

PHÂN TÍCH RỦI RO HỆ THỐNG PHÒNG CHỐNG LŨ VÙNG BỜ GIAO THỦY – NAM ĐỊNH

Nguyễn Quang Đức Anh¹, Mai Văn Công²

Tóm tắt: Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu về đánh giá an toàn hệ thống phòng chống lũ hiện tại và xác định tiêu chuẩn an toàn hệ thống đề của huyện Giao Thủy – Nam Định. Việc đánh giá an toàn hệ thống này dựa trên cơ sở phân tích các cơ chế, xác định xác suất xảy ra sự cố của của từng thành phần trong hệ thống và xác suất xảy ra sự cố của toàn hệ thống. Tiêu chuẩn an toàn của hệ thống được xác định thông qua phân tích rủi ro hệ thống, tối ưu theo quan điểm rủi ro về kinh tế và kể đến thiệt mạng khi bão lũ xảy ra. Kết quả phân tích chỉ ra rằng cả hệ thống đề và tiêu chuẩn an toàn hiện tại áp dụng cần được nâng cấp đảm bảo phù hợp hơn với tình hình phát triển kinh tế, xã hội hiện tại của vùng nghiên cứu.

Từ khóa: Độ tin cậy; an toàn đề; đề cửa sông; đề biển; tiêu chuẩn an toàn; tối ưu thiết kế

1. GIỚI THIỆU

Phương pháp thiết kế ngẫu nhiên là phương pháp thiết kế dựa trên cơ sở toán xác suất thống kê để phân tích tương tác giữa các biến ngẫu nhiên của tải trọng và của sức chịu tải trong các cơ chế phá hoại theo giới hạn làm việc của công trình. Trong thiết kế ngẫu nhiên, tất cả các cơ chế phá hỏng được mô tả bởi mô hình toán hoặc mô hình mô phỏng tương ứng. Tính toán xác suất phá hỏng của một bộ phận kết cấu hoặc của công trình được dựa trên hàm độ tin cậy của từng cơ chế phá hỏng.

Tại Việt Nam, đề điều là công trình quan trọng được xây dựng, tu bổ và bảo vệ qua nhiều thế hệ nhằm ngăn nước lũ, nước biển, bảo vệ tính mạng, tài sản của Nhà nước và của nhân dân gắn với an ninh, quốc phòng, chủ quyền và lợi ích quốc gia. Với những diễn biến bất thường và phức tạp của thiên tai và thời tiết, trong khi hầu hết các hệ thống đề điều ở nước ta hiện nay được thiết kế xây dựng dựa theo kinh nghiệm tích góp từ nhiều thế hệ và không còn phù hợp với tình hình điều kiện Kinh tế - Xã hội hiện tại. Việc ứng dụng Lý thuyết ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy trong thiết kế hệ thống phòng chống lũ có thể giúp các chuyên gia đánh giá an toàn công trình phòng chống lũ hiện tại, cũng như xác định tiêu

chuẩn an toàn phù hợp với điều kiện Kinh tế - xã hội của đất nước ta trong thời kỳ mới trước khi quyết định đầu tư nâng cấp hay xây dựng một hệ thống công trình mới.

2. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐỀ HUYỆN GIAO THỦY – NAM ĐỊNH

Giao Thủy là một huyện ven biển của tỉnh Nam Định, nằm ở rìa đồng bằng châu thổ sông Hồng, cách thành phố Nam Định 45 km về phía Nam; Phía Tây Bắc giáp với huyện Xuân Trường, phía Tây Nam giáp với huyện Hải Hậu, ranh giới với hai huyện này là con sông Sò phân lưu của sông Hồng. Phía Bắc và Đông Bắc tiếp giáp với tỉnh Thái Bình mà ranh giới là sông Hồng (chính Bắc là huyện Kiến Xương, Đông Bắc là huyện Tiền Hải).

Huyện Giao Thủy có diện tích tự nhiên là 23.799,64 ha, với số dân sinh sống trong vùng là 205.075 người (số liệu thống kê năm 2010) được bao bọc bởi sông và biển. Huyện Giao Thủy có 32km bờ biển, nằm giữa 2 cửa sông lớn là sông Hồng và sông Sò.

Hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy bao gồm: 31.161 km đề biển từ K0+000 đến K31+161 và gần 30km đề sông trong đó đoạn đề Hữu Hồng dài 11.702 km có vị trí từ K208+000 đến K219+702 (Xem bản đồ tổng thể hệ thống phòng chống lũ Huyện Giao Thủy – Nam Định hình 1).

¹ PortCoasts Ltd., Hà Nội, Việt Nam

² Đại học Thủy Lợi

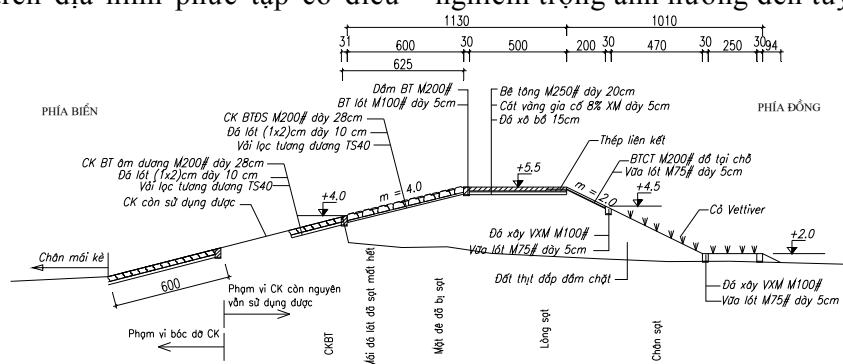


Hình 1: Bản đồ tổng thể Hệ thống đê, kè Huyện Giao Thủy – Nam Định

Một số đánh giá về hiện trạng hệ thống đê, kè huyện Giao Thủy – Nam Định như sau:

-Các tuyến đê, kè biển huyện Giao Thủy được hình thành cách đây đã rất lâu (khoảng 250 năm) trên nền đất yếu, đất bồi tụ phù sa của hệ thống sông Hồng. Tuyến đê chạy dài từ cửa sông Hồng ở phía Bắc (đầu tuyến) đến sông Sò (Cửa sông Hà Lạn) ở phía Nam (Cuối tuyến) trên địa hình phức tạp có điều

kiện địa hình, địa chất thay đổi thường xuyên. Chịu ảnh hưởng trực tiếp của thủy triều, gió bão, từ biển Đông vừa chịu ảnh hưởng dòng chảy lũ đổ vào biển Đông của các sông ngòi nội địa, nên những năm qua tuyến bờ biển huyện Giao Thủy diễn biến phức tạp, đoạn giữa tuyến trực diện với biển, tình trạng biển tiến, bãi thoải gây xói lở nghiêm trọng ảnh hưởng đến tuyến đê.



Hình 2: Mặt cắt ngang đại diện đê, kè biển Giao Thủy – Nam Định

- Nhiều đoạn đê chất lượng đất đắp thân đê và nền đê rất kém, chủ yếu là đất cát và đất cát pha, dễ sạt lở do mưa và sóng. Những đoạn đê trực diện với biển, những vị trí xung yếu tuy đã được kè lát mái bảo vệ nhưng vẫn thường xuyên bị phá hoại, do kết cấu mái kè, chân kè bằng các cấu kiện chưa hợp lý (Như kè và phần mái kè bằng đá hộc lát khan). Một số cống qua đê xây dựng cách đây trên 40 năm, cống ngắn so với

thân đê, hình thức, kết cấu lạc hậu, đã bị hư hỏng và xuống cấp, không đáp ứng được yêu cầu chống lụt bão hiện nay.

-Mức bảo đảm thiết kế hiện tại còn thấp, do vậy đề biên không đáp ứng được với yêu cầu phòng chống lũ bão hiện nay. Con bão số 7 năm 2005 là cơn bão cấp 10-12 giật trên cấp 12, bão đổ bộ vào đất liền đúng lúc triều cường, vượt tần suất thiết kế đề (Tuyến đề biên hiện nay

thiết kế với mức bảo đảm chống được với gió bão cấp 9 với triều trung bình ứng với tần suất 5%). Tổ hợp bão cộng với triều cường là tổ hợp bất lợi nhất cho đê kè ven biển. Với tổ hợp này rất ít khi xảy ra, nhưng khi đã xảy ra sẽ gây phá hoại rất nghiêm trọng cho đê kè.

-Các hoạt động kinh tế xã hội tại vùng biển và ven biển đã gây ra những thay đổi về môi trường tự nhiên theo hướng bất lợi và làm gia tăng thiên tai và thiệt hại của thiên tai. Ở nhiều khu vực, rừng ngập mặn và rừng phòng hộ ven biển đã bị mất không những gây ra biến đổi về môi trường sinh thái theo hướng có hại, mà cũng làm cho sóng lớn đánh thẳng vào đê biển, gây vỡ đê biển và ngập lụt.

3. ĐÁNH GIÁ AN TOÀN HỆ THỐNG ĐÊ HUYỆN GIAO THỦY – NAM ĐỊNH

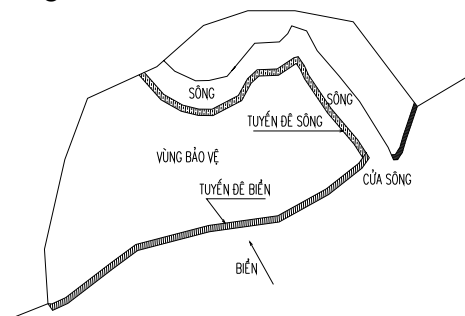
Để có thể đánh giá an toàn hệ thống phòng chống lũ của huyện Giao Thủy – Nam Định cần thông qua việc xác định xác suất hư hỏng của từng thành phần hệ thống, của toàn hệ thống và xác suất xảy ra ngập lụt. Việc đầu tiên để đánh giá an toàn hệ thống trước hết ta phải sơ đồ hóa hệ thống, xác định các cơ chế ảnh hưởng đến hệ thống. Đối với hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy có thể coi ảnh hưởng của tuyến đê sông bao quanh phía Tây huyện Giao Thủy dọc quanh sông Sò đã được tác giả lược bỏ do lưu lượng sông chảy qua sông Sò là nhỏ ngay cả trong mùa lũ.

3.1. Sơ đồ hóa hệ thống và các cơ chế hư hỏng

Hệ thống công trình bảo vệ bờ và phòng chống lũ huyện Giao Thủy bao gồm các thành phần:

- Tuyến đê biển;
- Tuyến đê sông hữu Hồng;
- Kè bảo vệ bờ biển
- Các đụn cát tự nhiên
- Tường biển và các công trình qua đê như: Cống tiêu, trạm bơm...

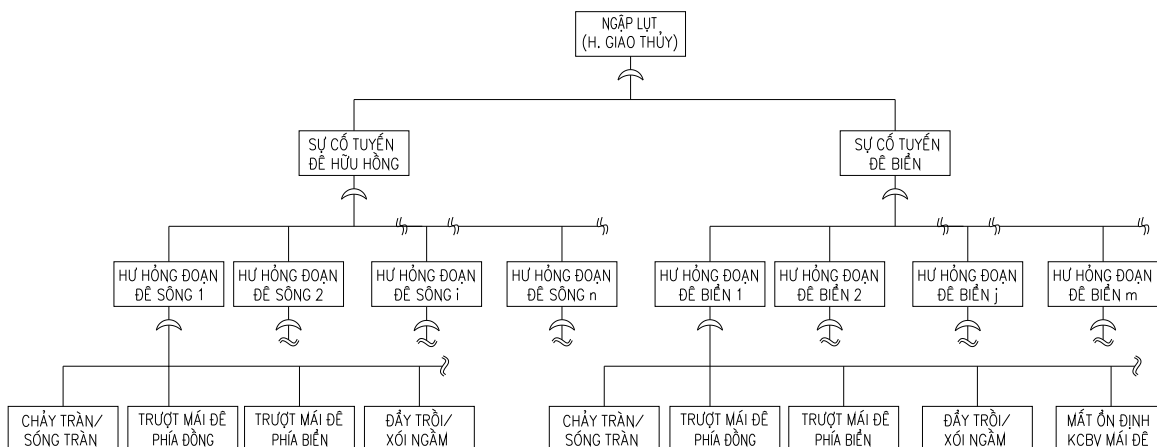
Huyện Giao Thủy là khu vực cửa sông ven biển, các cơ chế phá hoại có thể xảy ra với hệ thống đê biển và đê sông là tương đối giống nhau bao gồm các cơ chế chính như sau:



Hình 3: Sơ đồ hóa hệ thống đê Giao Thủy

- Chảy tràn/ Sóng tràn;
- Trượt mái đê phía đông;
- Trượt mái đê phía biển;
- Đẩy trôi/ Xói ngầm.
- Mất ổn định kết cấu bảo vệ mái

Dựa trên các cơ chế xảy ra sự cố đối với hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy như trên ta có thể xây dựng sơ đồ cây sự cố như sau:



Hình 4: Sơ đồ cây sự cố hệ thống đê huyện Giao Thủy – Nam Định

Đặc điểm của huyện Giao Thủy là một vùng được bảo vệ bờ cả đê sông và đê biển, nguyên nhân gây ra ngập lụt có thể xuất phát từ cả hai phía sông và biển. Tuy nhiên để đơn giản hóa, trong bài toán này có thể coi đe dọa từ phía biển đối với an toàn hệ thống là lớn hơn và coi xác suất xảy ra sự cố đối với tuyến đê hữu Hồng bằng Tiêu chuẩn thiết kế hiện tại của tuyến đê này là $P_f=1/100$ năm và chỉ đi sâu tính toán cho tuyến đê biển của huyện Giao Thủy.

Việc tính toán xác suất hư hỏng của một thành phần hệ thống được xác định dựa trên hàm độ tin cậy của từng cơ chế hư hỏng như nêu trên. Hàm tin cậy Z được thiết lập căn cứ vào trạng thái giới hạn tương ứng với cơ chế phá hỏng đang xem xét, và là hàm của nhiều biến và tham số ngẫu nhiên. Theo đó, $Z < 0$ được coi là có xảy ra hư hỏng, hư hỏng không xảy ra nếu $Z \geq 0$, xác suất hư hỏng được xác định là $P\{Z < 0\}$.

Kết quả nghiên cứu đưa ra trong bài báo này được tác giả áp dụng tính toán theo mức độ II, trong đó để xác định xác suất xảy ra sự cố với tuyến đê biển Giao Thủy, hàm tin cậy được viết theo dạng chung $Z=R-S$.

3.2. Xác suất tổng hợp phá hoại hệ thống đê Giao Thủy – Nam Định

Xác suất sự cố tổng hợp đối với hệ thống đê huyện Giao Thủy được xác định như sau:

$$P_{\text{hư hỏng}} = P_{\text{đê biển}} \{Z_1 < 0 \cup Z_2 < 0 \cup Z_3 < 0 \cup Z_{4-1} < 0 \cup Z_{4-2} < 0 \cup Z_5 < 0\} \cup P_{\text{đê sông}}$$

Trong đó :

- $Z_1 < 0$ biểu thị sự xảy ra hiện tượng sóng tràn/chảy tràn;

- $Z_2 < 0$ biểu thị sự xảy ra hiện tượng hư hỏng kết cấu bảo vệ mái đê;

- $Z_{3-1} < 0$ biểu thị sự xảy ra hiện tượng xói ngầm, đầy trời;

- Z_{4-1} ; $Z_{4-2} < 0$ biểu thị sự xảy ra hiện tượng hư hỏng do trượt mái đê phía biển và phía đồng tương ứng;

- $Z_5 < 0$ biểu thị sự xảy ra hiện tượng phá hỏng do chiều sâu xói chân đê vượt quá chiều sâu bảo vệ;

- $P_{\text{đê sông}}$: Xác suất xảy ra sự cố của tuyến đê hữu hồng; $P_{\text{đê sông}}=0.01$.

Xác suất sự cố tổng hợp được xác định nằm giữa hai biên giới hạn trên và biên giới hạn dưới:

$$\max\{P(Z_i)\} \leq P_{\text{hư hỏng}} \leq \sum_{i=1}^6 P_{Z_i} \{Z_i < 0\}$$

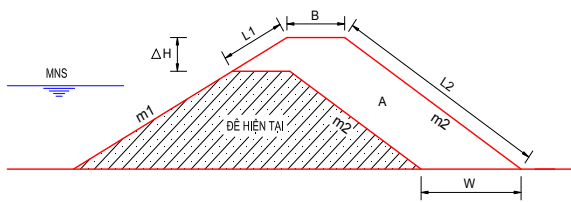
Trong đó xác suất hư hỏng theo cơ chế phá hỏng thứ i , đã được xác định trong các mục trên. Như vậy biên dưới của xác suất sự cố tổng hợp của hệ thống đê huyện Giao Thủy hiện tại là 0.65, với đê thiết kế theo Tiêu chuẩn kỹ thuật thiết kế đê biển 2012 thì biên dưới này là 0.081.

Để xác định biên trên của xác suất sự cố tổng hợp của hệ thống đê huyện Giao Thủy được tác giả xác định bằng phần mềm hỗ trợ OpenFTA. Kết quả tính toán cho biết xác suất sự cố tổng hợp của hệ thống đê Giao Thủy với đê biển hiện tại là 0.657 và với đê biển thiết kế theo Tiêu chuẩn hướng dẫn thiết kế đê biển 2012 là 0.125. Như vậy có thể thấy việc nâng cấp hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy – Nam Định và cụ thể cho tuyến đê biển là hết sức cần thiết.

Dựa trên các xác suất gây hư hỏng tuyến đê biển, thì cũng có thể thấy nên tập trung nâng cao trình độ đê và tăng kích thước (chiều dày) khối phủ bảo vệ đê. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, yếu tố sóng có mức độ ảnh hưởng lớn nhất đến cơ chế mất ổn định kết cấu bảo vệ mái. Như vậy ngoài việc tăng kích thước (chiều dày) của kết cấu bảo vệ mái, thì có thể xem xét đến các biện pháp như trồng rừng ngập mặn tại những vị trí thuận lợi, có bãi bồi trước đê cao để giảm ảnh hưởng các tác động của sóng lên mái đê và tăng tính ổn định của cấu kiện cũng như của toàn bộ hệ thống.

4. XÁC ĐỊNH TIÊU CHUẨN AN TOÀN HỆ THỐNG ĐÊ GIAO THỦY THEO QUAN ĐIỂM TỐI ƯU VỀ KINH TẾ

Cũng tương tự như bài toán đánh giá an toàn hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy, để đơn giản hóa trong bài toán này tác giả coi như tuyến đê sông đã đảm bảo an toàn, việc đầu tư nâng cấp cho hệ thống phòng chống lũ chỉ cần phải tập trung tính toán cho tuyến đê biển. Mặt cắt đại diện xác định chi phí đầu tư nâng cấp hệ thống đê biển Giao Thủy – Nam Định hiện tại và khi nâng cấp được mô tả như hình 5 dưới đây:



Hình 5: Mặt cắt đê hiện tại và nâng cấp

Chi phí đầu tư để nâng cao đỉnh đê lên 1 đoạn ΔH cho 1km dài đê được xác định theo 4.15:

$$I_{\Delta H} = C_1 A + C_2 L_1 + C_3 L_2 + C_4 W + C_5$$

Trong đó:

-C₁: Chi phí đầu tư xây dựng cho 1 m² mặt cắt đê trên 1 km dài đê;

C₂: Chi phí đầu tư xây dựng cho 1m bảo vệ mái ngoài đê trên 1km dài đê;

-C₃: Chi phí đầu tư xây dựng cho 1m bảo vệ mái trong đê trên 1km dài đê;

-C₄: Chi phí sử dụng đất cho 1m mặt bằng chân đê trên 1km dài đê;

-C₅: Chi phí đầu tư xây dựng cho kết cấu bảo vệ đỉnh đê trên 1km dài đê;

Trên cơ sở các tài liệu thiết kế và báo cáo chi phí nâng cấp đê biển Giao Thủy - Nam Định của DDMFC/MARD 2005 xác định được các hệ số chi phí C₁, C₂ ... C₅ như Bảng 1 sau :

Bảng 1: Hệ số chi phí nâng cấp của đê biển Giao Thủy – Nam Định (2005)

Hạng mục nâng cấp	Hệ số	Đơn vị	Chi phí
Thân đê	C ₁	10 ⁶ \$US/m ² /km	0.0096
Gia cổ mái ngoài	C ₂	10 ⁶ \$US/m/km	0.0424
Gia cổ mái trong	C ₃	10 ⁶ \$US/m/km	0.0024
Sử dụng mặt bằng	C ₄	10 ⁶ \$US/m/km	0.0206
Bảo vệ đỉnh đê	C ₅	10 ⁶ \$US/km	0.55

Từ quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ với cao trình đỉnh đê và chi phí đầu tư nâng cấp hệ thống đê ta xác định được quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ với chi phí đầu tư nâng cấp hệ thống đê.

Bảng 2: Quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ với chi phí đầu tư nâng cấp hệ thống đê.

Tần suất	Cao trình đỉnh đê			Chiều dài đê	Các thông số đê nâng cấp				Chi phí nâng cấp
P _f	Hiện tại	Nâng cấp	Gia tăng	L1	A	L1	L2	W	I _{ΔH}
%	m	m	M	km	m ²	m	m	m	10 ⁶ \$US
10	5.50	4.98		31.16					
5		5.62	0.12		4.6	0.5	12.6	0.7	3.4
3		5.94	0.44		15.5	1.6	13.2	2.3	9.2
2		6.36	0.86		34.6	3.5	14.2	5.1	19.2
1		7.59	2.09		91.6	8.4	17.0	12.3	47.6
0.8		7.95	2.45		110.0	9.8	17.8	14.4	56.5
0.67		8.65	3.15		147.9	12.6	19.3	18.5	74.3
0.5		9.18	3.68		178.6	14.8	20.5	21.7	88.4
0.2		10.47	4.97		260.0	19.9	23.4	29.6	124.9
0.1		11.82	6.32		355.8	25.3	26.4	37.2	165.8

Tổng chi phí của một hệ thống (C_{tot}) được xác định bằng tổng cộng giá trị đầu tư (I) cho hệ thống, Chi phí khả dĩ cho duy tu và bảo dưỡng M và thiệt hại kinh tế khả dĩ D:

$$C_{tot}(H_{P_f}) = I_{\Delta H} + PV(M) + PV(P_f * D) = I_{P_f} + R_{P_f}$$

* Trong đó:

+ $I_{\Delta H}$ – Chi phí nâng cấp cho hệ thống phòng chống lũ tương ứng với tải trọng thiết kế có tần suất xuất hiện là P_f , bao gồm các thành phần như: Vốn xây dựng hệ thống đê; Vốn đầu tư xây dựng hệ thống tiêu thoát nước khi có đê;

+ I_{P_f} – Tổng vốn đầu tư cho hệ thống phòng chống lũ tương ứng với tải trọng thiết kế có tần suất xuất hiện là P_f , bao gồm 2 thành phần: Chi phí nâng cấp cho hệ thống $I_{\Delta H}$; Chi phí quản lý vận hành qui về hiện tại $PV(M)$;

+ D - Thành phần rủi ro thiệt hại, bao gồm các thiệt hại do hậu quả của ngập lụt có thể quy tương đương ra các giá trị kinh tế (quy ra tiền được): Các thiệt hại kinh tế trực tiếp khi có ngập lụt; Các thiệt hại gián tiếp do hậu quả của ngập lụt;

+ $PV(...)$ - Quy giá trị trong ngoặc về giá trị hiện tại kể đến các yếu tố như lãi suất và tăng trưởng kinh tế trong suốt tuổi thọ công trình;

+ R_{P_f} – Giá trị rủi ro kinh tế do lũ gây ra ứng với tần suất xuất hiện P_f

Dựa trên số liệu thống kê thiệt hại kinh tế do lũ lụt biển trong những năm gần đây tại các vùng ven biển Nam Định, đặc biệt là sự mất mát do cơn bão Damrey xảy ra trong năm 2005, ước tính thiệt hại kinh tế trực tiếp tại các huyện ven biển của tỉnh Nam Định và huyện Nam Định như sau:

Bảng 3: Thiệt hại kinh tế do lũ lụt gây ra tại các huyện ven biển Nam Định

Khu vực	Đê biển	Thiệt hại kinh tế (10 ⁶ \$USD)	
		năm 2010	năm 2030
Toàn tỉnh	Nam Định	171.2	278.2
Các huyện ven biển	Giao Thủy	67.3	107
	Hải Hậu	61.1	97.8
	Nghĩa Hưng	42.8	73.4

Ngoài ra, để kể đến tính không chắc chắn do các yếu tố ngẫu nhiên của điều kiện biên phía biển, các biến động kinh tế vùng bảo vệ trong suốt thời kỳ quy hoạch – tuổi thọ công trình nên giá trị trung bình thống kê $E(D)$ được tính như sau (Vrijling & Gelder 2001):

$$E(D)_i = E(D)_0 + \sigma \times k$$

* Trong đó:

+ $E(D)_0$: Giá trị trung bình thiệt hại được xác định bằng số liệu thống kê. $E(D)_0 = 67.3 \text{ Ti \$ USD}$;

+ $E(D)_i$: Giá trị trung bình thiệt hại khi kể đến tính không chắc chắn của các yếu tố ngẫu nhiên;

+ σ : Sai số quân phương xác định dựa theo số liệu thống kê cả nước, $\sigma = 126 \text{ \$ USD}$;

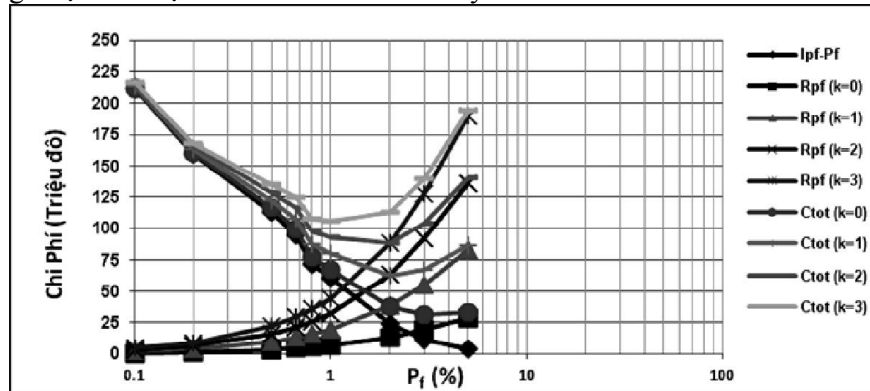
+ k : Hệ số kể đến tính không chắc chắn của các yếu tố ngẫu nhiên. $k = 0, 1, 2, 3$;

Từ các công thức và các thông số đầu vào như trên xác định được tổng chi phí của hệ thống và chi phí rủi ro khi nâng cấp hệ thống đê Giao Thủy – Nam Định theo bảng sau:

Bảng 4: Quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ tổng chi phí đầu tư, chi phí rủi ro và tổng chi phí của hệ thống

Tần suất	Tổng chi phí	Chi phí rủi ro				Tổng chi phí của hệ thống			
P_f (%)	I_{P_f} 10 ⁶ \$US	R_{P_f} (10 ⁶ \$US)				C_{tot} (10 ⁶ \$US)			
		k=0	k=1	k=2	k=3	k=0	k=1	k=2	k=3
5	4.32	28.65	82.28	135.92	189.55	32.97	86.60	140.24	193.88
3	11.62	19.32	55.49	91.67	127.84	30.94	67.12	103.29	139.46
2	24.44	13.35	38.33	63.32	88.30	37.78	62.77	87.75	112.74
1	60.70	6.73	19.33	31.93	44.53	67.43	80.03	92.62	105.22
0.8	72.01	5.38	15.46	25.54	35.62	77.40	87.48	97.56	107.64
0.67	94.77	4.49	12.89	21.29	29.69	99.26	107.66	116.06	124.46
0.5	112.70	3.36	9.66	15.96	22.26	116.06	122.36	128.66	134.96
0.2	159.20	1.35	3.87	6.39	8.91	160.55	163.07	165.59	168.11
0.1	211.38	0.67	1.93	3.19	4.45	212.05	213.31	214.57	215.83

Biểu đồ quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ tổng chi phí đầu tư, chi phí rủi ro và tổng chi phí của hệ thống được thể hiện như hình 4.14 dưới đây:



Hình 65: Quan hệ giữa tần suất đảm bảo phòng lũ P_f với Chi phí rủi ro kinh tế R_{pf} và Tổng chi phí nâng cấp của hệ thống C_{tot}

Kết quả phân tích nêu trên cho thấy vùng bảo vệ huyện Giao Thủy – Nam Định có tiêu chuẩn an toàn phòng lũ tối ưu theo quan điểm kinh tế nằm trong khoảng $P_f = 3\% \div 1\%$. Cụ thể ứng với các trường hợp $k=0 \div 3$ là: $P_f^{k=0} = 3\%$; $P_f^{k=1} = 2\%$; $P_f^{k=2} = 2\%$; $P_f^{k=3} = 1\%$; Dựa vào biểu đồ quan hệ trên hình 6. Kiến nghị chọn tần suất đảm bảo phòng lũ theo quan điểm tối ưu về kinh tế cho hệ thống phòng chống lũ Giao Thủy – Nam Định là $P_f = 2\%$.

5. XÁC ĐỊNH TIÊU CHUẨN AN TOÀN HỆ THỐNG ĐÊ GIAO THỦY THEO RỦI RO CÁ NHÂN

a. Chỉ số rủi ro cá nhân chấp nhận được

Xác định tiêu chuẩn an toàn đối với đê biển nói chung và với đê biển Giao Thủy – Nam Định nói riêng thì ngoài việc xem xét lựa chọn tối ưu về kinh tế thì việc xác định an toàn hệ thống phòng chống lũ theo quan điểm rủi ro cá nhân, tức là ước lượng số người thiệt mạng khi có sự cố đê xảy ra là việc cũng có ý nghĩa hết sức quan trọng. Việc xác định tiêu chuẩn an toàn theo rủi ro cá nhân cũng là một yếu tố quan trọng cần xem xét đến trước khi ra quyết định cuối cùng trong quy hoạch tiêu chuẩn an toàn của vùng bảo vệ.

Rủi ro cá nhân trong vùng bị ngập lụt tại Việt Nam có thể được xác định theo công thức:

$$IR_{flood} = p_{f-flood} \times P_{d/f-flood} < \beta \times 10^{-4} (*)$$

Trong đó:

$P_{f-flood}$: Xác suất ngập lụt của khu vực mà cá nhân đó sinh sống, được xác định theo tiêu chuẩn an toàn của khu vực đó;

$P_{d/f-flood}$: Xác suất cá nhân nào đó bị chết tại vùng ven biển được bảo vệ nếu xảy ra ngập lụt;

β : Hệ số chính sách, phụ thuộc vào mức độ tự nguyện và tự do khi cá nhân sinh sống trong vùng bị ngập lụt.

Hệ thống phòng chống lũ hiện tại của Giao Thủy được thiết kế với tiêu chuẩn an toàn là 1/20 năm. Nếu hệ thống phòng chống lũ đáp ứng được theo các tiêu chuẩn, khả năng xảy ra ngập lụt của huyện Giao Thủy là: $P_{f-flood} = 0.05$;

Căn cứ trên các cuộc thảo luận với các chuyên gia Việt Nam trên dữ liệu lịch sử thiệt hại về người và tổng số người bị ảnh hưởng do bão lũ gây ra trong những khu vực ven biển trong thế kỷ qua, tỷ lệ dân số tử vong trong các trận lũ lụt được ước tính vào khoảng 0,3%, điều này có nghĩa rằng 0,3% dân số khi tiếp xúc trực tiếp với bão lũ sẽ thiệt mạng.

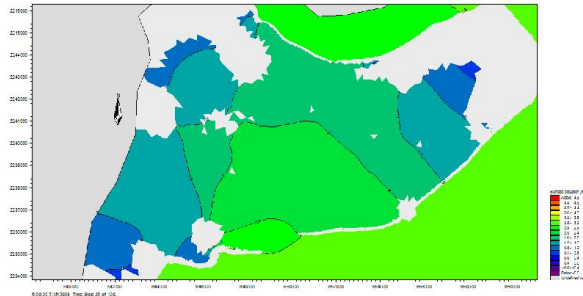
Qua đó có thể xác định được xác suất một cá nhân nào đó thiệt mạng sinh sống ở Giao Thủy – Nam Định khi xảy ra lũ lụt là: $P_{d/f-flood} = 0.05 \times 3 \cdot 10^{-3} = 1.5 \times 10^{-4}$. Như vậy, thay vào công thức (*) rủi ro chấp nhận được của cá nhân nào đó sống tại khu vực huyện Giao Thủy bị thiệt mạng khi xảy ra ngập lụt là:

$$[IR]_{flood} = P_{f-flood} \times P_{d/f-flood} = 0.05 \times 1.5 \times 10^{-4} = 7.5 \times 10^{-6}$$

b. Chỉ số rủi ro cá nhân tính toán

Để có thể ước tính thiệt hại khi có lũ lụt xảy ra cho vùng nghiên cứu thì việc mô phỏng ngập

lụt theo các kịch bản khác nhau, để từ đó xây dựng bức tranh ngập lụt chi tiết cho khu vực là việc làm hết sức cần thiết. Trong bài báo này tác giả trình bày kết quả mô phỏng ngập lụt của huyện Giao Thủy với các kịch bản đề biển bị vỡ bằng mô hình Mike 21HD. Ngập lụt huyện Giao Thủy do vỡ đê biển khi các điều kiện biên đạt tần suất thiết kế $P=1/50$ năm. Với giả thiết đê biển bị vỡ tại vị trí xung yếu thuộc địa phận xã Bạch Long và Giao Long với chiều dài đoạn đê vỡ khoảng 700m. Kết quả mô phỏng như sau:

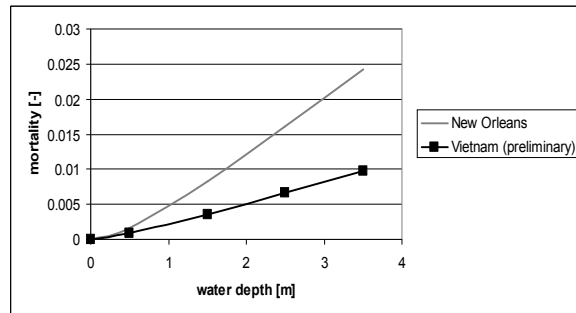


Hình 7: Kết quả mô phỏng ngập lụt huyện khi đê biển Giao Thủy vỡ

Kết quả mô phỏng ngập lụt cho thấy trong trường hợp đê sông, đê biển vỡ khi mực nước lũ đạt tần suất thiết kế là khá nặng nề. Nhiều xã trong địa bàn huyện bị ngập sâu trong 2m nước. Tổng diện tích ngập lụt theo các kịch bản mô phỏng là khoảng 60% tổng diện tích tự nhiên của huyện. Bảng dưới đây trình bày kết quả mô phỏng ngập lụt. Như vậy, có thể nhận định rằng khoảng 60% dân số của cả huyện nằm trong khu vực bị ngập lụt. Tuy nhiên, một phần lớn dân số

này sẽ tìm nơi trú ẩn trên các phần đất cao của làng, các tòa nhà, có thể di chuyển sang các huyện lân cận hoặc tránh xa vùng đất bị ngập lụt nặng mà họ phải tiếp xúc với sự nguy hiểm của lũ. Các chuyên gia đánh giá rằng chỉ có 5% những người ở lại trong khu vực này để bảo vệ tài sản sẽ phải tiếp xúc trực tiếp với nước lũ. Điều này có nghĩa là khoảng $5\% \times 60\% = 3\%$ tổng dân số sẽ phải thực sự tiếp xúc với nước lũ.

Dựa trên đánh giá của các chuyên gia và các thông tin từ chương trình nghiên cứu đê biển Việt Nam, Jonkman (2009) đề xuất mối quan hệ giữa độ sâu ngập lụt và tỷ lệ tử vong có cùng một định dạng và hình dạng như các chức năng đã được đề xuất cho New Orleans (Jonkman et al. 2009) như sau:



Hình 8: Đồ thị quan hệ giữa độ sâu ngập lụt và tỷ lệ tử vong

Từ kết quả mô phỏng ngập lụt huyện giao thủy và Đồ thị quan hệ giữa độ sâu ngập lụt và tỷ lệ tử vong, tác giả ước lượng tỉ lệ dân số tử vong do nếu xảy ra lũ và vỡ đê biển như sau:

Bảng 5: Số người tử vong khi lũ lụt xảy ra

Xã	Dân số	Dân số sống trong vùng ngập lụt (người)	Dân số ở lại bảo vệ	Tỉ lệ tử vong	Dân số tử vong
Ngô Đồng	3133	1880	94	0.004	0
Quất Lâm	6086	3652	183	0.001	0
Giao Xuân	7949	4770	238	0.0045	1
Giao Hà	6764	4058	203	0.0042	1
Giao Thiện	5885	3531	177	-	-
Giao Hương	10246	6148	307	-	-
Hồng Thuận	15369	9222	461	0.0025	1
Hoành Sơn	6044	3626	181	-	-
Giao Thanh	6616	3969	198	0.003	1
Giao Nhân	6774	4065	203	0.004	1
Giao Châu	14819	8891	445	0.0042	2

Xã	Dân số	Dân số sống trong vùng ngập lụt (người)	Dân số ở lại bảo vệ	Tỉ lệ tử vong	Dân số tử vong
Giao Tiên	9251	5551	278	0.002	1
Giao Yến	6764	4058	203	0.0048	1
Giao Tân	5546	3328	166	0.0013	0
Bạch Long	17624	10574	529	0.0052	3
Giao Long	17624	10574	529	0.005	3
Giao Phong	6033	3620	181	0.002	0
Giao Thịnh	10828	6497	325	0.0024	1
Giao Lạc	7335	4401	220	0.0046	1
Giao An	6637	3982	199	0.002	0
Bình Hòa	6626	3976	199	0.0042	1
Giao Hải	5705	3423	171	0.004	1
Tổng	189660		Số người thiệt mạng		18

Xác suất cá nhân thiệt mạng khả dĩ khi xảy ra ngập lụt do vỡ đê biển là:

$$P_{d/flood} = 18/189660 = 9.6 \times 10^{-5}$$

Trong bài toán này, xác suất xảy ra ngập lụt của khu vực huyện Giao Thủy được xác định theo kết quả tính toán ở bài toán 1, mục 4.1, tương ứng với xác suất sự cố tổng hợp với hệ thống phòng chống lũ huyện Giao Thủy với mặt cắt đê biển được thiết kế theo Tiêu chuẩn kỹ thuật Thiết kế đê biển mới, xuất bản năm 2012, khi đó: $P_{hur\ hong} = 0.125$.

Chỉ số rủi ro cá nhân của người dân sống trên địa bàn huyện Giao Thủy là:

$$IR_{flood} = P_{hur\ hong} \times P_{d/f-flood} = 0.125 \times 9.6 \times 10^{-5} = 1.2 \times 10^{-5}$$

Như vậy có thể thấy rằng, chỉ số rủi ro cá nhân chấp nhận được $[IR]_{flood} = 7.5 \times 10^{-6} < R_{rui}$ cá nhân tính toán $IR_{flood} = 1.2 \times 10^{-5}$. Hệ thống phòng chống lũ hiện tại là không an toàn theo quan điểm cá nhân của người dân sinh sống trên địa bàn huyện Giao Thủy. Như vậy, hệ thống đê hay tuyến đê biển Giao Thủy – Nam Định cần thiết phải được nâng cấp sao cho xác suất tổng hợp xảy ra sự cố với cần được giảm xuống để đảm bảo yêu cầu an toàn phòng chống lũ theo quan điểm rủi ro cá nhân như sau:

$$P^2_{flood} = \frac{[IR]_{flood}}{P_{d/f-flood}} = \frac{7.5 \times 10^{-6}}{9.6 \times 10^{-5}} = 0.072$$

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Với các nội dung đã nghiên cứu ở trên tác giả đưa ra một số kết luận sau:

(1) Đê biển Giao Thủy hiện tại cơ bản đảm bảo được nhiệm vụ đã thiết kế ban đầu của nó. Tuy nhiên, theo kết quả phân tích độ tin cậy của hệ thống đê, mức đảm bảo an toàn phòng lũ hiện tại không đạt được với tiêu chí thiết kế theo qui phạm hiện hành. Cơ chế mất ổn định kết cấu bảo vệ mái kè chiếm ưu thế với hệ số ảnh hưởng 85% đến xác suất sự cố tổng cộng. Như vậy, việc nâng cấp tuyến đê nên tập trung vào nâng cao trình độ đê, nâng cấp giải pháp kết cấu bảo vệ mái hoặc tăng kích thước (chiều dày) cấu kiện bảo vệ mái là cần thiết.

(2) Kết quả nghiên cứu cho thấy, thông qua phân tích rủi ro, tiêu chuẩn an toàn phòng lũ tối ưu theo quan điểm kinh tế cho vùng bảo vệ huyện Giao Thủy Nam Định là nằm trong khoảng $P_{TU} = 3\% \div 1\%$. Hệ thống phòng chống lũ hiện tại của Giao Thủy được thiết kế với tiêu chuẩn an toàn là 1/20 năm. Tiêu chuẩn an toàn này hiện không còn phù hợp với tình hình phát triển Kinh tế - Xã hội và trong tương lai. Với tất cả các nội dung trên đây, có thể nói việc áp dụng lý thuyết ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy trong tính toán thiết kế cho đê biển Giao Thủy là đã giải quyết tổng thể các vấn đề đặt ra của bài toán nâng cấp đê cho phù hợp với vùng bảo vệ trong điều kiện trong điều kiện hiện nay.

Kết quả bài toán mang đến cái nhìn tổng thể cho các nhà kỹ thuật, các nhà quản lý, góp phần định hướng qui hoạch phòng chống lũ cho vùng trong tương lai.

Việc quyết định lựa chọn giá trị tiêu chuẩn an toàn cuối cùng cho mỗi vùng cụ thể là một

quyết định hoàn toàn mang tính chính trị và có ảnh hưởng quan trọng đến an sinh xã hội trên phạm vi quốc gia. Vì vậy, sự lựa chọn này hoàn toàn phụ thuộc vào các cơ quan hữu quan và các cấp có thẩm quyền, nó không thuộc thẩm quyền của các nhà nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mai Văn Công, 2006; Thiết kế công trình theo lý thuyết ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy; Bài giảng Khoa Kỹ Thuật Biển, Trường Đại học Thủy lợi.
- [2] Mai Văn Công, 2010; Mô hình thiết kế theo lý thuyết độ tin cậy và phân tích rủi ro, ứng dụng trong công trình bảo vệ bờ biển tại Việt Nam. Nhà xuất bản Sieca Repro, Hà Lan, ISBN.
- [3] Mai Văn Công, 2010; Probabilistic design of coastal flood defences in Vietnam; Luận án tiến sỹ, Trường Đại học Công nghệ Delft, Hà Lan.
- [4] Nguyễn Văn Mạo và nnk, 2006; “Ứng dụng lý thuyết độ tin cậy và phương pháp thiết kế ngẫu nhiên trong đánh giá an toàn ổn định đê biển”.
- [5] Nguyễn Văn Mạo, 2009-2011; “Nghiên cứu cơ sở khoa học và giải pháp kỹ thuật nhằm đảm bảo an toàn các công trình xây dựng trong điều kiện thiên tai bất thường vùng duyên hải miền Trung”.
- [6] Nguyễn Bá Quý, Vũ Thanh Te, Marten Hillen, Gerrit Jan Schiereck, 2008; Scientific bases for determining seadike lines in Vietnam; Tạp chí khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Trường đại học Thủy Lợi, Số 23, Số đặc biệt Kỷ niệm 5 năm thành lập khoa Kỹ thuật bờ Biển.
- [7] Bộ NN& PTNT, Tiêu chuẩn Kỹ thuật Thiết kế đê Biển (QĐ 2012/613/QĐ-BNN-KHCN ngày 09/07/2012 Bộ NNPT – NT).
- [8] ADRC-Asian Disaster Reduction Centre 2006. Top 25th natural disasters of Vietnam in 20th Century.
- [9] Burcharth, H.F., Sørensen, J.D. & Christiani, E. 1995. Application of reliability analysis for optimal design of vertical wall breakwaters. Proceedings of the International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries (COPEDEC).

Abstract:

RISK ANALYSIS OF FLOOD DEFENCES OF GIAO THUY COASTAL ZONE, NAM DINH

This paper focuses on safety assessment of flood defence system of Giao Thuy District, Nam Dinh Province. Safety assessment of the system is based on analysis the mechanism failure, determination the probability failure each component and system. The determination of system safety standards is based on a risk based framework which takes into account economic risk and loss of life. Analysis shows that with present the social economic development of Giao Thuy, both the dike system and safety standards applied should be upgraded.

Keywords: *Reliability; dike safety; estuarine dike dike; sea dike; safety standard; sesign optimization.*

Người phản biện: PGS.TS. Lê Xuân Roanh

BBT nhận bài: 25/10/2013

Phản biện xong: 7/11/2013