

CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TÍNH TỔN THƯƠNG DO LŨ ĐỐI VỚI CÁC VÙNG BAO CÓ ĐÊ

TS. Đỗ Hữu Thành

Khoa Xây dựng Công trình thủy

Trường Đại học Xây dựng

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu tổng quan về các quan điểm để đánh giá khả năng rủi ro do lũ gây ra đối một vùng bao có đê bao bọc. Việc phân tích đặc điểm đê sông và sự hình thành các vùng bao ở hạ du các dòng sông lớn của Việt Nam, đặc biệt là ở miền Bắc và điểm lại quan điểm thiết kế và lập dự án xây dựng, nâng cấp đê và cơ sở hạ tầng vùng bao hiện nay là cơ sở để giới thiệu và kiến nghị áp dụng cách tiếp cận tổng hợp các yếu tố có thể tham gia tạo rủi ro lũ và gây tổn thương cho một vùng bao. Bài báo phân tích rủi ro do lũ theo quan điểm xác suất và thực tế khi có tính đến các điều kiện hiện tại của một cơ sở hạ tầng có sẵn đối với khả năng gây rủi ro do lũ và tổn thương cho vùng bao mà hệ thống hạ tầng cơ sở đó bảo vệ.

Summary: This paper presents introduction of view points for the assessment and analyses of flood risk that may occur to dyke protected polders. The analyses of river dykes and formation of polders in downstream areas of river basins in Vietnam, especially in the North of Vietnam and the review of current design and planning practice for new infrastructure construction and rehabilitation projects is the basis for recommendation on application of an integrated approach taking into account the potential factors that can cause flood risk and vulnerability in a dyke protected polder. The paper also presents initial scientific basis for flood risk analyses in probability based theoretical and practical points of view when the presence of infrastructure system in the boundary of a polder is counted for in flood risk and polder vulnerability analyses.

1. MỞ ĐẦU

Thảm họa thiên nhiên do lũ gây ra hàng năm thường chiếm tỷ lệ cao và thường gây nên tổn thất rất to lớn. Hàng năm nước ta thường xuyên chịu tác động của bão, lũ, vì vậy việc xây dựng hệ thống đê ngăn nước lũ là công việc thường xuyên từ hàng trăm năm qua để tạo nên những khu vực được bảo vệ mà tác giả gọi là vùng bao, trong đó có hàng triệu người sinh sống. Lũ lụt thường gây ra tổn thất to lớn về sinh mạng và kinh tế, vì vậy thiết kế, nâng cấp cải tạo hệ thống đê chống lũ là rất quan trọng.

Trước đây, việc thiết kế và nâng cấp đê thường chỉ dựa vào một tiêu chí chính là đê sẽ bị phá hoại (vỡ đê) khi mức nước lũ ngoài sông dâng cao vượt đỉnh đê (dẫn đến các vùng được bảo vệ bởi hệ thống đê đó sẽ bị tàn phá và chịu tổn thất do phá hoại và hư hỏng bởi ngập lũ). Trong khi xây dựng nhiệm vụ chống lũ của các hệ thống đê và các khu vực được bảo vệ, gần đây trên thế giới đã bắt đầu quan tâm đến phân tích đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ. Mục tiêu là đưa ra sự lựa chọn các phương án và đề xuất nâng cấp đê và các công trình trên đê.

Bài báo này đưa ra các phân tích, đánh giá các nguyên nhân tiềm ẩn khác có khả năng gây phá hoại đê kể cả khi mức nước lũ ngoài sông còn thấp, trình bày cách tiếp cận phân tích

và xác định rủi ro do lũ hay tổn thương do lũ trên cơ sở lý thuyết độ tin cậy cũng như tóm lược cách xác định rủi ro thực tế.

Thuật ngữ chính: *Vùng bao; Tần suất ngập lũ; Tần suất vượt mức nước thiết kế; Mức độ an toàn (lý thuyết); Xác suất ngập lũ tính toán của một khu vực; Hậu quả ngập lũ; Tổn thất trung bình nhiều năm của một khu vực nhất định được bảo vệ bởi hệ thống đê bao*

2. ĐÊ SÔNG VÀ VÙNG BAO Ở VIỆT NAM VÀ TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU VỀ TÍNH TỔN THƯƠNG DO LŨ TRÊN THẾ GIỚI VÀ QUAN ĐIỂM VỀ TỔN THƯƠNG VÙNG BAO DO LŨ Ở VIỆT NAM

Do đặc điểm thủy văn của các hệ thống sông ngòi và phương thức chống trị với lũ lụt đã được hình thành qua hàng ngàn năm, hầu hết các hệ thống sông lớn đều được đắp đê để ngăn nước lũ, tạo nên hệ thống cơ sở hạ tầng có cao độ xây dựng được thiết kế vượt mức nước lũ ứng với một tần suất lũ thiết kế để bảo vệ con người và tài sản trong các vùng bao. Cùng với đê điều, các công trình hạ tầng khác được xây dựng trong vùng bao như đường bộ, đường sắt, đập, đê bao, các công trình tháo nước, cấp nước chia cắt lưu vực (bao gồm các khu vực đô thị, khu dân cư, khu vực sản xuất...) thành các tiểu vùng. Các cơ sở hạ tầng nói trên thường có cao độ lớn hơn các vùng được bảo vệ.

Việc nghiên cứu ứng dụng các phương pháp phòng chống lũ và đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ đối với các khu vực dân cư nói chung và đặc biệt đối với các khu vực đô thị, đông dân cư là một công việc rất cần thiết và là đối tượng nghiên cứu của tác giả và là nội dung của bài báo này.

Trên thế giới các nước đi đầu về phòng chống lũ lụt bao gồm Hà lan và các nước Bắc Âu, Trung Quốc, Hoa Kỳ... Bên cạnh đầu tư xây dựng cơ sở vật chất như đê điều, cầu cống, trạm bơm, cùng các cơ sở hạ tầng khác trong các khu vực bảo vệ, các nước trên còn tiến hành nhiều nghiên cứu các phương pháp đánh giá tổn thương do lũ hoặc tổn thương do tác động của ngập lũ.

Sau khi những trận lũ lớn xảy ra ở Trung Quốc, Bangladesh, Việt Nam và Ấn Độ trong thời gian qua Tổ chức Môi trường Liên hiệp Quốc (UNEP) đã tiến hành đánh giá hậu quả và phân tích mối liên hệ giữa môi trường tự nhiên và môi trường nhân tạo đối với giải pháp quản lý môi trường và phát triển điều kiện sống của con người, đặc biệt trong điều kiện bị tác động của lũ lụt. Kết quả cho thấy một số biện pháp phòng chống lũ có thể được áp dụng hiệu quả nhưng cũng có rất nhiều biện pháp giúp ngăn chặn thiên tai do lũ có được ngay trong giai đoạn thiết kế hay chuẩn bị đầu tư cải tạo nâng cấp.

Có thể nói cho tới nay tại Việt Nam, chúng ta chưa hề đưa ra khái niệm về tổn thương do lũ đối với một vùng bao khi phân tích ra quyết định xây dựng mới hay tu bổ hệ thống đê điều. Theo quan điểm hiện tại vùng bao chỉ bị nguy hiểm và đối mặt với tổn thất do lũ khi nước lũ sông ngoài vượt quá cao độ mặt đê. Trong thực tế bất cứ một thành phần nào của hệ thống hạ tầng vùng bao như đê, cầu, cống, đường xá... bị hư hỏng hoặc xuống cấp thì cũng là nguyên nhân tiềm ẩn gây ra tổn thương lũ. Đánh giá tổn thương lũ phải xét đến hai yếu tố: Lũ có gây nguy hiểm ngập lũ đối với một khu vực bảo vệ hay không và nếu bị ngập lũ do một lý do nào đó thì sự ngập lũ đó có gây ra thiệt hại như thế nào /1/.

Việc thiết kế, xây dựng và bảo dưỡng hệ thống đê điều cần được phân tích dựa trên cơ sở phân tích xác suất xảy ra đối với các nguyên nhân tiềm ẩn rủi ro chứ không nên đơn thuần chỉ

dựa vào một tiêu chí ngập lũ khi nước lũ ngoài sông tràn qua đỉnh đê. Cần phải phân tích đầy đủ các thành phần của một hệ thống bảo vệ và các cơ chế phá hoại có thể để phân tích khả năng ngập lũ đối với một vùng.

3. CƠ SỞ PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ TỔN THƯƠNG LŨ

Phân tích xác suất:

Có thể phân tích tổn thương lũ vùng bao dựa trên xác suất phá hoại của các cơ chế phá hoại khác nhau khi thiết kế ban đầu. Đối với các hệ thống đã có, đánh giá tổn thương sơ bộ có thể thực hiện dựa trên so sánh mức độ an toàn thực tế và mức an toàn thiết kế có xét đến các hệ số hiệu chỉnh đối với các lỗi thiết kế, duy tu bảo dưỡng...

Ý tưởng chủ đạo ở đây là: sự an toàn của một vùng bao phụ thuộc vào điểm yếu nhất dọc đê bao. Nếu trên đê bao nào đó, một mắt chốt yếu bị phá hoại bởi bất cứ một nguyên nhân nào kể cả khi mức nước ngoài sông còn thấp thì đều có thể gây ra phá hoại đê và vùng bao sẽ bị ngập lũ. Trong tiêu chuẩn thiết kế phòng chống lũ hiện nay chủ yếu chỉ dựa vào tiêu chí tần suất vượt quá mặt đê của mức nước ngoài sông. Trong thực tế tần suất ngập lũ có thể khác tần suất vượt của mức nước thiết kế.

Tóm tắt tư tưởng của phương pháp đánh giá tính dễ bị tổn thương do lũ

Để đánh giá tần suất ngập lũ hay mức độ an toàn thì cần phải xem xét toàn bộ tuyến đê bao (đê và các công trình thủy lợi) xung quanh một khu vực nghiên cứu; tính đến tất cả các cơ chế phá hoại của đê bao và tính đến khả năng mọi sự bất định có thể diễn ra theo một tư duy hệ thống và có lập luận.

Xác suất ngập lũ tính toán của một vùng bao là tổng số học của mọi xác suất phá hoại của các bộ phận của đê bao đó. Theo cách tư duy này thì mối liên kết yếu nhất có tác động lớn nhất đến kết quả tính toán, tức là tần suất ngập lũ.

Từ quan điểm (1), tổn thương (hay rủi ro) do lũ gây ra được xác định là:

$$\text{Tổn thương (Rủi ro) do lũ} = \text{xác suất ngập lũ} * \text{thiệt hại \& phá hoại do lũ gây ra} \quad (1)$$

Như vậy việc đánh giá rủi ro lũ hay tổn thương do lũ có hai nhiệm vụ:

- Đánh giá xác suất phá hoại của đê, khi sông có lũ; có thể do thiết kế chưa đầy đủ, bảo dưỡng và vận hành không tốt các công trình thủy lợi;
- Đánh giá tổn thất nhìn thấy và không nhìn thấy do ngập lũ gây ra.

Phân tích tổn thương - rủi ro do lũ dựa trên xác suất phá hoại

Phân tích rủi ro do lũ đòi hỏi xác định khả năng (xác suất) phá hoại đê bằng cách xác định xác suất phá hoại của từng cơ chế phá hoại đối với mỗi mặt cắt đê, bao gồm cả các đặc điểm ngẫu nhiên của các bộ phận tạo nên nó. Khi nếu một khu vực bị ngập lũ (xác suất ngập lũ =1) thì tổn thương do ngập lũ là bao nhiêu và đánh giá thiệt hại gây ra bởi cơ chế phá hoại chính đối với vị trí của nó trong tuyến đê. Từ so sánh chi phí - hiệu quả có thể xác định xác suất hợp lý ngập lũ để rủi ro (mức độ tổn thương) là có thể chấp nhận được. Các bước làm này sẽ giúp đưa ra quyết định đầu tư xây dựng hoặc cải tạo hợp lý.

Xác suất phá hoại

Tính toán xác suất sử dụng hàm số độ tin cậy và hàm mật độ xác suất của các biến làm cơ sở để xác định xác suất phá hoại. Hàm tin cậy f là hiệu số giữa cường độ chống đỡ R và tải trọng áp đặt P của một kiểu phá hoại đặc biệt: $f = R - P$. Ở đâu $f < 0$ nghĩa là tải trọng vượt cường độ chịu đựng thì hệ thống sẽ bị phá hoại. Về lý thuyết độ tin cậy đã có nhiều nghiên cứu, ở đây chúng ta có thể sử dụng các hàm tin cậy khác nhau cho mỗi hiện tượng khác nhau đã được nhiều nhà khoa học trên thế giới nghiên cứu.

Ví dụ: hàm số độ tin cậy cho dòng chảy tràn đê là:

$$f = H_{\text{đỉnh đê}} - (H_{\text{lũ}} + \Delta H_{\text{động lực}} + \Delta H_{\text{bất định}}) \quad (2)$$

Trong đó:

- $H_{\text{đỉnh đê}}$ - cao độ đỉnh đê
- $H_{\text{lũ}}$ - cao độ mực nước lũ (phụ thuộc tần suất)
- $\Delta H_{\text{động lực}}$ - độ bất định do động lực học sông ngòi và mức nước
- $\Delta H_{\text{bất định}}$ - độ bất định về mức nước do hệ thống có khuyết tật

Hàm phân bố xác suất của cao độ đỉnh đê tuân theo quan trắc thực tế. Hàm phân bố xác suất của mực nước lũ tuân theo hàm phân bố lưu lượng đỉnh lũ, chuyển đổi sang mực nước thông qua đường cong quan hệ lưu lượng mức nước. Tính toán mô hình hình thái lòng sông để đánh giá độ lớn của của đặc tính tất định và ngẫu nhiên của $\Delta H_{\text{động lực}}$, $\Delta H_{\text{bất định}}$ được xác định từ một phân tích sai số thông qua hiệu chỉnh mô hình cũng như khả năng của mô hình. Hàm tin cậy có thể được giải bằng các phương pháp khác nhau, như mô phỏng Monte Carlo hay tuyến tính hoá hàm trạng thái giới hạn.

Hàm tin cậy f được giải dựa trên phân tích xác suất, hay hàm phân phối xác suất của biến ngẫu nhiên như mực nước sông. Từ hàm số về độ tin cậy của một biến cố, có thể xác định ứng với xác suất nào của mực nước lũ ngoài sông, nước lũ sẽ tràn đê sông.

Tương tự, hàm tin cậy có thể được suy ra như sau cho mọi cơ chế phá hoại khác.

- Hàm tin cậy của sóng tràn đỉnh đê có thể sử dụng hàm $Z = q_c - q$ (3)

Với q_c : tốc độ tràn qua mặt đê tới hạn; q : tốc độ tràn qua mặt đê thực tế.

Trong đó tốc độ tràn qua mặt đê tới hạn q_c tuân theo phân bố loga chuẩn (thống kê Hà Lan).

- Hàm tin cậy về ổn định tổng thể (ổn định mái dốc) đã được nghiên cứu kỹ.

- Hàm tin cậy cho hiện tượng rò rỉ: Cơ chế tạo nên rò rỉ dẫn đến phá hoại đê xuất hiện do sự đem đi các hạt đất do tác động sỏi của dòng thấm.

- Hàm số độ tin cậy do tổ mối: Theo ý tác giả, tổ mối thường phát triển ở mái hạ lưu (phía đồng) nên xác suất lớn nhất gây ra nguy hiểm là khi một điểm nào đó của đường bão hòa tiếp xúc với tổ mối hay vị trí tổ mối nằm phía dưới đường bão hòa. Do mức nước ngoài sông thay đổi theo luật ngẫu nhiên, nên hàm tin cậy này được xác định trên cơ sở so sánh mức nước ngoài sông thông qua đường bão hòa.

Nếu bất cứ một hiện tượng nào đã thống kê trên đây xảy ra thì đoạn đê nghiên cứu hay cả vùng bao đều chịu rủi ro chung. Nếu càng nhiều yếu tố gây rủi ro xảy ra thì khả năng phá hoại hệ thống đê điều và vùng bao càng cao. Nếu một mặt cắt càng có nhiều khả năng rủi ro thì xác suất phá hoại sẽ càng cao:

$$P_{\text{thực tế}} = P_{\text{tràn đỉnh}} + P_{\text{rò rỉ}} + P_{\text{thấm}} + P_{\text{trượt lở}} + P_{\text{tổ mối}} + \text{v.v} \quad (4)$$

Xác suất phá hoại của một đê bao sẽ được tính toán từ sự kết hợp (tổ hợp) các xác suất phá hoại đối với các đoạn đê khác nhau phụ thuộc chủ yếu vào phân bố mức nước ngoài sông mà phân bố này lại được tính toán bằng thủy lực có xét đến đặc điểm các vùng bao để có mức nước tại tất cả các điểm dọc hệ thống đê sông khi có lũ gây ra các hiện tượng như tràn đê, sóng tràn, rò rỉ, mất ổn định mái dốc...

Kiến nghị cách xác định tính tổn thương do lũ thực tế

Trong thực tế có thể áp dụng cách xác định rủi ro lũ đơn giản theo các bước sau:

1. Xác định vùng bao tính toán theo cơ sở hạ tầng và đê điều
2. Đánh giá mức độ an toàn thực tế liên quan đến mức độ an toàn thiết kế;
3. Đánh giá tổn thất;
4. Đánh giá rủi ro lũ cho một tình huống thực tế và sau khi thực hiện một số biện pháp cải tạo;
5. Đánh giá chi phí xây dựng và bảo dưỡng của biện pháp cải tạo;
6. Thực hiện phân tích kinh tế kỹ thuật (chi phí lợi ích) để đánh giá tính khả thi của các giải pháp đó.

Mức độ an toàn thiết kế và mức độ an toàn thực tế

Mức độ an toàn thiết kế là số năm trung bình mà trong khoảng thời gian đó đê không bị tràn đỉnh. Đó chính là số năm trung bình mà một trận lũ có cao độ mức nước bằng và vượt quá mặt đê. Vậy độ an toàn thiết kế có thể được thể hiện bằng chu kỳ xuất hiện lại của lũ tràn đê hay số năm trung bình vùng này có thể được bảo vệ an toàn chống lại trận lũ thiết kế đó.

- *Độ an toàn thiết kế* của mỗi khu vực bảo vệ là giá trị lớn nhất của mức độ an toàn thiết kế xung quanh các đoạn đê.

- *Độ an toàn thực tế* là chỉ số thực tế so với độ an toàn thiết kế dựa trên điều kiện hiện tại của hệ thống cơ sở hạ tầng. Mức độ an toàn thiết kế chỉ dựa vào một qui định hiện nay là nếu mức nước sông vượt quá cao độ thiết kế của đê thì đê bị phá hoại. Thực tế một vùng có thể bị tổn thương ngập lũ do hệ thống bị phá hủy bởi nhiều cơ chế khác nhau. Đối với hệ thống đê của Miền Bắc nước ta do các điều kiện đảm bảo độ tin cậy không cao nên mức độ an toàn thực tế có thể sẽ thấp hơn nhiều so với mức độ an toàn thiết kế do các yếu tố khác nhau của một đoạn đê hay cả đê bao đều có thể gây ra phá hủy đê kể cả khi mức nước chưa vượt đỉnh đê. Chính vì vậy việc tính đến các tác động đó có thể được thực hiện bằng việc sử dụng một hệ số triết giảm trong hệ số an toàn thiết kế như sau:

$$M_{tt} = n_{tk} \cdot n_{\text{bảo dưỡng}} \cdot n_{\text{vận hành}} \cdot n_{\text{sức tải nước}} \cdot M_{tk} \quad (5)$$

Trong đó:

- M_{tt} - mức độ an toàn thực tế
- M_{tk} - mức độ an toàn thiết kế
- n_{tk} - $i_{\text{chảy tràn}} \cdot i_{\text{rò rỉ}} \cdot i_{\text{trượt}} \cdot i_{\text{khác}}$
- $i_{\text{chảy tràn}}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do khả năng tràn bờ
- $i_{\text{rò rỉ}}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do rò rỉ
- $i_{\text{trượt}}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do trượt sạt
- $i_{\text{khác}}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do các yếu tố khác

n_{tk} - hệ số giảm mức độ an toàn do chất lượng thiết kế và xây dựng của đê
 $n_{bảo dưỡng}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do tình trạng bảo dưỡng
 $n_{vận hành}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do khả năng phá hoại do vận hành của công trình
 $n_{sức tải nước}$ - hệ số giảm mức độ an toàn do sức vận chuyển nước của sông giảm đi vì bồi lắng

Mức độ an toàn thực tế được tính toán cho từng đoạn đê. Giá trị này của mỗi khu vực bảo vệ là giá trị nhỏ nhất mức độ an toàn thực tế của khu vực xung quanh đê.

Mỗi hệ số sẽ được xem xét dưới đây.

Hệ số chảy tràn $n_{chảy tràn}$ có thể được tính như sau:

$$i_{chảy tràn} = T_{cao độ thực tế} / T_{mức nước thiết kế}$$

Với $T_{cao độ thực tế}$ - thời kỳ xuất hiện lại liên quan đến cao độ đỉnh thực tế
 $T_{mức nước thiết kế}$ - thời kỳ xuất hiện lại của mức nước thiết kế

Với công thức đề xuất này thì $i_{chảy tràn}$ thường nhỏ hơn 1 vì nó thường đóng góp làm giảm độ an toàn lý thuyết.

$$i_{trượt} \text{ cho bởi: } i_{trượt} = T_{mức nước thực tế} / T_{mức nước thiết kế}$$

Với $T_{mức nước thực tế}$ - thời kỳ xuất hiện lại của (liên quan đến) mức nước thực tế (lấy theo số liệu đo đạc thực tế tại các vị trí trên sông)

$T_{mức nước thiết kế}$ - thời kỳ xuất hiện lại của mức nước thiết kế. Ví dụ định $T = 125$ năm.

$T_{mức nước thực tế}$ - Xác định bằng cách lấy mức nước đo tại một năm bất kỳ để xác định T tương ứng sau đó so sánh với $T_{mức nước thiết kế}$ để tìm ra $i_{trượt}$

$$n_{sức tải} = T_{mức nước thiết kế tương lai} / T_{mức nước thiết kế}$$

Với $T_{mức nước thiết kế tương lai}$ - thời kỳ XHL của mức nước thiết kế tương lai do sự nâng cao đáy sông. Chắc chắn hệ số này sẽ nhỏ hơn 1 vì cùng với mức nước thiết kế có thời kỳ xuất hiện lại là T , sau này khi có sự nâng cao đáy sông sẽ có xác thời kỳ xuất hiện lại nhỏ hơn so với T của chính nó khi chưa có sự nâng cao đáy sông.

$n_{bảo dưỡng}$: là hàm số điều kiện của đê hay của kết cấu công trình

Trong trường hợp qui trình chính xác và có đủ tiền: $n_{bảo dưỡng} = 1$, các trường hợp khác $n_{bảo dưỡng} < 1$

$n_{vận hành}$ - hàm số độ tin cậy của các yếu tố liên quan đến đóng mở cửa cống, van

$n_{vận hành}$ phải được quyết định theo đánh giá về chuyên môn. Nó liên quan đến việc xem xét từng bước tất cả các hoạt động trong việc vận hành các quy tắc quản lý lũ và xác nhận các cơ chế phá hoại có thể xảy ra trong các kết cấu và trong các quy tắc. Ví dụ giả thiết:

$$T_{thiết kế} = 100 \text{ năm; } T_{cao độ đỉnh thực tế} = 75 \text{ năm} \quad \text{tạo nên: } i_{chảy tràn} = 0.75;$$

$$\text{Giả thiết: } i_{trượt} = 0.95 \text{ và } n_{rò rỉ} = 0.80;$$

Kết quả cuối cùng là: $n_{tk} = i_{chảy tràn} \cdot i_{rò rỉ} \cdot i_{trượt} = 0.75 \times 0.95 \times 0.80 = 0.57$. Cùng với các giá trị của năng lực thoát, bảo dưỡng và vận hành thì mức an toàn thực tế M_{tt} đối với một đoạn đê sẽ

là: $M_{tt} = n_{tk} \cdot n_{bảo dưỡng} \cdot n_{vận hành} \cdot n_{sức tải}$. $M_{tk} = 0.57 \times 0.80 \times 0.90 \times 0.95 \times M_{tk} = 0.39 \times M_{tk}$. Giả thiết M_{tk} (mức thiết kế an toàn) = 100 năm vì vậy M_{tt} (mức thiết kế an toàn thực tế) = 39.

Do mức an toàn thực tế đối với một đê bao phụ thuộc vào mặt cắt (đoạn) yếu nhất và mối quan hệ giữa chúng nên kết quả có thể được thể hiện dưới đây:

$$M_{tt \text{ đê (mức an toàn thực tế một đê)}} = M_{tt \text{ mặt cắt yếu nhất}} / N_{\text{đê}}$$

Giả thiết: $SL_{\text{đoạn đê}} = 30$ năm và $N_{\text{đê}} = 2$ thì $M_{tt \text{ đê}} = 15$ năm

Phần đánh giá tổn thương vùng bao khi sự cố xảy ra sẽ được trình bày đầy đủ hơn trong một nghiên cứu khác.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Phương pháp đánh giá tính tổn thương hay rủi ro do lũ cho vùng bao là cách tiếp cận mới cần được nghiên cứu triển khai áp dụng cho các khu vực và hệ thống đê điều của các hệ thống sông ở trung và hạ lưu các sông ngòi miền Bắc nước ta. Cách tiếp cận này cần sử dụng cả phân tích lý thuyết nếu có đủ số liệu và phương pháp ngắn khi các khảo sát thực tế được thực hiện. Số liệu và thông tin cần được thu thập đầy đủ để tiến hành đánh giá rủi ro lũ bao gồm không chỉ các số liệu về đê, về kết cấu thủy lực, công trình gia cố mà còn cả các số liệu về dân sinh, kinh tế, sản xuất và đời sống, đặc tính và tập tục văn hóa để giúp xác định khả năng tổn thương do lũ và quyết định nâng cấp cải tạo cơ sở hạ tầng. Cần phải tổ chức các hội thảo khoa học về chuyên đề này vì còn đang trong quá trình nghiên cứu ứng dụng cũng như xây dựng chiến lược nhu cầu về dữ liệu cần quan trắc, lắp đặt các trạm quan trắc ở các nơi cần thiết. Trong mọi trường hợp nâng cấp hệ thống hạ tầng phòng chống lũ và đê điều hoặc quyết định lựa chọn các khu phân lũ chậm cần bắt đầu áp dụng phương pháp xác định tổn thương bằng phương pháp phân tích xác suất.

Tài liệu tham khảo

1. *Đỗ Hữu Thành*. Báo cáo đề tài NCKH cấp Bộ: Nghiên cứu tìm pháp đánh giá tính tổn thương do lũ của các đô thị nhỏ do tác động của lũ lụt. 6-2006.
2. *Bộ NN&PTNT*. Phương hướng nhiệm vụ phát triển thủy lợi đến năm 2010. Hà Nội, 9-1999.
3. *Bộ NN&PTNT*. Kế hoạch phát triển thủy lợi đến năm 2000 và định hướng đến năm 2010. 6-1998.
4. *Bộ NN&PTNT*. Báo cáo về tình hình phát triển thủy lợi; Hiệu quả và định hướng chiến lược đến năm 2010. Hà Nội, 30-5-1999
5. *Bộ NN&PTNT*. *Báo cáo tổng hợp 9-2000 (chưa được phê duyệt)*. Định hướng Quy hoạch phòng chống lũ đồng bằng sông Hồng.
6. *Dự án UNDP VIE 97/00*. Chiến lược và Kế hoạch hành động giảm nhẹ thiên tai ở Việt Nam. (chuyên đề nghiên cứu); tháng 9-1999.
7. *Báo cáo tổng hợp dự án, Bộ NN&PTNT- Viện QHTL*. Định hướng quy hoạch lũ miền Trung.
8. *Chính phủ, Số 04/2001/CT-TTg*. Chỉ thị của Thủ tướng Chính phủ về công tác phòng chống lụt bão, giảm nhẹ thiên tai năm 2001. Hà Nội, 14-3-2001.
9. *Báo cáo tổng hợp. Viện Quy hoạch Thủy lợi. Bộ NN&PTNT*. Phương hướng quy hoạch lũ miền Trung. Phần cân bằng nước Bắc Trung Bộ.
10. *Một số tài liệu quốc tế bằng tiếng Anh*.