

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CHỈ SỐ AN TOÀN CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI HỒ CHỨA THỦY LỢI THEO LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY - ỨNG DỤNG CHO HỒ NÚI CỐC, TỈNH THÁI NGUYÊN

Cầm Thị Lan Hương

Tổng cục Thủy lợi

Tóm tắt: Nghiên cứu phát triển khung bài toán tổng quát ứng dụng lý thuyết độ tin cậy trong đánh giá an toàn công trình đầu mối thủy lợi trong giai đoạn khai thác, sử dụng ở Việt Nam có xét đến yếu tố ngẫu nhiên về thủy văn, thủy lực và ngập lụt hạ du thông qua các chỉ số an toàn (xác suất sự cố thành phần công trình, xác suất sự cố hệ thống P_f và chỉ số độ tin cậy β); giải hàm độ tin cậy theo cấp độ 3 bằng phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên Monte - Carlo (MCS); phân tích độ tin cậy của hệ thống và đề xuất giải pháp nâng cao an toàn hồ chứa nước, áp dụng điển hình cho hồ Núi Cốc, tỉnh Thái Nguyên.

Từ khóa: An toàn hồ chứa, an toàn công trình đầu mối, đánh giá an toàn đập, lý thuyết độ tin cậy, hồ Núi Cốc.

Summary: Research to develop a general framework that applies the theory of reliability in assessing safety of headworks of existing irrigation reservoir in Vietnam taking into the random factors of hydrology and hydrology force and flood downstream through safety indicators (probability safety of component, system safety probability P_f and reliability index β); solving reliability function at level 3 by Monte - Carlo simulation (MCS); analyzing the reliability of the system and proposing solutions to improve safety of reservoirs, typical application for Nui Coc reservoir, Thai Nguyen province.

Key words: Theory of reliability, dam safety assessment, reservoir safety, safety of the headworks of irrigation reservoir, Nui Coc.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Theo Bộ Nông nghiệp và PTNT [1], hiện cả nước có 6.998 hồ chứa thủy lợi, gồm: 04 hồ quan trọng đặc biệt; 812 hồ lớn; 1.575 hồ chứa vừa và 4.607 hồ nhỏ. Hồ chứa thủy lợi phân bố tại 45/63 địa phương với tổng dung tích trữ khoảng 14,5 tỷ m^3 , tạo nguồn nước tưới cho 1,1 triệu ha đất nông nghiệp, cấp khoảng 1,5 tỷ m^3 nước cho sinh hoạt, công nghiệp góp phần quan trọng vào quá trình phát triển kinh tế - xã hội của đất nước.

Các hồ chứa thủy lợi hiện đang khai thác được xây dựng trong điều kiện kinh tế chưa phát triển; trình độ thiết kế, thi công xây dựng công

trình còn hạn chế; thiếu kinh phí bảo trì; công tác quản lý còn nhiều bất cập; trải qua thời gian dài khai thác, công trình bị hư hỏng, xuống cấp. Hiện cả nước có 1.730 hồ chứa bị xuống cấp, thiếu khả năng xả lũ, tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn. Những năm gần đây, ảnh hưởng của biến đổi khí hậu gây ra mưa, lũ cực đoan diễn biến phức tạp, bất thường ảnh hưởng nghiêm trọng đến an toàn hồ chứa. Từ năm 2010 đến nay, đã xảy ra 69 sự cố đập, hồ chứa, tập trung nhiều trong 3 năm: 2017 (23 hồ), 2018 (12 hồ, đập), 2019 (11 hồ).

Đập, hồ chứa khi bị sự cố, đặc biệt là vỡ đập gây thiệt hại nặng cho bản thân công trình, ảnh hưởng

Ngày nhận bài: 09/01/2020

Ngày thông qua phản biện: 09/02/2020

Ngày duyệt đăng: 12/02/2020

đến tài sản, tính mạng của nhân dân vùng hạ du. Do vậy, công tác quản lý an toàn đập, hồ chứa nước rất quan trọng. Để có được giải pháp quản lý hiệu quả, cần đánh giá chính xác về mức độ an toàn của đập, hồ chứa tạo cơ sở khoa học, thực tiễn để đề xuất cơ chế, chính sách phù hợp.

Hiện nay, ở Việt Nam, việc đánh giá an toàn công trình đầu mối hồ chứa chủ yếu được thực hiện theo phương pháp tắt định (so sánh với giá trị an toàn cho phép theo cấp công trình) chưa đề cập đến yếu tố ngẫu nhiên về thủy văn, thủy lực, vận hành và khả năng chấp nhận rủi ro ngập lụt của vùng hạ du. Một số nghiên cứu trong nước về lý thuyết độ tin cậy mới chỉ tập trung xác định độ tin cậy (ĐTC) công trình đầu mối hồ chứa nước mà chưa gắn với rủi ro ngập lụt hạ du. Phương pháp đánh giá an toàn hệ thống công trình đầu mối thông qua phân tích ĐTC và phân tích rủi ro ngập lụt vùng hạ du đang được nghiên cứu phát triển

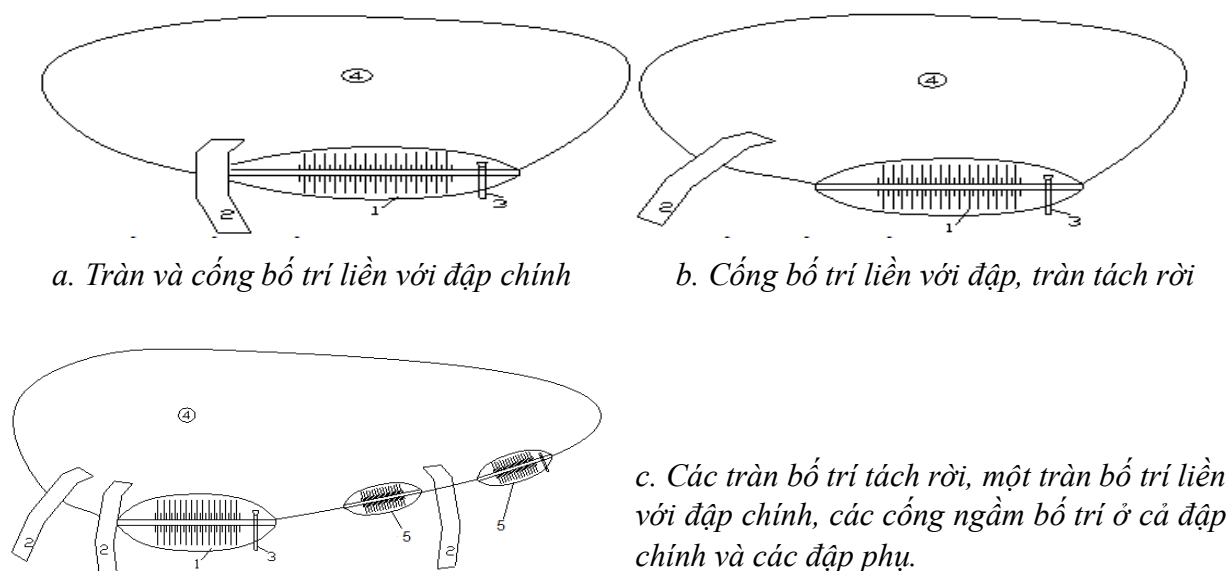
rộng rãi trên thế giới.

Bài viết trình bày phương pháp luận áp dụng lý thuyết độ tin cậy (LTĐTC) xác định xác suất sự cố (P_f) của hệ thống đầu mối hồ chứa thủy lợi trong giai đoạn khai thác, sử dụng có xét đến rủi ro ngập lụt hạ du, áp dụng điển hình cho hồ Núi Cốc, tỉnh Thái Nguyên.

2. THIẾT LẬP BÀI TOÁN ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT ĐỘ TIN CẬY ĐÁNH GIÁ AN TOÀN CÔNG TRÌNH ĐẦU MỐI HỒ CHỨA THỦY LỢI

2.1. Sơ đồ hóa công trình đầu mối hồ chứa nước

Các hình thức bố trí tổng thể công trình đầu mối (CTĐM) hồ chứa nước rất đa dạng, trong đó phổ biến là dạng gồm 03 hạng mục: đập ngăn sông, công trình xả lũ và cống lấy nước. Hình 1 sơ họa một số hình thức bố trí tổng thể CTĐM hồ chứa ở Việt Nam.



Hình 1: Một số hình thức bố trí tổng thể công trình đầu mối hồ chứa ở Việt Nam

1. Đập chính; 2. Tràn xả lũ; 3. Cống ngầm; 4. Lòng hồ; 5. Đập phụ.

2.2. Thiết lập sơ đồ cây sự cố

Là sơ đồ mô tả chuỗi logic của tất cả các sự cố dẫn đến cùng một sự cố không mong muốn gọi là “sự cố cuối cùng”. Sự cố này nằm ở trên cùng (phần ngọn) của sơ đồ cây sự cố [2].

Bước 1: Phân tích hệ thống

Phân tích hệ thống là việc mô tả chức năng của hệ thống, các bộ phận cấu thành và mối quan hệ giữa các thành phần theo từng hạng mục công trình. Hệ thống thành phần có thể chia thành hệ thống nhỏ hơn. Các cơ chế sự cố (CCSC) có thể chung

một nguyên nhân như: mực nước hồ dâng cao sẽ dẫn tới nước tràn đê đập và gây xói, sạt trượt mái đập chính, đập phụ...

Đối với hồ chứa, hệ thống được phân tích toàn diện từ CTĐM đến vùng hạ du. Các trường hợp hồ chứa xả lũ gây ngập lụt hạ du đập bao gồm:

- Trường hợp 1: Hồ chứa xả lũ theo quy trình vận hành có gây ngập hạ du nhưng không gây thiệt hại;

- Trường hợp 2: Hồ chứa xả lũ trong tình huống khẩn cấp do nguyên nhân bất khả kháng như: mưa, lũ vượt tần suất thiết kế; động đất vượt tiêu chuẩn thiết kế trên lưu vực hồ chứa nước hoặc tác động khác gây mất an toàn cho đập;

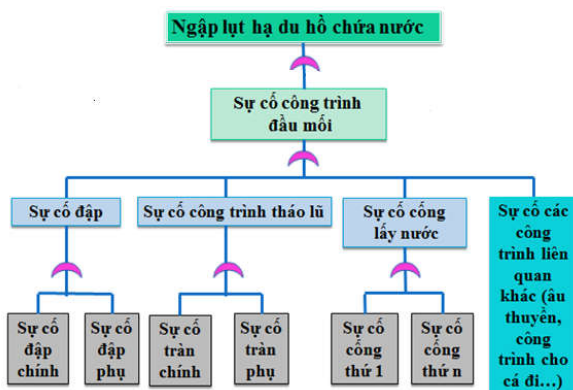
- Trường hợp 3: Sự cố ở CTĐM gồm: Sự cố ở đập, tràn xả lũ, cống lấy nước hay công trình liên quan khác thuộc CTĐM sẽ trực tiếp hoặc gián tiếp dẫn đến tràn phải xả lũ khẩn cấp hoặc vỡ đập gây ngập lụt hạ du, trong đó, vỡ đập là trường hợp gây thiệt hại lớn nhất. Như vậy, sự kiện “ngập lụt vùng hạ du” là “sự cố cuối cùng” trong sơ đồ cây sự cố. Bài viết đi sâu phân tích, tính toán trường hợp 3.

Bước 2: Mô tả sơ đồ cây sự cố: Các điều kiện liên quan giữa các sự cố cơ sở được gọi là các công liên kết [2]. Sơ đồ cây sự cố của CTĐM hồ chứa thường được biểu diễn bằng công liên kết và kiểu sự cố/sự kiện như Bảng 1:

Bảng 1: Công liên kết, sự cố và hình thức ghép nối thường gặp trong sơ đồ cây sự cố

TT	Loại	Kí hiệu	Ý nghĩa
Công liên kết			
1	Và		Hệ thống song song: Sự cố trên xảy ra khi sự cố dưới xảy ra
2	Hoặc		Hệ thống nối tiếp: Sự cố trên xảy ra khi ít nhất 1 sự cố dưới xảy ra
Sự cố/sự kiện			
1			Sự cố cơ sở
2			Sự cố đơn

Trong hệ thống CTĐM hồ chứa nước, sự cố của bất kỳ thành phần nào cũng có thể dẫn đến sự cố của toàn hệ thống. Do vậy, liên kết giữa các thành phần là “nối tiếp”. Sơ đồ cây sự cố tổng quát cho CTĐM hồ chứa nước như Hình 2.

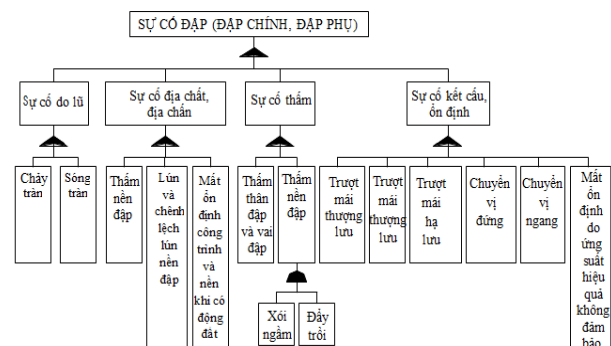


Hình 2: Sơ đồ cây sự cố ngập lụt

vùng hạ du hồ chứa

a) Cơ chế sự cố và sơ đồ cây sự cố của đập đất

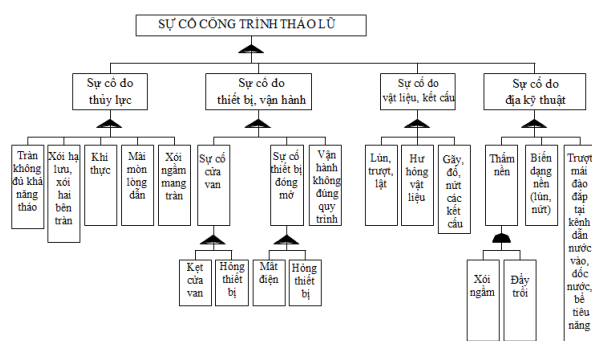
Từ việc phân tích một số hư hỏng chính và sự cố thường gặp ở đập đất [3], tiến hành tổng hợp các CCSC ở đập và thiết lập sơ đồ cây sự cố tổng quát cho đập tại Hình 3:



Hình 3: Sơ đồ cây sự cố của đập

b) Cơ chế sự cố và sơ đồ cây sự cố của tràn xả lũ

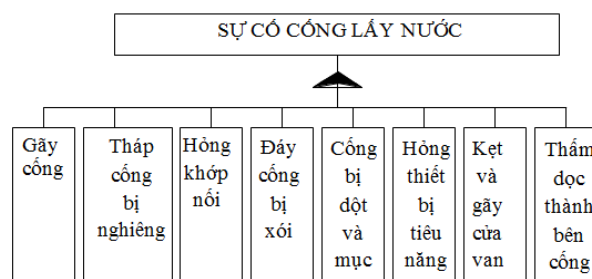
Phân tích một số hư hỏng chính và sự cố thường gặp ở tràn xả lũ [3], xác định các CCSC ở công trình tháo lũ và thiết lập sơ đồ cây sự cố tổng quát cho công trình tháo lũ như Hình 4:



Hình 4: Sơ đồ cây sự cố của công trình tháo lũ

c) Cơ chế sự cố và sơ đồ cây sự cố của cống lấy nước

Từ việc phân tích một số hư hỏng chính và sự cố thường gặp ở cống lấy nước [3], xác định các CCSC ở cống lấy nước và thiết lập sơ đồ cây sự cố tổng quát cho hạng mục cống lấy nước trong CTĐM như Hình 5:



Hình 5: Sơ đồ cây sự cố của cống lấy nước

2.3. Thiết lập và giải hàm độ tin cậy của cơ chế sự cố hồ chứa nước

a) Nguyên tắc thiết lập

Hàm tin cậy (Z) mô tả một CCSC có độ bền là (R) và tải trọng là (S) như sau [2]:

$$Z = R - S \quad (1)$$

CTĐM hồ chứa nước là một hệ thống kết cấu trên nền chịu tác động của các môi trường xung

quanh. Do vậy, hoạt động của từng hạng mục tuân theo các quy luật vật lý, cơ học theo cơ chế tác động qua lại giữa môi trường nước, nền, công trình. Quy luật này được xem xét để xác định hàm tải trọng và hàm độ bền khi thiết lập hàm tin cậy [5].

Bảng 2 trình bày nguyên tắc thiết lập một số hàm tin cậy của các hạng mục thuộc CTĐM được thiết lập từ việc phân tích điều kiện xuất hiện trạng thái giới hạn của cơ chế phá hỏng.

Chỉ số độ tin cậy β [4] là giá trị được dùng để thay thế cho độ tin cậy hoặc xác suất sự cố P_f .

$$\beta = \Phi^{-1}(1 - P_f) \quad (2)$$

trong đó, Φ^{-1} là nghịch đảo của hàm phân phối chuẩn chuẩn hóa.

Điều kiện áp dụng

- Đối tượng nghiên cứu là CTĐM hồ chứa nước được mô phỏng theo hệ thống nối tiếp.
- Các nội dung tính toán gồm: cách xác định trạng thái giới hạn, xác định tải trọng tác động, độ bền ... được thực hiện theo tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật quốc gia hiện hành.

b) Cách giải hàm độ tin cậy

Hiện nay, có 3 cấp độ giải hàm ĐTC để xác định xác suất sự cố (XSSC) như sau:

- Cấp độ I: Tính toán dựa trên các giá trị đặc trưng và hệ số an toàn cho phép.
- Cấp độ II: Phương pháp gần đúng, trong đó hàm tin cậy được tuyến tính hóa tại “điểm thiết kế”; hàm mật độ xác suất có dạng phân bố chuẩn.
- Cấp độ III: Hàm mật độ xác suất của hàm mật độ tin cậy là hàm ngẫu nhiên, phi tuyến tính.

Phương pháp mô phỏng ngẫu nhiên Monte-Carlo (MCS) [2] được áp dụng để giải hàm ĐTC theo cấp độ III bằng cách mô phỏng các biến ngẫu nhiên (BNN) ban đầu của hàm ĐTC theo các luật phân phối tương ứng. Các BNN được mô phỏng độc lập lẫn nhau. Tỷ số giữa số lần hàm Z nhận giá trị âm trên tổng số lần mô

phòng được xem là XSSC của hàm ĐTC.

2.4. Thiết lập bài toán xác định xác suất sự cố và phân tích độ tin cậy của hồ chứa nước

a) Mục tiêu: Đánh giá hiện trạng của CTĐM hồ chứa nước thông qua việc xác định và so sánh ĐTC của CTĐM với chuẩn an toàn hiện có; từ đó đề xuất giải pháp nâng cao ĐTC cho công trình và giảm thiểu rủi ro ngập lụt vùng hạ du.

b) Trình tự thực hiện

- *Bước 1:* Mô tả nhiệm vụ, cấu tạo, quy mô, hiện trạng của các thành phần thuộc CTĐM; xác định mối quan hệ giữa các thành phần; phân tích thống kê các BNN tải trọng và độ bền.

- *Bước 2:* Liệt kê các sự cố có khả năng xảy ra cho các hạng mục công trình và hệ thống CTĐM; phân tích nguyên nhân dẫn đến sự cố theo các cơ chế khác nhau.

- *Bước 3:* Xây dựng sơ đồ cây sự cố của các hạng mục và toàn hệ thống CTĐM.

- *Bước 4:* Thiết lập các hàm tin cậy của các CCSC và giải hàm tin cậy xác định XSSC.

- *Bước 5:* Phân tích sơ đồ cây sự cố, tổng hợp XSSC của các CCSC cho từng hạng mục và toàn bộ CTĐM theo ma trận sự cố tại Bảng 3, trong đó:

+ *Cột (0):* Liệt kê các hạng mục công trình thuộc CTĐM;

+ *Hàng (1):* Liệt kê các CCSC của các hạng mục công trình;

+ P_{ji} : Là giá trị của ô thuộc ma trận tạo bởi hàng thứ j và cột thứ i thể hiện XSSC của hạng mục công trình thứ j theo CCSC thứ i . Nếu CCSC thứ (i) không xảy ra với hạng mục công trình đang xem xét thì không điền giá trị vào ô;

+ *Hàng cuối cùng* thể hiện tổng xác suất theo từng cơ chế sự cố; *cột cuối cùng* thể hiện tổng XSSC của từng hạng mục công trình và $\sum P_{sci} = \sum P_j$

c) Kết quả và ý nghĩa của bài toán

Đánh giá an toàn hệ thống CTĐM bằng LTĐTC cho kết quả và ý nghĩa như sau:

- *Nhận dạng được hạng mục công trình có nguy cơ xảy ra sự cố cao nhất* trong hệ thống thông qua việc phân tích cột cuối (tương ứng với hàng có $P_j \max$). Từ đó, xác định hạng mục thuộc CTĐM cần phải tập trung để nâng cấp.

- *Xác định được CCSC có xác suất xảy ra sự cố lớn nhất* thông qua việc phân tích hàng cuối cùng (tương ứng với cơ chế có $P_{sci} \max$). Từ đó, tạo cơ sở quan trọng đề xuất giải pháp kỹ thuật trong thiết kế sửa chữa, nâng cấp để nâng cao ĐTC cho hệ thống công trình đầu mối.

Bảng 2: Nguyên tắc thiết lập một số hàm tin cậy của các hạng mục thuộc CTĐM

TT	Cơ chế phá hoại	Hàm tin cậy	Ghi chú
I	Hạng mục đập đất		
1.1	Nước tràn đỉnh đập	$Z = Z_{dd} - Z_{ln}$	Z_{dd} : Cao trình đỉnh đập Z_{ln} : Mức nước max tính từ mực nước tĩnh tính toán cộng với chiều cao sóng leo và độ dềnh do gió
1.2	Trượt mái	$Z = K_{at} - [K]$	K_{at} : Hệ số an toàn chống trượt $[K]$: Hệ số an toàn chống trượt cho phép
1.3	Ổn định thấm thông thường	$Z = [J_{gh}] - J_{tt}$	J_{tt} : Độ dốc dòng thấm tại vị trí kiểm tra $[J_{gh}]$: Độ dốc dòng thấm giới hạn cho phép

TT	Cơ chế phá hoại	Hàm tin cậy	Ghi chú
1.4	Ổn định thấm đặc biệt	$Z = \sum L_{tt} - [L_{th}]$	$\sum L_{tt}$: Tổng chiều dài đường viền thấm $[L_{th}]$: Chiều dài đường viền thấm cho phép
II Hạng mục tràn xả lũ			
2.1	Ổn định trượt	$Z = \sum F_{ct} - \sum F_{gt}$	$\sum F_{ct}$: Tổng lực chống trượt $\sum F_{gt}$: Tổng lực gây trượt
2.2	Ổn định lật	$Z = \sum M_{cl} - \sum M_{gl}$	$\sum M_{cl}$: Tổng mô men chống lật $\sum M_{gl}$: Tổng mô men gây lật
2.3	Lún không đều giữa các đơn nguyên	$Z = [\Delta Z]_d - \Delta Z_{dtt}$	ΔZ_{dtt} : Chênh lệch lún tính toán giữa hai đơn nguyên $[\Delta Z]_d$: Chênh lệch lún cho phép giữa các đơn nguyên
III Cống lấy nước			
3.1	Lún không đều giữa các đoạn cống	$Z = [\Delta Z]_c - \Delta Z_{ctt}$	ΔZ_{ctt} : Chênh lệch lún tính toán giữa hai đoạn cống $[\Delta Z]_c$: Chênh lệch lún cho phép giữa các đoạn cống
3.2	Độ bền kết cấu theo phương ngang và phương dọc cống	$Z = T_{gh} - T_{tt}$	T_{tt} : Nội lực lớn nhất do tổ hợp tải trọng tính toán gây ra tại tiết diện đang xét T_{gh} : Khả năng chịu lực nhỏ nhất của tiết diện đó
3.3	Thấm tiếp xúc dọc cống	$Z = [L_{gh}] - \sum L_{ctt}$	$\sum L_{ctt}$: Chiều dài đường viền thấm tính toán dọc cống $[L_{th}]$: Chiều dài đường viền thấm giới hạn cho phép
3.4	Nền cống không đảm bảo về cường độ	$Z = [\sigma]_{nen} - \sigma_{max}$	σ_{max} : ứng suất lớn nhất tại đáy móng cống $[\sigma]_{nen}$: ứng suất cho phép của nền
3.5	Cống bị thấm	$Z = [J] - J_{max}$	$[J]$: gradient thấm cho phép của vật liệu làm cống J : gradient thấm của nước trên đỉnh cống.

Bảng 3: Ma trận sự cố của hệ thống CTĐM hồ chứa nước

Các hạng mục thuộc công trình đầu mối	Cơ chế sự cố						Tổng
	Sự cố 1	Sự cố 2	...	Sự cố i	...	Sự cố n	
(0)	(1)	(2)		(i)		(n)	
Đập chính	p_{11}	p_{12}	...	p_{1i}	...	p_{1n}	P_1
Đập phụ (thứ 1)	p_{21}	p_{22}	...	p_{2i}	...	p_{2n}	P_2
...	...	...	...	...	...	...	...
Đập phụ (thứ j)	p_{j1}	p_{j2}	...	p_{ji}	...	p_{jn}	P_3
Công trình tháo lũ (thứ 1)	...						

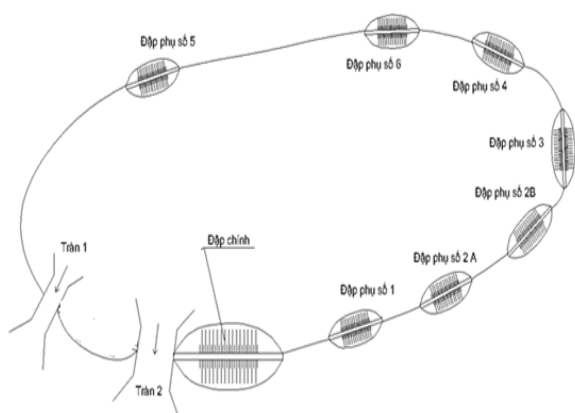
Các hạng mục thuộc công trình đầu mối	Cơ chế sự cố						Tổng
	Sự cố 1	Sự cố 2	...	Sự cố i	...	Sự cố n	
...	...	...	...	...	...	...	...
Công trình tháo lũ (thứ k)	P_{k1}	p_{k2}	...	P_{ki}	...	p_{kn}	P_3
Cổng lấy nước số (thứ 1)	...						
...	...						
Cổng lấy nước (thứ l)	P_{l1}	P_{l2}	...	P_{li}	...	P_{ln}	P_l
Các hạng mục khác (m)	P_{m1}	p_{m2}	...	p_{mi}	...	p_{mn}	P_m
Tổng hợp	P_{SC1}	P_{SC2}	...	P_{SCi}	...	P_{SCn}	P_{HT}

3. ÁP DỤNG ĐIỂN HÌNH CHO HỒ NÚI CỐC

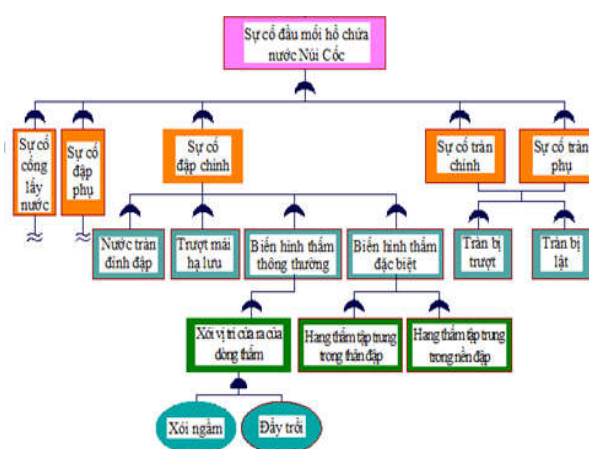
3.1. Mô phỏng hệ thống CTĐM hồ Núi Cốc

Sơ đồ bố trí CTĐM của hồ chứa Núi Cốc như Hình 6, gồm các thành phần: 01 đập chính, 07 đập phụ, 01 tràn chính, 01 tràn bổ sung và 01 cống lấy nước trong thân đập chính.

Sơ đồ cây sự cố được thiết lập từ điều tra, phân tích hiện trạng hồ chứa như Hình 7.



Hình 6: Sơ đồ hệ thống CTĐM hồ Núi Cốc



Hình 7: Sơ đồ cây sự cố CTĐM hồ Núi Cốc

3.2. Xác định xác suất xảy ra sự cố của các cơ chế và phân tích độ tin cậy của hệ thống

Xác định quy luật phân bố xác suất của các BNN làm số liệu đầu vào tính toán.

Tính toán ổn định mái hạ lưu đập theo Geoslope xác định được $K_{at} = 1.487$

a) Xác định XSSC của cơ chế nước tràn đỉnh đập

Mực nước hồ có phân bố chuẩn (46.51; 0.61) được tính toán và kiểm định từ chuỗi số liệu quan trắc mực nước cực trị năm.

Bảng 4: Bảng thông số đầu vào và kết quả XSSC đối với cơ chế nước tràn đỉnh

Hàm tin cậy	$Z_1 = Z_{đđ} - Z_{mn}$					
Nước tràn đỉnh đập	BNN		μ	σ	$P_f =$	0.0014
	Z đđ	Phân bố chuẩn	49.55	0.8	$N =$	5000
	Zmn	Phân bố chuẩn	46.510	0.61	$n =$	7
						Số lần xuất hiện $Z < 0$

Bảng 5: Các giá trị của BNN và hàm tin cậy khi tính theo phương pháp MC

TT	P(i)	Z đđ	P(i)	Zmn	$Z=R-S$
1	0.201735557	48.88165	0.3702622	46.30799307	2.57365649

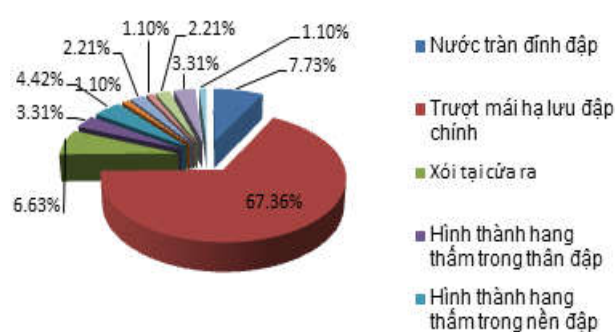
2	0.465060697	49.479846	0.6493193	46.74392488	2.73592144
3	0.559838356	49.670448	0.01527	45.19056133	4.47988619

b) Thiết lập hàm tin cậy của các cơ chế sự cố còn lại theo Bảng 2 và tính toán tương tự bằng phương pháp MCS xác định XSSC của các cơ chế thành phần như Bảng 6; tiến hành phân tích ĐTC của hệ thống CTĐM bằng phần mềm OPEN FTA cho kết quả $P_f = 1.8112 \times 10^{-2}$

c) **Nhận xét:** $P_f = 0.018112 > [P] = 0.002$ nên hệ thống có khả năng bị sự cố, nguyên nhân lớn nhất dẫn đến sự cố CTĐM là do trượt mái hạ lưu đập với mức độ ảnh hưởng của cơ chế trượt mái hạ lưu đến XSSC của toàn hệ thống là 67.36%. Do vậy, hạng mục cần tập trung sửa chữa, nâng cấp là đập chính.

Bảng 6: Mức độ ảnh hưởng của các cơ chế sự cố đến độ tin cậy đập chính

TT	Cơ chế sự cố	XSSC P_f	Mức độ ảnh hưởng đến CTĐM
1	Nước tràn đỉnh đập	1.40×10^{-3}	7.73%
2	Trượt mái hạ lưu đập chính	1.22×10^{-2}	67.36%
3	Xói tại cửa ra	1.20×10^{-3}	6.63%
4	Hình thành hang thấm trong thân đập	0.60×10^{-3}	3.31%
5	Hình thành hang thấm trong nền đập	0.80×10^{-3}	4.42%
6	Tràn 1 bị trượt	0.20×10^{-3}	1.10%
7	Tràn 1 bị lật	0.40×10^{-3}	2.21%
8	Tràn 2 bị trượt	0.20×10^{-3}	1.10%
9	Tràn 2 bị lật	0.40×10^{-3}	2.21%
10	Thấm dọc hành lang cống	0.60×10^{-3}	3.31%
11	Độ bền của kết cấu thân cống ngầm	0.20×10^{-3}	1.10%



Hình 8: Mức độ ảnh hưởng của các cơ chế sự cố đến an toàn hồ Núi Cốc

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã phát triển được khung bài toán tổng quát ứng dụng LTĐTC trong đánh giá an toàn CTĐM hồ chứa nước thông qua các chỉ số

an toàn: xác suất sự cố thành phần công trình, xác suất sự cố hệ thống P_f và chỉ số độ tin cậy β .

Theo đánh giá của các cơ quan quản lý an toàn đập, hồ chứa nước, công trình đầu mối hồ Núi Cốc bảo đảm an toàn theo tiêu chuẩn hiện hành. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu trong giới hạn của bài viết theo LTĐTC cho thấy chỉ số an toàn hiện tại ($P_f = 0.018112 > [P_f] = 0.002$), công trình có khả năng xảy ra sự cố và cần được sửa chữa, nâng cấp đảm bảo an toàn để phù hợp với các yếu tố ngẫu nhiên về thủy văn, thủy lực và vùng hạ du thay đổi so với thiết kế.

Phương pháp phân tích độ tin cậy ứng dụng trong đánh giá an toàn đập, hồ chứa nước đang

là xu thế chung trên thế giới. Nghiên cứu điển hình cho hồ Núi Cốc cho thấy khả năng ứng dụng mở rộng trong điều kiện Việt Nam. Để áp dụng khung bài toán này cho các hồ chứa khác cần thiết lập hệ thống cơ sở dữ liệu của các

BNN về quan trắc công trình và khí tượng thủy văn chuyên dùng với chuỗi quan trắc đủ dài để nâng cao tính chính xác trong việc phân tích xác định độ tin cậy của hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đề án “Nâng cao năng lực quản lý an toàn đập, hồ chứa thủy lợi đến năm 2025” kèm theo Tờ trình số 902/TTr-BNN-TCTL ngày 10/02/2020, Bộ Nông nghiệp và PTNT.
- [2] Mai Văn Công, 2005, “Thiết kế công trình theo lý thuyết ngẫu nhiên và phân tích độ tin cậy”, Nhà xuất bản xây dựng, Hà Nội.
- [3] Phạm Ngọc Quý và nnk, 2015, “Nghiên cứu tác động của biến đổi khí hậu đến sự làm việc an toàn đập đất của hồ chứa nước và đề xuất bộ tiêu chí đánh giá an toàn đập”.
- [4] TCVN 9905:2014 về Công trình thủy lợi - Yêu cầu thiết kế kết cấu theo độ tin cậy.
Nguyễn Văn Mạo, Nguyễn Hữu Bảo, Nguyễn Lan Hương, 2014, “Cơ sở tính độ tin cậy an toàn đập”, Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội.