

MÔ PHỎNG MỨC ĐỘ NGUY HIỂM DO VỠ ĐẬP LONG SƠN 1 HỒ PHÚ NINH

SIMULATION OF DANGER LEVELS DUE TO BREAKAGE OF LONG SON 1 DAM OF PHU NINH RESERVOIR

Nguyễn Chí Công¹, Lê Xuân Cường¹, Trần Quốc Danh²

¹Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; *chicongbkd@gmail.com*

²UBND Huyện Phú Ninh, Thành phố Tam Kỳ, Tỉnh Quảng Nam

Tóm tắt - Năm 2003, hồ Phú Ninh đã được sửa chữa và xây mới thêm một số hạng mục, trong đó đập phụ Long Sơn 1 đã được cải tạo thành đập cầu chì với cơ chế tự vỡ khi mực nước trong hồ vượt MNDGC=36,47 m [2]. Nghiên cứu này tập trung vào 3 vấn đề: (i) Xây dựng bộ thông số của mô hình MIKE NAM để mô phỏng lưu lượng lũ về hồ ứng với các kịch bản; (ii) điều tiết hồ, từ đó xác định lưu lượng gây vỡ đập; (iii) Mô phỏng bài toán vỡ đập bằng mô hình MIKE21. Nghiên cứu cho thấy trong các kịch bản với giả định hình dạng trận lũ bất lợi như năm 1999 thì đập Long Sơn 1 sẽ vỡ. Vận tốc dòng chảy và chiều sâu ngập tại các tuyến đường giao thông quan trọng là khá lớn, đặc biệt là tuyến đường cao tốc Đà Nẵng-Quảng Ngãi, điều này vẫn chưa được chủ đầu tư quan tâm đến trong quá trình thực hiện dự án. Bên cạnh đó, cũng xác định được vùng chịu ngập và chiều sâu ngập của các khu dân cư thuộc huyện Phú Ninh.

Từ khóa - MIKE NAM; MIKE21; PMF; hồ Phú Ninh; vỡ đập.

1. Đặt vấn đề

Hồ chứa nước Phú Ninh, tỉnh Quảng Nam được khởi công xây dựng từ năm 1977, hoàn thành vào năm 1986 với sức chứa 344 triệu m³ nước nhằm cung cấp nước tưới cho 23.000 ha đất canh tác của các huyện: Phú Ninh, Tam Kỳ, Núi Thành, Thăng Bình, Quế Sơn và Duy Xuyên thuộc tỉnh Quảng Nam. Trong giai đoạn khảo sát và thiết kế, do sự hạn chế của việc khảo sát và thu thập tài liệu khí tượng thủy văn, nên độ tin cậy của các kết quả tính toán điều tiết lũ là rất hạn chế. Ngoài ra, dưới tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu với sự xuất hiện ngày càng nhiều những đợt mưa lớn bất thường, điển hình như trận lũ năm 1999 đã uy hiếp trực tiếp đến độ an toàn các đập và ảnh hưởng đến tính mạng của nhân dân các huyện Phú Ninh, Núi Thành, đặc biệt là thành phố Tam Kỳ.

Năm 2003, Bộ NN&PTNT đã quyết định phê duyệt dự án hiện đại hóa hệ thống thủy lợi Phú Ninh [2], trong đó đã đầu tư xây dựng thêm 01 tràn xả lũ với hình thức tràn có cửa van (V24), lưu lượng xả lớn nhất 1.012 m³/s, nâng cấp các hạng mục công trình đầu mối, cải tạo đập đất Long Sơn 1 thành đập cầu chì để đối phó với tình huống khẩn cấp nhằm đảm bảo an toàn cho đập chính trong tình huống xấu nhất. Trên cơ sở đó, đập Long Sơn 1 có thể tự vỡ trên toàn tuyến (B = 210m) khi mực nước hồ vượt quá cao trình 36,47 để tham gia xả lũ cùng với các tràn còn lại. Cao trình ngưỡng tràn sau khi đập Long Sơn 1 tự vỡ là 32. Điều kiện khống chế mực nước lớn nhất trong hồ trong điều kiện nguy hiểm nhất không được vượt quá cao trình 37,3 vì đây là cao trình tường chắn sóng của đập Dương Lâm, là đập có cao trình thấp nhất so với các đập phụ Long Sơn 2,3 và đập chính Phú Ninh.

Abstract - In 2003, Phu Ninh reservoir was repaired and some extra items were newly constructed. Particularly, Long Son 1 dam was renovated into a fuse plug dam with mechanism of self-breaking when the water level reaches the extremely high water level= 36.47 meters [2]. This study focuses on three issues: (i) finding the MIKE NAM model parameters to simulate flood discharge flowing on the reservoir corresponding to scenarios, (ii) regulating reservoir thereby determining discharge that causes dam breakage, (iii) Simulating the dam breakage problem with MIKE21 model. This research shows that in these scenarios with assumed hydrograph as adverse hydrograph in 1999, the Long Son 1 fuse plug dam will break. The velocity and water depth in the important roads is quite large, especially in Da Nang-Quang Ngai Highway. However, this problem has not been investigated by investors during the project implementation period. Besides this study also determines flood inundation areas and flood inundation depth in residential areas of Phu Ninh district.

Key words - MIKE NAM; MIKE21; PMF; Phu Ninh reservoir; dam breaking.

Đập Long Sơn 1 có cấu tạo như sau: Từ cao trình 32 trở xuống là nền đá tự nhiên. Từ cao trình 32 đến cao trình 36,5 được thiết kế bằng các khối vật liệu rời gồm: Khối 1: đắp đất chống thấm, đầm thủ công, mái thượng lưu gia cố bằng đá xây vữa M100 bảo vệ; Khối 2: đắp bằng cát sỏi hỗn hợp (40% sỏi, 60% cát); Khối 3: đắp đất rời không đầm, mái hạ lưu của khối này có lát đá bảo vệ.

Theo quy định trong sổ tay an toàn đập [4] và các nghiên cứu gần đây cho bài toán vỡ đập [1;3;6], việc nghiên cứu mô phỏng vỡ đập Long Sơn 1, đánh giá mức độ nguy hiểm có thể xảy ra cho vùng hạ du, bao gồm các xã của huyện Phú Ninh và các hệ thống công trình đường giao thông quan trọng là hết sức cần thiết, khi lượng mưa và lưu lượng lũ về hồ ngày càng khó dự báo chính xác và có xu hướng tăng dưới tác động của biến đổi khí hậu.

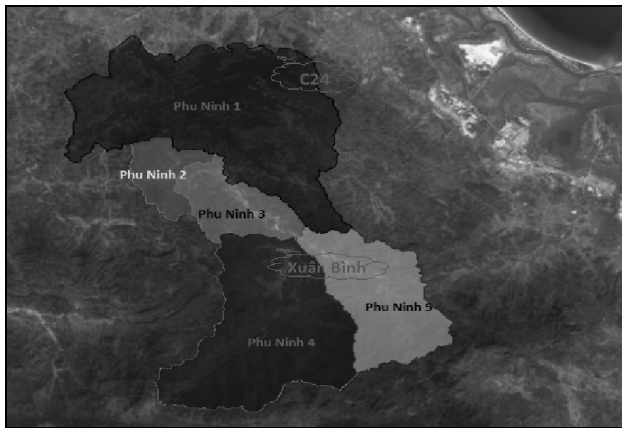
2. Phương pháp

Nghiên cứu này thực hiện dựa trên 3 bước sau: (i) mô phỏng lưu lượng lũ về hồ ứng với các kịch bản khẩn cấp với tần suất kiểm tra và lũ PMF; (ii) điều tiết hồ ứng với các kịch bản dựa trên quy trình vận hành hồ; (iii) mô phỏng vỡ đập và đánh giá mức độ nguy hiểm cho phía hạ du trong phạm vi nghiên cứu.

2.1. Mô phỏng lưu lượng lũ về hồ

Tác giả sử dụng mô hình MIKE NAM để mô phỏng lưu lượng lũ về hồ ứng với các kịch bản. Qua đánh giá, phân tích mạng lưới trạm khí tượng thủy văn và đặc điểm lũ của lưu vực hồ Phú Ninh, tác giả lựa chọn 2 trạm đo mưa trong lưu vực hồ Phú Ninh, đó là trạm đo mưa Xuân Bình nằm gần giữa trung tâm của lưu vực và trạm Phú Ninh hay còn gọi là trạm C24, trạm này ngoài chức năng

đo mưa còn đo lưu lượng thông qua mực nước tại tràn xả lũ C24 (xem Hình 1). Lượng bốc hơi được lấy của trạm Tam Kỳ, cách lưu vực khoảng 6 km về phía Đông.



Hình 1. Vị trí trạm đo và chia tiểu lưu vực

Lưu vực hồ Phú Ninh được chia làm 5 tiểu lưu vực dựa trên bản đồ địa hình khu vực hồ chứa tỷ lệ 1/10.000 lưới chiếu UTM, hệ tọa độ VN2000. Ứng dụng phần mềm ArcGIS, xây dựng được các tiểu lưu vực tương ứng với trọng số mưa của hai trạm Xuân Bình và C24 như Bảng 1.

Bảng 1. Diện tích tiểu lưu vực và trọng số mưa

Lưu vực	Diện tích (km ²)	Trạm Phú Ninh	Trạm Xuân Bình
Phú Ninh 1	97,57	0,7	0,3
Phú Ninh 2	12,12	0,55	0,45
Phú Ninh 3	19,41	0,4	0,6
Phú Ninh 4	71,54	0,1	0,9
Phú Ninh 5	39,10	0,15	0,85

Để hiệu chỉnh và kiểm định bộ thông số mô hình MIKE NAM cho lưu vực hồ Phú Ninh, tác giả đã phân tích và lựa chọn 3 trận lũ lớn nhất gần đây đã ghi nhận được, đó là trận lũ từ ngày 1/12 đến ngày 8/12/1999, trận lũ từ ngày 10/11 đến ngày 14/11/2007 và trận lũ từ ngày 14/12 đến ngày 18/12/2013. Tác giả sử dụng trận lũ năm 1999 để hiệu chỉnh mô hình và kiểm định lại qua 2 trận lũ năm 2007 và năm 2013.

Các kịch bản nghiên cứu là lưu lượng lũ về hồ ứng với các tần suất lũ kiểm tra 0,1% và lũ PMF, tương ứng lưu lượng lũ là 6.180 m³/svà 8.046 m³/s [2]. Sử dụng dạng đường quá trình lũ bất lợi nhất của năm 1999 (lũ kép) và bộ thông số mô hình MIKE NAM để mô phỏng các kịch bản lũ về hồ Phú Ninh.

2.2. Điều tiết hồ

Mục đích của việc điều tiết hồ nhằm xác định được: Ứng với các kịch bản khẩn cấp, khi các công trình tràn làm việc theo quy trình vận hành thì đập Long Sơn 1 có bị vỡ hay không và nếu đập Long Sơn 1 bị vỡ thì sẽ xác định được đường quá trình lưu lượng qua đập Long Sơn 1, làm cơ sở cho việc tính ngập lụt hạ du.

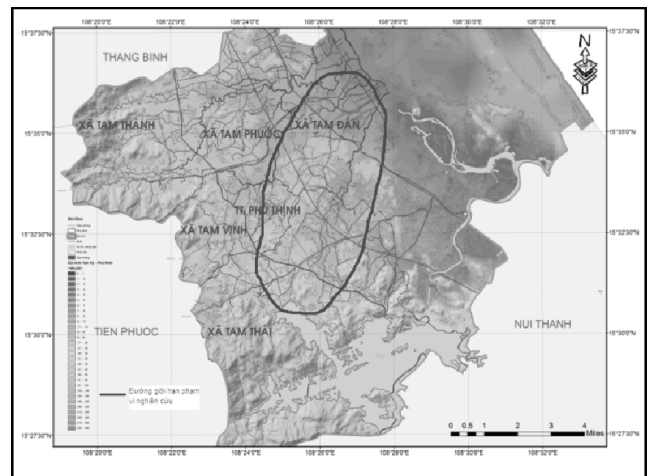
Điều tiết hồ Phú Ninh dựa trên các tài liệu sau: (i) Quy trình vận hành hồ chứa nước Phú Ninh [5] được UBND tỉnh Quảng Nam phê duyệt tại quyết định số 2803/QĐ-UBND ngày 12/9/2013; (ii) Nhật ký vận hành

cửa van của các tràn xả lũ qua các đợt lũ; (iii) Giả thiết thời gian tối thiểu thay đổi độ đóng mở cửa van là 2 giờ.

Nếu sau 2 giờ kể từ lúc đập Long Sơn 1 bị vỡ thì các tràn xả sâu V24 và V26 sẽ phải đóng cửa để giảm ngập cho hạ du lưu vực sông Tam Kỳ và thành phố Tam Kỳ, vì lúc này Long Sơn 1 đã làm việc như một tràn tự do và tháo một phần lưu lượng lũ sang hạ lưu thuộc các xã thuộc huyện Phú Ninh. Kết hợp với tràn số 1 (tràn tự do) tại đập chính giảm mực nước trong hồ.

2.3. Mô phỏng ngập lụt do vỡ đập Long Sơn 1

Nghiên cứu này tập trung đánh giá mức độ nguy hiểm khi xảy ra vỡ đập Long Sơn 1. Với đặc điểm địa hình vùng hạ du sau đập là bán sơn địa và không có sông lớn, nên dòng chảy sau khi vỡ đập có xu hướng chảy tràn, sau đó tập trung vào những nhánh suối, rạch nhỏ trong vùng, rồi đổ về vùng đồng bằng. Do đó phạm vi mô phỏng từ đập Long Sơn 1 về phía hạ lưu 10 km, tại vị trí cầu đường sắt Bắc Nam (vùng khoanh tròn màu đỏ trong Hình 2).



Hình 2. Bản đồ địa hình và phạm vi nghiên cứu

Theo nhận định trên và hạn chế về số liệu mặt cắt địa hình vùng nghiên cứu thì để mô phỏng dòng chảy khi vỡ đập Long Sơn 1, tác giả lựa chọn mô hình MIKE21 [6]. Đây là mô hình mô phỏng dòng chảy không ổn định hai chiều ngang và không cần thông tin về số liệu mặt cắt địa hình. Các điều kiện của mô hình như sau:

- Biên thượng lưu: là đường quá trình lưu lượng xả qua tràn Long Sơn 1, được xác định thông qua bài toán vận hành điều tiết hồ ứng với các kịch bản. Đường quá trình này được thể hiện trong Hình 11 và Hình 12, là đường liền nét màu xanh non, tương ứng với kịch bản lũ FMF và 1%.

- Biên hạ lưu: là mực nước, trong bài toán này rất khó xác định vì thiếu số liệu quan trắc mực nước tại vị trí hạ lưu. Bên cạnh đó, về phần thượng lưu cầu đường sắt là vùng đồi núi thấp, đường sắt Bắc Nam xem như đê chắn nước, mặt khác phía hạ lưu cầu đường sắt là vùng đồng bằng và có nhiều hệ thống sông kết nối. Để khắc phục hạn chế này, tác giả đề xuất giải pháp tính lập như sau:

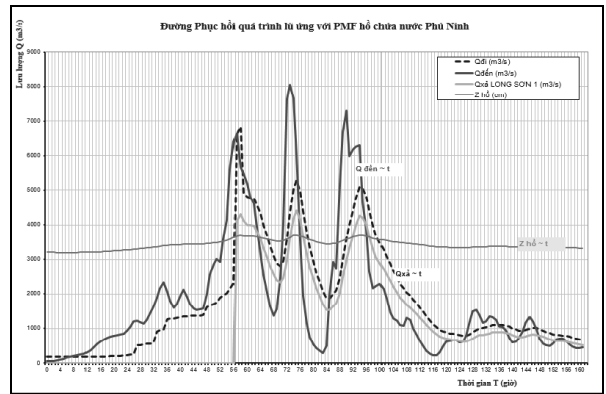
Bước 1: Chạy mô hình MIKE21 tương ứng với các kịch bản và giả định biên mực nước hạ lưu bằng mực nước cửa lờ mô hình tính toán với DEM50x50 diện rộng từ Thăng Bình vào Núi Thành.

thời gian trễ đỉnh không sai khác nhau nhiều (xem Bảng 4). Tác giả sử dụng bộ thông số này và tiến hành kiểm định cho 2 trận lũ năm 2007 và 2013, cũng cho kết quả đáng tin cậy (xem Hình 9 và Hình 10).

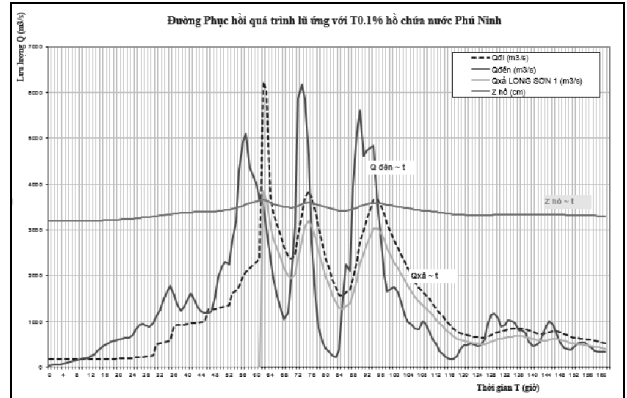
Sử dụng bộ thông số như Bảng 3 và hình dạng trận lũ năm 1999 là trận lũ bất lợi nhất. Các giá trị đỉnh lũ tương ứng với các kịch bản như đã trình bày ở mục 2.1. Sử dụng mô hình MIKE NAM thu phóng các trận lũ về hồ Phú Ninh, đây là dữ liệu đầu vào cho bài toán điều tiết hồ.

Bảng 4. So sánh lưu lượng đỉnh lũ thực đo và mô phỏng của các trận lũ 1999, 2007 và 2013 (m³/s)

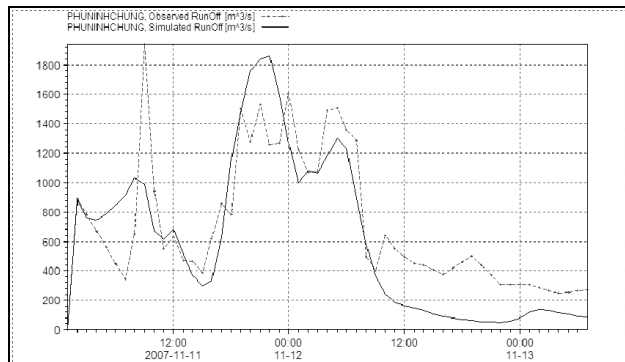
Lưu lượng	12/1999	11/2007	12/2013
Q thực đo	2910,04	1940,19	2862,30
Q mô phỏng	2910,24	1862,58	2902,72
chỉ số NASH	0,912	0,814	0,905



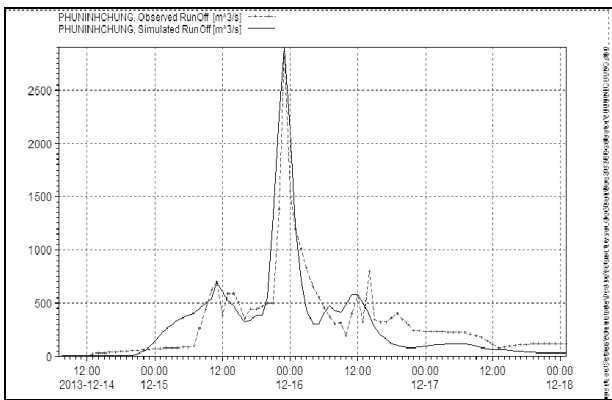
Hình 11. Kết quả điều tiết hồ với kịch bản lũ PMF



Hình 12. Kết quả điều tiết hồ, kịch bản lũ kiểm tra



Hình 9. Kết quả kiểm định bộ thông số mô hình cho trận lũ 11/2007



Hình 10. Kết quả kiểm định bộ thông số mô hình cho trận lũ 12/2013

2.5. Kết quả điều tiết hồ

Hình 11 thể hiện kết quả điều tiết hồ ứng với kịch bản lũ PMF. Đường màu đỏ liền nét là đường mô phỏng quá trình lũ về hồ; đường màu xanh đậm đứt nét là đường quá trình xả qua các công trình tràn; đường màu xanh nhạt liền nét là đường quá trình xả qua tràn Long Sơn 1 trước và sau khi vỡ, đây là điều kiện biên trên mô hình MIKE21. Theo kết quả điều tiết thì đập Long Sơn 1 sẽ vỡ tại thời điểm 57 giờ kể từ khi lũ về hồ và lưu lượng qua đập là 4118 m³/s. Tương tự như vậy, tính cho kịch bản lũ kiểm tra 0.1% (Hình 12) và xác định được đường quá trình xả qua tràn Long Sơn 1. Kết quả điều tiết cho thấy đập Long Sơn 1 sẽ vỡ tại thời điểm 62 giờ kể từ khi lũ về hồ và lưu lượng qua đập là 3834 m³/s.

2.6. Kết quả mô phỏng ngập lụt và đề xuất ứng phó

Kết quả mô phỏng thể hiện trong Bảng 5 và 6 cho thấy mức độ nguy hiểm khi vỡ đập Long Sơn 1 đối với người dân và các công trình nằm trong vùng nghiên cứu.

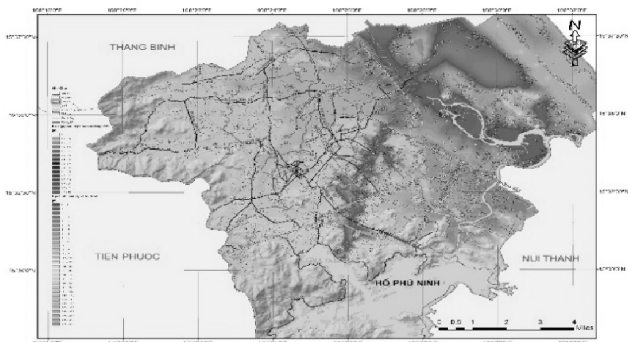
Bảng 5. Kết quả tính toán thủy lực tại các vị trí

Khoảng cách đến đập (km)	Kịch bản	Thời gian truyền lũ (Phút)	Cột nước ngập lớn nhất (m)	Vận tốc lớn nhất (m/s)
Kênh chính Bắc (1,92 km)	Q _{0,1%}	20	1,26	11,69
	Q _{PMF}	19	1,37	11,40
Quốc lộ 40B (3,78 km)	Q _{0,1%}	49	1,24	7,59
	Q _{PMF}	48	1,25	7,26
Cao tốc ĐN-QN (5,14 km)	Q _{0,1%}	61	2,21	6,48
	Q _{PMF}	59	2,52	5,95

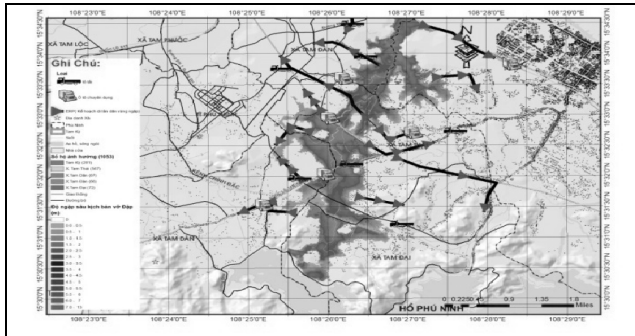
Bảng 6. Vùng chịu ngập ứng với kịch bản lũ PMF

Tên Xã /Phường	Số hộ bị ngập	Chiều sâu ngập (m)
Xã Tam Dân	67	0,5 đến 4
Xã Tam Thái	567	0,2 đến 3,7
Xã Tam Đán	66	0,8 đến 3,5
Xã Tam Đại	72	0,5 đến 4
P. Thuận Hòa	281	0,8 đến 3,5

Các kết quả cho thấy trong phạm vi 5 km về phía hạ lưu đập Long Sơn 1, vận tốc dòng chảy và lớp nước ngập khá lớn tại các vị trí quan trọng như kênh chính Bắc Phú Ninh, đường QL40B và đường cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi. Đối với các cụm dân cư các xã thuộc huyện của Phú Ninh cũng bị ngập sâu từ 0,5 m đến 4 m (xem Bảng 6).



Hình 13. Bản đồ ngập lụt lớn nhất ứng với kịch bản vỡ đập Long Sơn 1 Q_{PMF}



Hình 14. Kết quả mô phỏng ngập lụt và phương án sơ tán với kịch bản lũ PMF

Hình 14 thể hiện đề xuất hướng sơ tán cho người dân vùng bị ảnh hưởng và vị trí cần cắm biển cảnh báo cho các phương tiện giao thông trên các tuyến quốc lộ 40B,

đường cao tốc Đà Nẵng - Quảng Ngãi và đường sắt Bắc Nam khi sự cố xảy ra.

3. Kết luận

Nghiên cứu này đã cho thấy, trong các kịch bản ứng với tần suất lũ kiểm tra và PMF với giả định hình dạng trận lũ bất lợi như năm 1999 thì đập Long Sơn 1 sẽ vỡ. Các kết quả mô phỏng cho thấy vận tốc dòng chảy và chiều sâu ngập tại các tuyến đường giao thông quan trọng là khá lớn. Bên cạnh đó kết quả nghiên cứu chỉ ra được vùng chịu ngập và chiều sâu ngập của các khu dân cư thuộc huyện Phú Ninh, có khả năng đe dọa đến tính mạng người dân. Tác giả đã đề xuất phương án sơ tán khi tình huống này xảy ra và làm cơ sở cho các ban ngành phối hợp thực hiện nhằm giảm thiểu đến mức thấp nhất về người và tài sản.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đỗ Đức Dũng (2009), *Nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận-Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà, đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại*, Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam.
- [2] HEC1-3 (2003), *Dự án hiện đại hóa hệ thống thủy lợi Phú Ninh*.
- [3] Phạm Thị Hương Lan, Nguyễn Cảnh Thái (2011), *Nghiên cứu ảnh hưởng tình huống vỡ đập hồ kẻ gỗ - Hà Tĩnh đến vùng hạ du*, Trường Đại học Thủy lợi.
- [4] Ban quản lý Trung ương các dự án thủy lợi (2012), *Sổ tay an toàn đập*.
- [5] UBND tỉnh Quảng Nam (2013), *Quy trình điều tiết Hồ chứa nước Phú Ninh*.
- [6] Viện Cơ học-Viện KH và CN Việt Nam (2004), *Đề tài KC 08-13, Quyển 5: Mô hình 1D và 2D mô phỏng dự báo tình trạng ngập lụt khi vỡ đập, đê*.

(BBT nhận bài: 14/07/2015, phản biện xong: 20/10/2015)