

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TÌNH HUỐNG VỠ ĐẬP HỒ KÈ GỖ - HÀ TĨNH ĐẾN VÙNG HẠ DU

PGS. TS Phạm Thị Hương Lan, PGS.TS. Nguyễn Cảnh Thái
Trường Đại học Thủy lợi

KS. Trần Ngọc Huân
Viện Thủy văn, Môi trường & Biến đổi khí hậu

Tóm tắt

Hồ chứa được xây dựng với nhiều mục đích khác nhau như là: tưới cho nông nghiệp, phát điện, phòng lũ, du lịch..., mang lại nhiều lợi ích cho các ngành kinh tế xã hội. Tuy nhiên những hồ chứa lớn có sự chênh lệch cột nước thượng – hạ lưu cao tiềm ẩn những nguy cơ và thảm họa khi xảy ra sự cố vỡ đập, đe dọa đến tính mạng và tài sản của nhân dân vùng hạ lưu. Chính vì thế việc nghiên cứu ảnh hưởng của sự cố vỡ đập là vấn đề quan trọng cần phải được xem xét. Hồ Kè Gỗ là một trong những hồ chứa lớn ở khu vực miền Trung, vùng hạ lưu hồ là khu vực tập trung đông dân cư, khu kinh tế phát triển. Kết quả nghiên cứu vỡ đập hồ Kè Gỗ giúp xác định chiều sâu, lưu tốc dòng chảy, phạm vi ảnh hưởng và thời gian xuất hiện dòng lũ sinh ra do vỡ đập. Đó là những thông tin quan trọng giúp các nhà quản lý có những biện pháp thích hợp để giảm tới đa các thiệt hại do sự cố vỡ đập gây ra. Bài báo này tập trung vào việc mô phỏng ngập lụt hạ du hồ Kè Gỗ trong tình huống đập chính hồ Kè Gỗ bị vỡ.

1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây do ảnh hưởng của biến đổi khí hậu toàn cầu, tình hình thời tiết diễn ra bất thường: mưa to, bão lớn, hiện tượng trượt lở đất diễn biến phức tạp đặc biệt là những vùng núi cao, hồ tích nước gây nguy hiểm cho sự an toàn của đập. Việt Nam gần đây cũng đã xảy ra hiện tượng vỡ đập, vỡ đê do mưa lớn kéo dài kết hợp với lũ từ thượng nguồn đổ về làm mực nước hồ, nước sông dâng cao trên mức an toàn nên gây hiện tượng vỡ đập như năm 2010 vỡ đập Khe Mơ-Hà Tĩnh. Dự án “Hiện đại hóa hệ thống thủy lợi Kè Gỗ” thuộc dự án Hỗ trợ thủy lợi Việt Nam (VWRAP) với các mục tiêu giúp phát triển bền vững một số hệ thống thủy lợi ở Việt Nam nâng cấp hệ thống kênh mương, các công trình hồ chứa và an toàn đập.

2. PHẠM VI VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Phương pháp nghiên cứu

Hiện nay ở các nước tiên tiến trên thế giới trước khi quyết định xây dựng một hồ chứa nước việc quan tâm đến vấn đề an toàn hồ, đập được đặt lên hàng đầu và tất các các hồ chứa được xây dựng đều phải nghiên cứu đến trường hợp khi xảy ra sự cố vỡ đập thì phạm vi ảnh hưởng đến đâu, đâu là khu vực bị thiệt hại nặng nhất để từ đó có

biện pháp phòng tránh giảm thiểu. Ở Việt Nam trong những năm gần cũng có một số nghiên cứu về an toàn đập đã được thực hiện ở Viện Quy hoạch thủy lợi, Viện Khoa học thủy lợi, Viện Khoa học thủy lợi miền Nam, xem xét đánh giá một phần các tác động do lũ xảy ra đối với các vùng nghiên cứu như trường hợp lưu vực sông Hồng, sông Hương do Viện Khoa học thủy lợi thực hiện; lưu vực sông Srepok do Viện Quy hoạch Thủy lợi thực hiện, nghiên cứu, đánh giá mô hình vỡ đập Hàm Thuận-Đa Mi đến hạ lưu sông La Ngà do viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam....

Hiện nay, việc ứng dụng các mô hình toán để tính bài toán vỡ đập trong hệ thống sông và các công trình trên sông ngày càng phổ biến như MIKE11 (Moduyn DamBreak), HEC_RAS, DAMBBRK, FLDWAV, BREACK... Trong số các phần mềm được sử dụng cho dự đoán vỡ đập: Tingsanchali (1998) nhận ra rằng dựa trên công thức Meyer-Peter & Mueller: mô hình BREACH tính toán lưu lượng lớn nhất cho kết quả cao hơn 2,8 lần so với các lưu lượng lớn nhất quan sát được, mô hình MIKE 11 tính toán các lưu lượng lớn nhất cao bằng 0,167 lần so với giá trị thực đo. Mô hình MIKE cung cấp cái nhìn toàn diện hơn về các sự kiện vỡ đập mô phỏng lũ lụt, kết hợp với đồ họa nâng cao của bản đồ ngập lụt giúp hình dung sự chuyển động của sóng lũ trong sự biến đổi của thời gian và không gian.

Từ trước đến nay các nghiên cứu trong nước liên quan đến bài toán mô phỏng ngập lụt do lũ hay vỡ đập thường sử dụng phương pháp là mô phỏng thủy lực một chiều sau đó kết quả mực nước tính được tại vị trí các mặt cắt sông kết hợp với bản đồ địa hình (DEM) để xây dựng bản đồ ngập lụt đôi khi cho kết quả không chính xác do khi mô phỏng vỡ đập cũng như lũ lụt thường có hiện tượng tràn bãi, tràn qua bờ mặc dù đã sử dụng thuật mô phỏng các ô chứa lũ. Chính vì vậy đề tài này tác giả đã sử dụng mô hình MIKE 11 mô phỏng vỡ đập và dùng mô hình MIKE FLOOD để tính toán ngập lụt hạ du hồ Kẻ Gỗ, khi đó kết quả sẽ cho ta độ chính xác cao mô phỏng hiện tượng tràn bãi một cách trực quan, ngoài ra khi xảy ra sự cố vỡ đập hoặc vỡ đê, một vấn đề cần được quan tâm là xác định vùng có dòng phá hoại đi qua để từ đó có các giải pháp khắc phục.

1.2. Phạm vi nghiên cứu

Hồ chứa nước Kẻ Gỗ trên sông Rào Cái thuộc xã Cẩm Mỹ huyện Cẩm Xuyên, tỉnh Hà Tĩnh cách Thành phố Hà Tĩnh 20km về phía Tây. Công trình được khởi công xây dựng vào ngày 26/3/1976 đến tháng 2 năm 1978 bắt đầu tích nước. Năm 1983 công trình hoàn thành và chính thức đưa vào khai thác. Hồ có nhiệm vụ tích nước tưới cho 21.136 ha đất canh tác của hai huyện Thạch Hà và Cẩm Xuyên, cấp nước cho công nghiệp, kết hợp phát điện, nuôi cá và phòng chống lũ cho hạ du. Từ năm 1988 đến nay hồ chứa không còn phục vụ cho nhiệm vụ phát điện. Hồ có dung tích 346 triệu m³ tại cao trình mực nước dâng bình thường.

Hạ du hồ Kẻ Gỗ có 2 nhánh sông chính là sông Gia Hội có chiều dài 34,3 Km và sông Nai (sông Phú) với chiều dài 42,5 Km. Vùng nghiên cứu bao gồm các khu vực thuộc thành phố Hà Tĩnh, huyện Cẩm Xuyên, huyện Thạch Hà

1.3. Quy trình nghiên cứu

Các thông số vỡ đập và quá trình vỡ

Việc dự báo lưu lượng chảy qua đập khi bị vỡ là rất quan trọng, có thể được xác định bằng thực nghiệm và mô hình toán. Tuy nhiên các mô hình vật lý không phải lúc nào cũng có thể làm được do điều kiện tài chính vì vậy mô hình toán luôn được coi là có tính khả thi cao hơn.

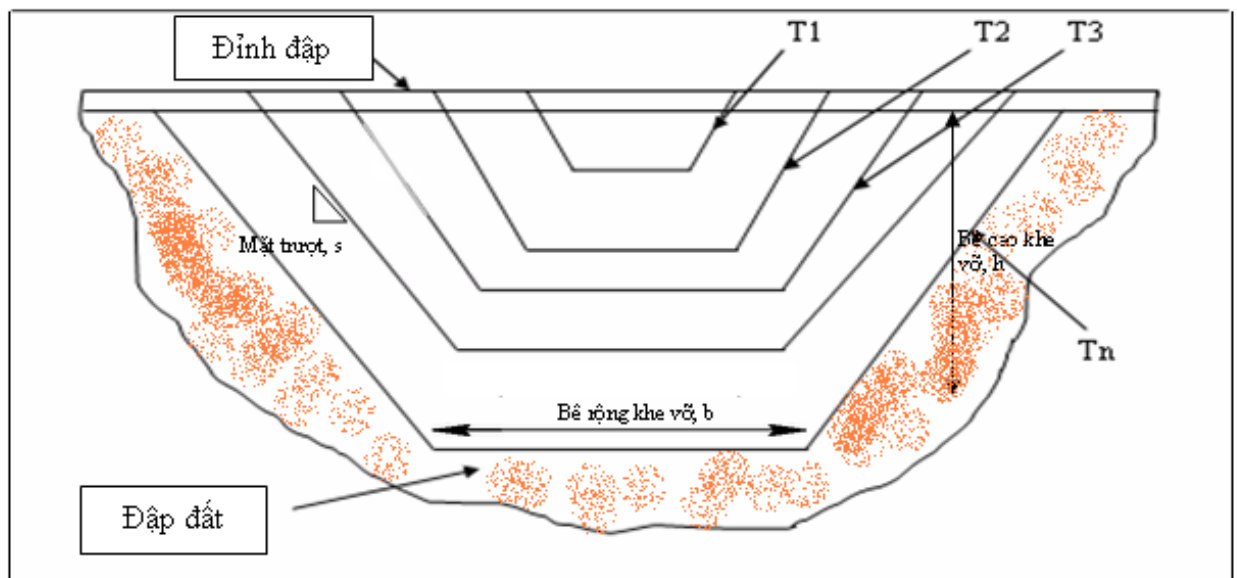
Thực tế mô hình toán khi xác định lưu lượng tràn qua khi vỡ đập dựa theo 4 phương pháp sau:

- Phương pháp dựa trên kết quả mô hình vật lý.
- Phương pháp tham số giới hạn
- Công thức dự báo
- So sánh phân tích

Phương pháp sử dụng các công kinh nghiệm đã dựa trên kết quả mô hình vật lý xác định lưu lượng lũ vỡ đập kết hợp các mô hình xói lở, vận chuyển bùn cát và cơ học đất. Đây là phương pháp dự báo phức tạp nhất dựa vào rất nhiều trường hợp vỡ đập đã xảy ra. Khi quá trình nghiên cứu và số liệu vận chuyển bùn cát cho phép lưu lượng ít thay đổi thì phương pháp sử dụng công thức dự báo là hợp lý nhất, vì phương pháp này là dựa trên sự tính toán từ những trường hợp và kịch bản vỡ đập thực tế đã xảy ra. Có rất nhiều công thức dự báo được đưa ra cho từng trường hợp phức tạp.

Khi sử dụng phương pháp công thức dự báo thì các công thức tính toán dự báo vỡ đập được sử dụng nhiều nhất là của Froehlich và MacDonald kết hợp với Langridge-Monopolis (MDLM). Đây cũng là hai phương pháp được coi là áp dụng tốt nhất cho đập đất (Razad, 2009).

Cơ chế vỡ đập được mô tả bởi các thông số vỡ đập, chiều rộng vết vỡ B , chiều cao vết vỡ h và thời gian vỡ đập T . Hình dạng vết vỡ có thể được quy định là hình thang, hình chữ nhật, hoặc hình tam giác. Sự hình thành lỗ vỡ có dạng hình thang với cơ chế hình thành tuyến tính được thông qua trong trường hợp này với mục đích xây dựng mô hình vỡ đập nguy hiểm nhất, dựa trên giả định rằng lỗ vỡ đập nước thay đổi tuyến tính với thời gian.



Hình 1: Lỗ vỡ đập dạng hình thang

Nghiên cứu cho thấy phương trình Froehlich và MacDonald và Langridge-Monopolis (MDLM) là các phương trình dự báo thích hợp nhất để tính các thông số vết vỡ. Các tham số sử dụng nghiên cứu được thể hiện trong bảng 1

Bảng 1: Các thông số vỡ đập

Thông số vỡ đập	Phương trình dự đoán	
	MacDonald và Langridge-Monopolis (MDLM) (1984)	Froehlich (1995b)
Thời gian hình thành vết vỡ, T (giờ)	$0.0179(V_{er})^{0.364}$	$0.00254 (V_w)^{0.53} h_b^{-0.9}$
Chiều rộng trung bình lỗ vỡ, \bar{B} (m)	-	$0.1803K_o V_w^{0.32} h_b^{0.19}$
Mặt trượt của vết vỡ (s)	0.5	1.4 cho tràn đỉnh, 0.9 cho các trường hợp khác, trung bình 1.0

Dựa vào một số phương pháp nghiên cứu xác định các thông số vỡ đập kết hợp với số liệu thống kê kết quả vỡ đập của 108 đập đất trên thế giới “DAM SAFETY OFFICE” của tác giả Tony L. Wahl (USA_1998), xây dựng quan hệ giữa (Dung tích hồ [V_{hồ}]~ Bề rộng vết vỡ [B], Chiều cao vết vỡ [h]~ Chiều cao đập [H_{đập}]). Các thông số vỡ đập tính toán cho hồ Kẻ Gỗ được giả định như sau

Bảng 2: Các thông số vỡ đập

Cao trình mực nước ban đầu (m)	Cao trình mực nước vỡ đập (m)	Vết vỡ ban đầu		Giới hạn vết vỡ	
		Z _{đầu} (m)	B _{đầu} (m)	Z _{cuối} (m)	B _{cuối} (m)
32.5	35	35	1	31,5	200

2.4. Phân tích dữ liệu

Các tài liệu địa hình được sử dụng để thiết kế lập sơ đồ thủy lực gồm có 16 mặt cắt trên sông Gia Hội, 22 mặt cắt trên sông Nai (sông Phủ) đo năm 2010, bình đồ hạ du hồ Kẻ Gỗ tỷ lệ 1: 10 000 đo năm 2008. Tài liệu địa hình lòng hồ, quan hệ Z~F~V...

Tài liệu tính toán: Dòng chảy đến hồ Kẻ Gỗ tính bằng mô hình thủy văn (MIKE NAM); Quá trình triều tại cửa sông Sót (trạm Thạch Đồng) và cửa sông Gia Hội (trạm Cẩm Nhung); Lượng gia nhập khu giữa của vùng hạ du Kẻ Gỗ chiếm đến 30% tổng lượng dòng chảy đóng góp vào lưu vực cũng được đưa vào để tính toán (dùng tài liệu mưa trạm Hà Tĩnh để tính toán)

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Tính toán phân tích vỡ đập hồ Kẻ Gỗ

a. Xây dựng mô hình thủy lực hạ du hồ Kẻ Gỗ

Để hiệu chỉnh và kiểm định mô hình trong mạng sông hạ du hồ Kẻ Gỗ dùng trạm mực

nước tại Cầu Phủ trên sông Nai và cầu Hộ trên sông Gia Hội. Đây là 2 trạm mực nước thường được đo khi hồ Kẻ Gỗ xả lũ nhằm khống chế mực nước phía hạ du kết hợp với các vết lũ tại các địa điểm khác nhau trên lưu vực. Trong những năm qua thì Hà Tĩnh cũng là địa phương chịu thiệt hại nặng nề do thiên tai, đặc biệt trận lũ tháng 9-2009 và trận lũ tháng 10-2010 gây ngập lụt nặng cho khu vực hạ du hồ Kẻ Gỗ khi mưa lớn kéo dài kết hợp với việc hồ Kẻ Gỗ xả với lưu lượng lớn khoảng 650 m³/s. Đề tài dùng số liệu trận lũ tháng 10 năm 2009 để hiệu chỉnh và số liệu trận lũ tháng 10 năm 2010 dùng để kiểm định mô hình kết quả kiểm định và hiệu chỉnh mô hình cho thấy giá trị tính toán phù hợp với giá trị thực đo tại các trạm kiểm tra với mức độ sai số 4-6%.

Trên cơ sở mô hình MIKE FLOOD vừa thiết lập, mô hình vỡ đập hồ Kẻ Gỗ được xây dựng. Thực tế ứng dụng cho thấy, việc thiết lập mô phỏng vỡ đập trong phần mềm MIKE 11 khá đơn giản bởi các thông số (giới hạn vết vỡ, thời gian vỡ hay có thể khống chế mực nước bắt đầu xảy ra sự cố, và các thông số địa chất của đập....) Các kết quả tính toán ứng với các trường hợp vỡ đập được thực hiện dựa trên các giả thiết như sau:

- Nghiên cứu thực hiện trong đề tài chỉ xây dựng mô hình vỡ đập ứng với trường hợp là sự cố xảy ra do nước tràn qua đỉnh đập. Lý do của việc giới hạn này là đây là trường hợp có khả năng xảy ra khi có các biến động lớn về thời tiết xảy ra mưa lớn trên diện rộng.

- Từ những giới hạn đó, đối với hồ chứa xác định trong trường hợp bất lợi nhất là khi hồ chứa đã tích đầy ($Z = Z_{bt} = 32.5\text{m}$) tức khả năng chứa lũ của hồ còn rất kém nếu có lũ xảy ra. Việc thoát lũ nhằm đảm bảo an toàn cho đập được thực hiện thông qua tràn xả lũ và qua cống lấy nước của hồ còn tràn sự cố không hoạt động.

- Lũ xảy ra được tính toán ứng với lũ PMF.
- Mưa phía hạ du lấy theo mưa 3 ngày Max trạm Kỳ Anh ứng với tần suất 10%.
- Quá trình biên triều cửa sông được lấy theo đợt triều cường tháng 10-2005 (trong liệt số liệu quan trắc từ năm 1988-2008).

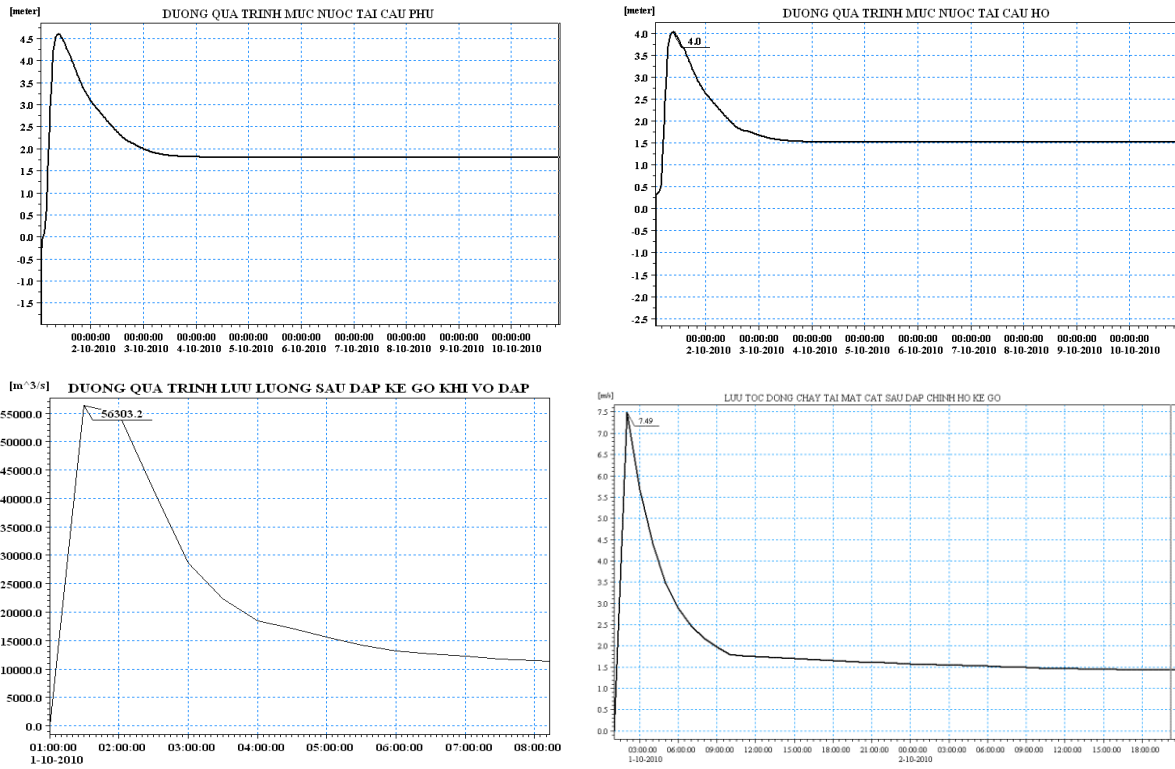
b, Phân tích kết quả

Kết quả tính toán trường hợp vỡ đập chính ứng với lũ PMF được thể hiện trong bảng 3. Các khu vực bị ảnh hưởng các mức độ ngập lụt tại các vị trí hạ du vùng Kẻ Gỗ ứng với từng thời điểm sau khi vỡ đập được thể hiện trong hình 2 và hình 3

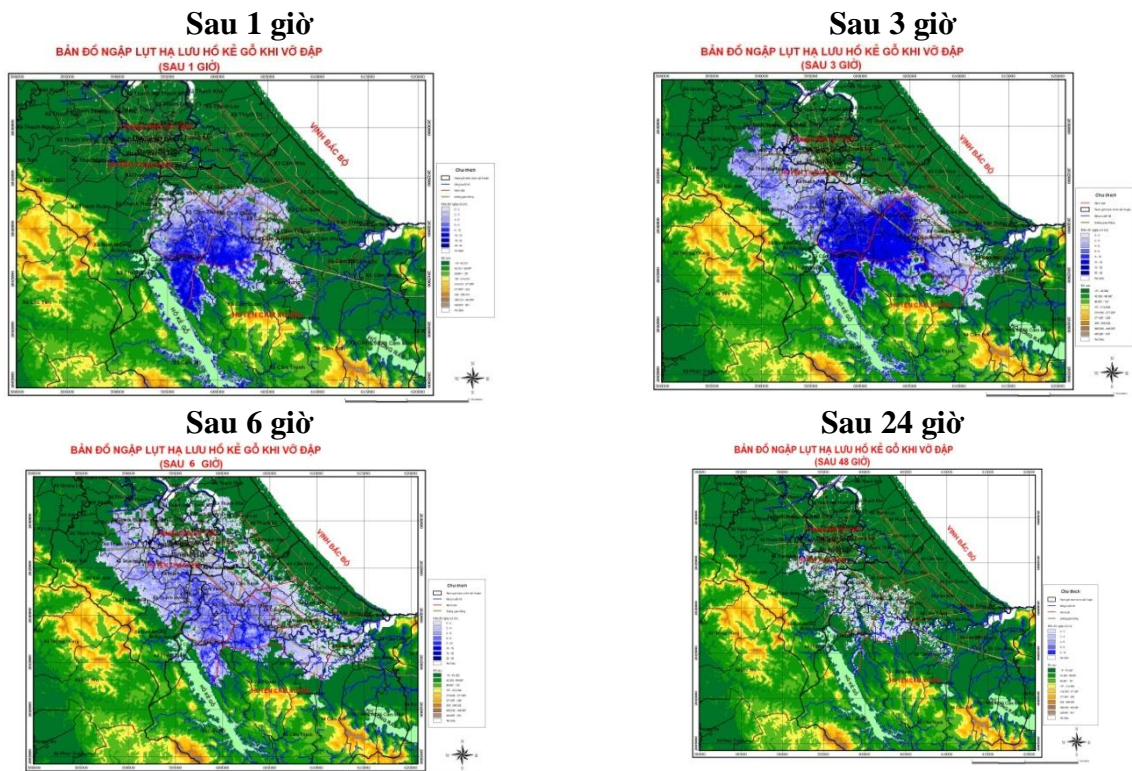
Bảng 3: Kết quả tính toán thủy lực

Vị trí	Khoảng cách (Km)	Q _{Max} (m ³ /s)	Thời gian (giờ)	V _{Max} (m/s)	H _{Max} (m)
Sau hồ	0	56303	0	7.49	10.5
Cầu Phủ	19.6	34427	1.5	3.86	4.52
Cầu Hộ	18.3	28353	1.5	3.56	4.00
Cửa Nhượng	34.7	26620	2	2.12	2.58
Cửa Sót	38.3	26703	2	2.32	2.61

Kết quả ngập lụt khi vỡ đập chính hồ Kẻ Gỗ diễn biến theo thời gian:



Hình 2: Quá trình lưu lượng, mực nước, lưu tốc ở hạ du



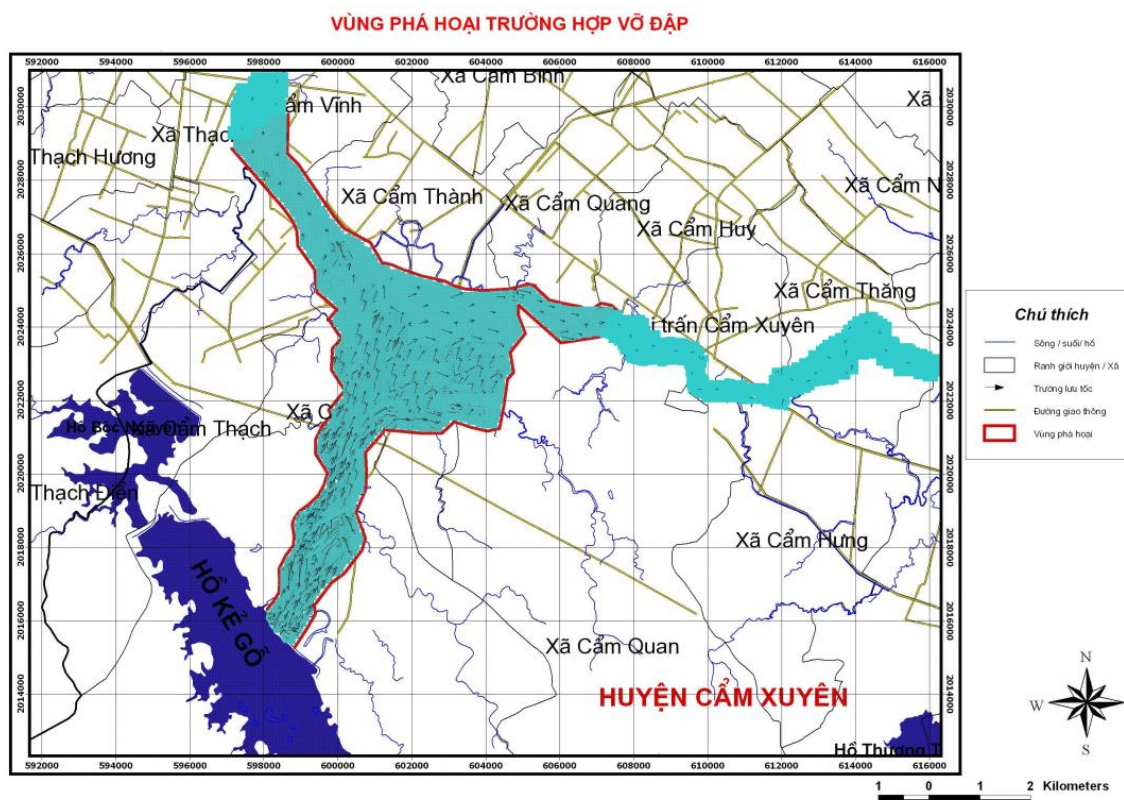
Hình 3: Bản đồ ngập lụt hạ du hồ Kế Gồ

Nhận xét:

Thời gian từ khi vỡ đập chính hồ Kẻ Gỗ đến khi xuất hiện lưu lượng đỉnh lũ sau hồ Kẻ Gỗ là 1 giờ $Q_{Max} = 56303 \text{ m}^3/\text{s}$ và giá trị mực nước lớn nhất với $H_{Max} = 31.5 \text{ m}$ sau 1 giờ so với thời gian xuất hiện đỉnh lũ, tốc độ lớn nhất đạt 7.49 m/s nguy hiểm cho khu vực hạ lưu đập nó sẽ cuốn trôi toàn bộ những gì mà dòng chảy đi qua khu vực của các xã Cẩm Mỹ, Cẩm Duệ, Cẩm Thành, Cẩm Thạch và vùng ngập sẽ mở rộng dần về phía khu vực Thành phố Hà Tĩnh. Đến Thành phố Hà Tĩnh tại Cầu Phủ lưu lượng lớn nhất chỉ còn khoảng $2999 \text{ m}^3/\text{s}$, với lưu tốc lớn nhất khoảng $4,5 \text{ m/s}$ (sau khoảng 1.5 giờ xảy ra hiện tượng vỡ đập hồ Kẻ Gỗ).

Kết quả mô phỏng ngập lụt cho thấy sau 3 giờ thì độ sâu ngập vùng hạ du là lớn nhất, chủ yếu là trên 5 m chiếm khoảng 50% vùng bị ngập; thời điểm lúc 6 giờ thì diện tích ngập lớn nhất có tất cả 55 xã của 3 huyện bị ngập tổng diện tích là 345 km^2 và có khoảng 47940 nhà dân bị ngập 374395 người dân của 3 huyện (năm 2008) chiếm khoảng 12% hộ dân bị ảnh hưởng trực tiếp...Sau 48 giờ thì hiện tượng ngập chỉ còn lại một số xã vùng trong nằm ven sông Ngàn Mọ và một số vùng trũng chưa tiêu thoát kịp.

Vùng có dòng phá hoại trường hợp vỡ đập chính hồ Kẻ Gỗ được thể hiện ở hình 4, nó đi qua các thôn xóm của xã Cẩm Mỹ đoạn sông Ngàn Mọ với lưu tốc dòng chảy lớn thường 5 -6 m/s.



Hình 4: Vùng phá hoại trường hợp vỡ đập hồ Kẻ Gỗ

Dựa vào kết quả mô phỏng thủy lực xác định được các vùng nguy hiểm, vùng bị ngập sâu, chịu ảnh hưởng lớn do vỡ đập giúp chúng ta có biện pháp khắc phục, biết trước được tình huống và diễn biến của lũ, thời gian tập trung lũ rất nhanh vì vậy việc chuẩn bị ứng phó trước và trong khi xảy ra sự cố là rất quan trọng. Khi có tình huống xấu xảy ra với đập Kẻ Gỗ, thì

chủ đập có trách nhiệm phối hợp với các cơ quan nhà nước và địa phương thực hiện phương án báo động và lên kế hoạch di tản ở vùng hạ lưu của đập nhằm đảm bảo an toàn về tính mạng cũng như bảo vệ tài sản của nhân dân. Tùy theo tình hình thực tế và dựa theo kế hoạch báo động mà chủ đập và các cơ quan liên quan tiến hành thông báo cho người dân tại các xã cũng như chuẩn bị kế hoạch di dời người dân ra khỏi vùng nguy hiểm.

4. KẾT LUẬN

Từ kết quả tính toán cho vùng nghiên cứu, xác định được các khu vực ảnh hưởng khi xảy ra sự cố, tùy vào mức độ bị ảnh hưởng mà ta có những biện pháp can thiệp khác nhau để giảm thiểu thiệt hại cho người dân như lập kế hoạch di dời người dân vùng ngập sâu có thể di dời đến vùng cao, dựa vào diễn biến ngập lụt phải ưu tiên những vùng có nguy cơ bị ngập trước và khu vực dân cư nằm trong phạm vi của dòng phá hoại khi có báo động nguy cơ xảy ra sự cố vỡ đập.

Việc ứng dụng mô hình MIKE FLOOD mô phỏng tình huống vỡ đập có thể ứng dụng tốt khi mà các mô hình khác còn một số hạn chế, ưu điểm nổi bật của nó là xác định được vùng phá hoại của dòng lũ. Đặc biệt đối với những nơi có nhiều hồ chứa và phía hạ du tập trung đông dân cư thì cần phải có những nghiên cứu về an toàn đập trước khi cấp phép xây dựng công trình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TS Đỗ Đức Dũng., 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 (2009), Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam
2. TS Hoàng Đình Tuyền, đánh giá khả năng cắt lũ của hồ Tuyên Quang và ngập lụt hạ du, Viện Khí tượng-Thủy văn
3. Nguyễn Khoa , Vỡ đập thủy lợi, hàng ngàn dân sơ tán tránh lũ (2010) báo vnexpress (1)
4. Thanh Phong-Đào Chanh-Hoàng Vũ, ĐBSCL: Hàng loạt đê bao bị vỡ, 28/09/2011, báo Nongnghiep.vn (2)
5. Báo cáo dự án “Lập kế hoạch chuẩn bị sẵn sàng trong trường hợp khẩn cấp (EPP) cho hồ chứa Kê Gỗ - tỉnh Quảng Ninh-Trường Đại học Thủy Lợi, (2011) người tham gia chính PGS.TS Phạm Thị Hương Lan, KS Trần Ngọc Huân, PGS.TS Nguyễn Cảnh Thái
6. U.S. Army Corps of Engineers, 2000. Hydraulic River Analysis HEC-RAS: User’s Manual Version 4.0 Hydrologic Engineering Center, March 2008.
7. Tony A.Atallah , a review on dams and breach parameters estimation (2002) Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, VA