà Thanh tại trạm đo Điều Trì lúc 19 giờ ngày 15/11/2013 đạt mức 6,46m (trên báo động III là 0,96m) cao tương đương lũ lịch sử năm 2009, mực nước trên sông Kôn tại trạm đo Thạnh Hòa lúc 5 giờ ngày 16/11/2013 đạt mức 9,68m trên báo động III là 1,68m, cao hơn đỉnh lũ lịch sử 1987: 0,24m. Gây ngập lụt, chia cắt giao thông toàn bộ các xã, thị trấn trong huyện, làm 4 người chết và 2 người bị thương. Ước tính tổng thiệt hại về tài sản khoảng 137.127,9 triệu đồng [3].

3.2. Xác định vùng ngập lụt (h)

Trên cơ sở công thức (1) kết hợp công cụ của GIS dựa vào phần mềm QGIS, nghiên cứu đã xây dựng bản đồ ngập lụt tháng 11 năm 2013 tại huyện Tuy Phước như sau:



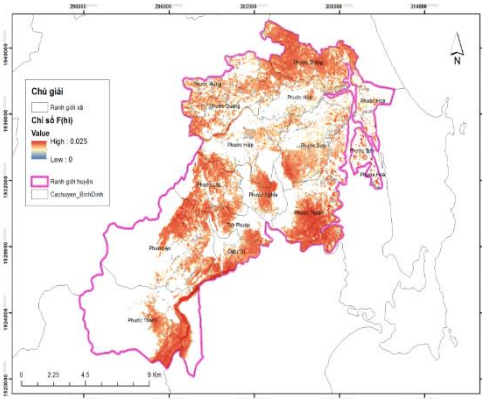
Hình 2: Bản đồ độ sâu ngập lụt huyện Tuy Phước tháng 11 năm 2013

Qua Hình 2, vùng có độ sâu ngập lụt lớn nhất theo trận lũ lịch sử năm 2013 tập trung chủ yếu ở các xã Phước Nghĩa, Phước Thắng, Phước Thuận và Phước Lộc. Đây là những xã

có địa hình thấp, nằm gần các nhánh sông thuộc hạ lưu sông Côn và Hà Thanh.

3.3. Kết quả tính tỷ lệ số người tử vong, mất tích ($F_{(hi)}$)

Hình 3 cho thấy, tỷ lệ có nguy cơ số người tử vong, mất tích – $F_{(hi)}$ theo mức độ ngập lụt gây ra theo kịch bản lũ lụt năm 2013 chủ yếu tập trung ở tại các xã Phước Nghĩa, Phước Thắng, Phước An, Phước Lộc, Phước Sơn và thị Trấn Diêu Trì. $F_{(hi)}$ tại các xã nói trên giao động đạt 2,5%.



Hình 3: Bản đồ chỉ số $F_{(hi)}$ theo kịch bản ngập lụt năm 2013

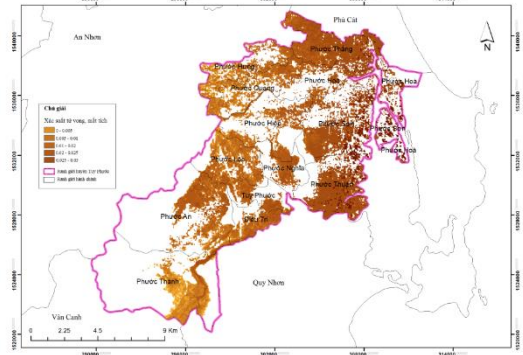
3.4. Tính toán hậu quả ngập lụt (P_{flood})

Dựa trên công thức (3) và (4), kết quả tính hậu quả thiệt hại do lụt theo trận lũ lịch sử năm

Bảng 1: Thống kê tỷ lệ tử vong, mất tích do ngập lụt kịch bản năm 2013

STT	Xã/thị trấn	Diện tích (km ²)	Dân số (người)	MĐ DS (người/km ²)	Xác suất ngập lụt	Tỷ lệ tử vong
1	Thị trấn Tuy Phước	6.5	13305	2047	0.02	0.000025
2	Thị trấn Diêu Trì	5.73	12321	2150	0.02	0.000064
3	Xã Phước Thắng	14.13	9586	678	0.02	0.000036
4	Xã Phước Hưng	10.24	13017	1271	0.02	0.000016
5	Xã Phước Quang	10.83	12937	1195	0.02	0.000009
6	Xã Phước Hòa	20.1	15550	774	0.02	0.000064
7	Xã Phước Sơn	26.43	23293	881	0.02	0.0001
8	Xã Phước Hiệp	15.96	15857	994	0.02	0.000016
9	Xã Phước Lộc	11.85	15510	1309	0.02	0.000036
10	Xã Phước Nghĩa	6.72	4779	711	0.02	0.000064
11	Xã Phước Thuận	22.57	16527	732	0.02	0.0001
12	Xã Phước An	33.37	19355	580	0.02	0.000025
13	Xã Phước Thành	35.45	10839	306	0.02	0.000001

2013 chính là xác suất xảy ra tử vong, mất tích do ngập lụt được tính và thể hiện qua Hình 4 sau:

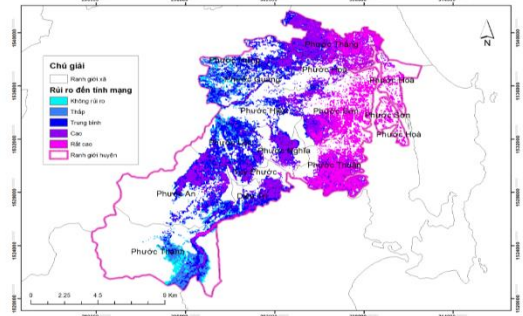


Hình 4: Bản đồ xác suất tử vong, mất tích do ngập lụt theo trận lũ lịch sử năm 2013

Qua Hình 4 cho thấy, xác suất thiệt mạng khi xảy ra lũ lụt ở huyện Tuy Phước tương ứng độ sâu ngập lụt năm 2013 hầu hết các xã và thị trấn của huyện Tuy Phước. Trong đó chủ yếu xác suất thiệt mạng lớn nhất tập trung ở xã Phước Sơn, Phước Thuận, Phước Hòa, Diêu Trì và Phước Thắng tương ứng với tỷ lệ bình quân khoảng 0,01%. Vùng có xác suất thiệt mạng bé nhất tập trung chủ yếu ở xã Phước Thành, Phước Hiệp và Phước Hưng khoảng 0,001% đến 0.004% (Bảng 1).

3.5. Kết quả tính toán chỉ số rủi ro ngập lụt (R)

Sau khi xác định được xác suất xảy ra tỷ lệ tử vong (P_{flood}) kết hợp công thức (5) để tính toán chỉ số rủi ro ngập lụt (R). Đối với giá trị xác suất ngập lụt (P) năm 2013 qua khảo sát thực tế tương ứng với tần suất xuất hiện lũ 2%. Sau khi sử dụng công cụ Raster calculator trên QGIS kết quả cho bản đồ phân bố R như hình 5 sau:



Hình 5: Bản đồ rủi ro ngập lụt (R) năm 2013 trên địa bàn huyện Tuy Phước

Công nghệ GIS với thế mạnh trong việc phân tích định lượng không gian, dựa trên bản đồ chỉ số R , nghiên cứu đã sử dụng phần mềm QGIS nhằm thống kê được mức độ rủi ro về người do ngập lụt tại các đơn vị hành chính xã/thị trấn theo kịch bản ngập lụt đã xảy ra năm 2013 chi tiết như bảng 2 sau:

Bảng 2: Rủi ro về người do ngập lụt với tần suất 2% trên địa bàn huyện Tuy Phước

STT	Xã/thị trấn	Diện tích (km ²)	Dân số (người)	MĐ DS (người/km ²)	Xác suất ngập lụt	Tỷ lệ tử vong	Số người chết	Rủi ro
1	Thị trấn Tuy Phước	6.5	13305	2047	0.02	0.000025	0	Trung bình
2	Thị trấn Diêu Trì	5.73	12321	2150	0.02	0.000064	1	Cao
3	Xã Phước Thắng	14.13	9586	678	0.02	0.000036	0	Cao
4	Xã Phước Hưng	10.24	13017	1271	0.02	0.000016	0	Thấp
5	Xã Phước Quang	10.83	12937	1195	0.02	0.000009	0	Thấp
6	Xã Phước Hòa	20.1	15550	774	0.02	0.000064	1	Rất cao
7	Xã Phước Sơn	26.43	23293	881	0.02	0.0001	2	Rất cao
8	Xã Phước Hiệp	15.96	15857	994	0.02	0.000016	0	Trung bình
9	Xã Phước Lộc	11.85	15510	1309	0.02	0.000036	1	Cao
10	Xã Phước Nghĩa	6.72	4779	711	0.02	0.000064	0	Cao
11	Xã Phước Thuận	22.57	16527	732	0.02	0.0001	1	Rất cao
12	Xã Phước An	33.37	19355	580	0.02	0.000025	1	Trung bình
13	Xã Phước Thành	35.45	10839	306	0.02	0.000001	0	Thấp

Qua Hình 5 và Bảng 2 cho thấy trên địa bàn huyện Tuy Phước, chỉ số rủi ro ngập lụt rất cao tập trung ở các xã Phước Hòa, Phước Sơn, Phước Thuận. Vùng có rủi ro thấp thuộc xã

Phước thành, Phước Hưng và Phước Quang. Để xác minh tính chính xác của chỉ số rủi ro R đã được xác định. Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát thực địa nhằm xác minh số lượng người tử vong, mất tích trong trận lũ lịch sử năm 2013 xảy ra đêm ngày 15/11/2013 đến ngày 17/11/2013, từ đó có thể kiểm định kết quả tính toán chỉ số R . Kết quả khảo sát thực địa cho số liệu số người tử vong và mất tích do lũ lụt gây ra vào thời điểm trận lũ tháng 11 năm 2013 như Bảng 3 sau:

Bảng 3: Số người tử vong, mất tích do trận lũ năm 2013 gây ra tại huyện Tuy Phước

TT	Thị trấn/xã	Tử vong/mất tích		Tỷ lệ chính xác (%)
		Thực tế	Theo kịch bản	
1	Thị trấn Tuy Phước	0	0	100
2	Thị trấn Diêu Trì	1	1	100
3	Xã Phước Thắng	0	0	100
4	Xã Phước Hưng	0	0	100
5	Xã Phước Quang	1	0	0
6	Xã Phước Hòa	2	1	50
7	Xã Phước Sơn	0	2	0
8	Xã Phước Hiệp	0	0	100
9	Xã Phước Lộc	0	1	0
10	Xã Phước Nghĩa	0	0	100
11	Xã Phước Thuận	0	1	0
12	Xã Phước An	1	1	100
13	Xã Phước Thành	0	0	100
Tổng		5	7	Trung bình 70%

Qua số liệu điều tra thực tế so sánh với số liệu tính toán theo kịch bản năm 2013 về số người tử vong, mất tích do rủi ro ngập lụt gây ra tương ứng độ chính xác trung bình khoảng 70%. Để được kết quả chính xác hơn, trong tương lai cần kết hợp các yếu tố công trình phòng tránh lũ, kết cấu nhà ở, khả năng dự báo, cảnh báo sớm, khả năng tự phòng chống lũ của người dân (kỹ năng thích ứng). Ngoài ra, nghiên cứu cũng chưa tính đến ảnh hưởng của vận tốc dòng chảy, tốc độ ngập lụt đến rủi ro ngập lụt. Vì thực tế thông qua khảo sát thực địa, chúng tôi nhận thấy ngoài yếu tố độ sâu ngập lụt thì tốc độ lên của lũ có ảnh hưởng rất lớn đến tổn thương của cộng đồng dân cư vùng lũ.

4. Kết luận

Việc kết hợp công cụ GIS và các hàm toán học trong nghiên cứu này đã giúp giải quyết một cách trọn vẹn bài toán xác định rủi ro ngập lụt ảnh hưởng đến tính mạng con người. Các công cụ mã nguồn mở của GIS nếu được đầu tư nghiên cứu tích hợp mô phỏng ngập lụt nhằm tính toán vận tốc chảy lũ, thời gian truyền lũ và thời gian ngập, cũng có thể tiến hành giải quyết được các bài toán phức tạp hơn ở trên diện rộng và có thể nghiên cứu với nhiều dạng địa hình khác nhau thay vì nghiên cứu này hiện mới chỉ dừng lại ở vùng địa hình đồng bằng ven biển. ○

Lời cảm ơn

Nhóm tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn đến tiểu Dự án 1 “Xây dựng hệ thống cảnh báo lũ sớm nhằm nâng cao năng lực cho chính

quyền địa phương và cộng đồng dân cư trong bối cảnh ảnh hưởng của biến đổi khí hậu” thuộc dự án IUC (Chương trình Hợp tác thể chế đại học Giai đoạn 1 với Trường Đại học Quy Nhơn) do VLIR-UOS (Bi) đã hỗ trợ kinh phí nhằm thực hiện kết quả cho bài báo này.

Tài liệu tham khảo

[1]. Trương Văn Bốn, Vũ Văn Ngọc, Phạm Thị Hân, Vũ Phương Quỳnh, 2015, Một số kết quả nghiên cứu rủi ro về người do ngập lụt lưu vực sông Kiến Giang và sông Long Đại tỉnh Quảng Bình, *Tạp chí Khoa học và công nghệ thủy lợi*, số 28, trang 1-8.

[2]. Nguyễn Văn Cư, 2000. *Một số nhận định về trận lũ từ ngày 1-6/11/1999 vùng Trung bộ và kiến nghị một số giải pháp cấp bách khắc phục sau lũ lụt*. Tuyển tập báo cáo hội nghị: “Khoa học, công nghệ dự báo và phục vụ dự báo khí tượng thủy văn”, tập 2, Hà Nội.

[3]. UBND huyện Tuy Phước, 2014, *Báo cáo công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn huyện Tuy Phước năm 2013*.

[4]. UBND huyện Tuy Phước, 2018, *Báo cáo công tác phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn huyện Tuy Phước năm 2017*.

[5]. Frank Messner, Edmund Penning-Rowsell, Colin Green, Volker Meyer, Sylvia Tunstall, Anne van der Veen, 2007. *Evaluating flood dam ages: guidance and recommendations on principles and methods*. FLOODsite, Report number: T09-06-01.

[6]. Jonkman S.N. at al., 2009. Loss of life Caused by flooding of New Orleans after Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship between Flood Characteristics and Mortality. *Risk Analysis*, Vol. 29, No 5, 2009.○

Summary

GIS application for assessment of flood risk for humans in Tuy Phuoc district of Binh Dinh province

Ngo Anh Tu, Vo Le Hoai Mo

Quy Nhon University

This paper aims to introduce the application of GIS techniques integrating mathematical functions to estimate the loss of human life caused by floods in Tuy Phuoc district, Binh Dinh province. From there, it helps local authorities propose measures to prioritise rescue and relief for people when floods occur. The calculation results of this paper, according to the historical flood scenario in 2013 with flood frequency $P = 2\%$, show that in the Tuy Phuoc district, the flood risk index is very high, concentrated in communes located in the South East of the district such as Phuoc Hoa, Phuoc Son, Phuoc Thuan communes where the terrain is low and borders the Thi Nai lagoon. On the contrary, the low-risk areas of Phuoc Thanh, Phuoc Hung and Phuoc Quang communes are located northwest of the district with relatively higher terrain. The accuracy of the calculation results estimates that human damage due to flooding is about 70%.○

Keywords: Risk, Flood, Tuy Phuoc district, GIS.