

PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH KIỂM SOÁT LŨ HỒ CHỨA TRONG TÌNH HUỐNG KHẨN CẤP – ÁP DỤNG CHO HỒ CHỨA THỦY ĐIỆN BẢN CHÁT

Nguyễn Đăng Giáp

Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về Động lực học sông biển

Tóm tắt: Phương pháp vận hành kiểm soát lũ trong tình huống khẩn cấp được xây dựng nhằm mục tiêu đảm bảo an toàn đập trong các tình huống bất lợi, khi kết quả tính toán, dự báo dòng chảy lũ đến hồ chứa có sự sai khác lớn so với thực đo hoặc khi thiếu thông tin tính toán, dự báo dòng chảy lũ đến hồ trong một số trường hợp đặc biệt. Bài báo sẽ giới thiệu cơ sở khoa học của phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp và áp dụng phương pháp cho trường hợp hồ chứa thủy điện Bản Chát.

Từ khóa: Phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa, an toàn hồ chứa, thủy điện Bản Chát.

Summary: Objectives of flood control method at emergency are dam safety. The study shows the theoretical basis of method for operation emergency to flood control through developing operational charts. The case study at Ban Chat hydropower reservoir in Da River is applied in the study.

Keywords: Method for operation reservoir to flood control, reservoir safety, Ban Chat hydropower reservoir.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Phương pháp kiểm soát lũ hồ chứa thông qua bài toán vận hành hồ chứa trên cơ sở thu được lợi ích lớn nhất đối với dung tích hồ chứa trong một trận lũ. Mục tiêu chính của phương pháp kiểm soát lũ thông qua vận hành hồ chứa là giảm thiểu thiệt hại ở hạ du, đồng thời đảm bảo mực nước hồ chứa không bao giờ vượt quá giới hạn cho phép. Phương pháp kiểm soát lũ hồ chứa thông qua vận hành có hai trường hợp riêng biệt là vận hành hồ chứa trong điều kiện bình thường và vận hành hồ chứa trong điều kiện khẩn cấp, hai trường hợp này được sử dụng luân phiên với nhau và phụ thuộc hoàn toàn vào dung tích còn trống của hồ chứa có đủ khả năng để chứa tổng lượng lũ trong tương lai hay không.

Phương pháp kiểm soát lũ thông qua vận hành trong trường hợp bình thường khi dung tích còn trống hoàn toàn đủ khả năng chứa tổng lượng lũ, ngược lại khi dung tích còn trống không đủ khả năng chứa tổng lượng dòng chảy lũ đến trong

tương lai thì hồ chứa sẽ được chuyển sang vận hành trong trường hợp khẩn cấp.

Trong trường hợp bình thường, mục đích chính khi vận hành hồ chứa là giảm thiểu thiệt hại cho vùng hạ du. Do đó, các quyết định đưa ra hoàn toàn tùy thuộc vào điều kiện ràng buộc ở hạ du, ở các hồ chứa có dung tích phòng lũ lớn thì dung tích phòng lũ hoàn toàn đủ khả năng chứa các trận lũ thường xuyên xảy ra và trường hợp vận hành bình thường là chủ yếu.

Tuy nhiên, khả năng xảy ra một trận lũ lớn là hiện hữu trong điều kiện hiện nay. Khi đó tổng lượng lũ đến vượt quá tổng dung tích còn lại của hồ chứa, đe dọa đến an toàn của công trình. Do vậy, cần thiết phải xây dựng phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp. Mục tiêu chính trong trường hợp vận hành khẩn cấp là đảm bảo an toàn đập. Xây dựng phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp sẽ là giải pháp quan trọng giúp người có thẩm quyền ra quyết định vận hành các cửa xả lũ với lưu lượng tương ứng trong thời gian bao lâu nhằm đảm bảo an toàn đập khi trên lưu vực hồ chứa xuất hiện lũ lớn, thiếu thông tin tính toán, dự báo hay kết quả tính toán, dự báo dòng

Ngày nhận bài: 10/10/2023

Ngày thông qua phản biện: 31/10/2023

Ngày duyệt đăng: 09/11/2023

chảy lũ đến có sai khác lớn với số liệu thực đo.

Phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp thông qua xây dựng biểu đồ vận hành được đề xuất bởi USACE (Department of the Army U.S Army Corps of Engineers). Với tổng dung tích hồ chứa còn trống đã biết, lưu lượng xả lũ được xác định dựa vào kết quả tính toán, dự báo tổng lượng dòng chảy lũ đến từ thời điểm bắt đầu vận hành đến thời điểm kết thúc lũ. Tổng lượng dòng chảy lũ đến có được khi giả thiết rằng đường quá trình lưu lượng dòng chảy đến đạt đỉnh và tổng lượng dòng chảy được tính theo nhánh lũ xuống.

2. PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH KIỂM SOÁT LŨ HỒ CHỨA

Các biến số chủ yếu tác động đến phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa là: Dung tích còn trống tại thời điểm hiện tại và tổng lượng dòng chảy lũ đến dự kiến trong tương lai. Mặc dù dung tích còn trống luôn biết trước nhưng tổng lượng dòng chảy lũ đến dự kiến luôn luôn là một yếu tố bất định.

2.1. Trường hợp vận hành bình thường

Phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong trường hợp bình thường là làm giảm lưu lượng xả lớn nhất xuống hạ du để giảm mực nước gây thiệt hại tại điểm không chế khi có lũ đơn, với điều kiện dung tích trống của hồ chứa được biết trước. Dung tích trống đủ khả năng để chứa tổng lượng dòng chảy các con lũ vừa và nhỏ. Cùng với điều kiện tổng lượng chảy đến không được lớn hơn dung tích trống hiện tại, lưu lượng xả ra khỏi hồ chứa được quyết định dựa vào khả năng thoát lũ lớn nhất tại điểm không chế ở hạ du. Trong điều kiện bình thường khi có lũ, lượng nước ra khỏi hồ được xác định sao cho dung tích trống phải bảo đảm chứa hết tổng lượng đến của con lũ. Khi có mưa lớn hoặc lượng mưa dự báo lớn, các cửa xả lũ được đóng đến khi lũ chưa đạt đỉnh và mực nước điểm kiểm soát hạ lưu dưới mực nước không chế. Đối với hệ thống hồ chứa, lượng nước xả không lớn hơn khả năng thoát lũ tại điểm không chế ở hạ lưu. Lưu lượng xả được quyết định dựa trên nguyên tắc bảo đảm

dung tích chứa lũ tương đương của mỗi hồ chứa. Quyết định lưu lượng xả còn phụ thuộc vào phân bố dòng chảy vùng không kiểm soát. Đối với các điểm không chế xa hồ chứa, có thể dòng chảy nhập lưu khu giữa sẽ chiếm một tỷ trọng đáng so với khả năng thoát lũ của sông. Bất kỳ khi nào có lũ, nếu lũ lớn xảy ra trong khi dung tích trống của hồ chỉ có hạn và không chứa được tổng lượng lũ, vận hành kiểm soát lũ hồ chứa sẽ chuyển sang trường hợp khẩn cấp.

2.2. Trường hợp vận hành khẩn cấp

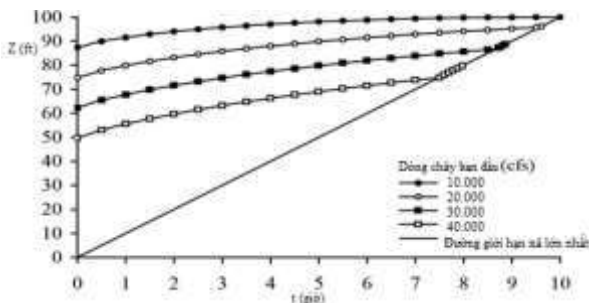
Phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp được thực hiện thông qua biểu đồ vận hành khẩn cấp. Biểu đồ vận hành khẩn cấp được biểu diễn dưới dạng họ các đường cong. Các đường cong biểu diễn lưu lượng xả của hồ chứa là hàm của trạng thái hồ. Biểu đồ vận hành khẩn cấp không phụ thuộc vào kết quả dự báo lượng mưa, hay dự báo dòng chảy đến hồ và điều kiện lũ ở hạ lưu. Biểu đồ vận hành khẩn cấp hướng dẫn người có thẩm quyền ra quyết định trong điều kiện khẩn cấp. Biểu đồ vận hành khẩn cấp sẽ có ích trong trường hợp thông tin giữa người vận hành hồ và bên ngoài bị gián đoạn hay bị cô lập hoàn toàn, hoặc khi kết quả tính toán, dự báo dòng chảy lũ đến có sai số lớn so với thực tế (đã xảy ra trong những năm gần đây). Đối với các lưu vực sông nhỏ khi mà khoảng thời gian phản ứng và thời gian dự báo rất ngắn thì việc sử dụng thông tin thu thập tại hồ rất quan trọng và có thể thực hiện được. Ưu tiên số một của phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp là bảo đảm mực nước hồ chứa không được vượt mực nước thiết kế đập (mực nước lũ gia cường hay mực nước lũ kiểm tra). Quyết định vận hành các cửa xả lũ chỉ phụ thuộc vào trạng thái hiện tại của hồ chứa mà không xét đến điều kiện ở hạ lưu, vì vậy mực nước hạ lưu có thể vượt mức cho phép tại các vị trí không chế. Cơ sở của phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp là xả lũ với lưu lượng lớn trước khi hồ chứa bị đầy sẽ có lợi thể hơn nhiều so với xả lũ khi hồ đầy. Vận hành đón lũ được nghiên cứu bởi (Seth 1998). Trong khi mục tiêu số 1 của phương pháp vận

hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp thông qua biểu đồ vận hành là bảo đảm an toàn đập, mục tiêu số 2 là giảm thiểu thiệt hại nhiều nhất có thể đối với vùng hạ lưu hồ chứa.

3. XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH KIỂM SOÁT LŨ HỒ CHỨA TRONG TÌNH HUỐNG KHẨN CẤP THÔNG QUA BIỂU ĐỒ VẬN HÀNH

3.1. Phương pháp xây dựng biểu đồ vận hành khẩn cấp kiểm soát lũ hồ chứa

Biểu đồ vận hành khẩn cấp được xây dựng dựa trên kết quả ước tính tổng lượng dòng chảy đến nhỏ nhất tính từ thời điểm tính toán cho tới thời điểm kết thúc con lũ đơn. Tổng lượng dòng chảy đến được ước tính khi giả thiết rằng lũ đạt đỉnh ở thời điểm tính toán và tính tổng lượng dòng chảy đến dựa vào quy luật suy giảm lưu lượng nhánh xuống của con lũ. Sự suy giảm lưu lượng nhánh xuống được quá trình lũ được tính dựa vào tốc độ suy giảm lưu lượng không đổi của nhánh xuống. Sau khi tính được tổng lượng dòng chảy đến nhỏ nhất (khi biết lưu lượng dòng chảy đến và lưu lượng dòng ra cho trước), lấy dung tích hồ lớn nhất trừ đi tổng lượng dòng chảy đến nhỏ nhất ta có dung tích hồ lúc khởi đầu sự suy giảm lưu lượng. Từ đó ta có mực nước lúc bắt đầu suy giảm lưu lượng. Mực nước này được xác định dựa vào quan hệ tương quan giữa dung tích và mực nước hồ chứa. Một họ các đường cong quy tắc $Q_{xả} = f(Q_{đến}, Z_{hồ})$ tạo thành biểu đồ vận hành khẩn cấp lũ. Rivera-Ramirez (2004), đề xuất biểu đồ vận hành khẩn cấp kiểm soát lũ dựa vào tính toán mạo hiểm. Hình 1 dưới đây là biểu đồ vận hành khẩn cấp chuẩn của USACE.



Hình 1: Biểu đồ vận hành khẩn cấp theo phương pháp của USACE

3.2. Các bước xây dựng biểu đồ vận hành khẩn cấp để kiểm soát lũ hồ chứa

Xây dựng biểu đồ vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp được USACE giới thiệu năm 1959 và bổ sung chỉnh sửa năm 1987 gồm các bước như sau:

+ **Bước 1:** Xác định hằng số suy giảm lưu lượng lũ

Quá trình suy giảm lưu lượng nhánh xuống được xác định bằng phương trình:

$$Q_t = Q_0 k^t \tag{1}$$

Trong đó:

Q_0 : Lưu lượng xuất hiện ban đầu

Q_t : Lưu lượng tại thời điểm t kể từ khi $Q = Q_0$

K^t : Hằng số suy giảm lưu lượng

Với thời gian giới hạn $T = t$ và $T = \infty$, có trữ lượng nước (W)

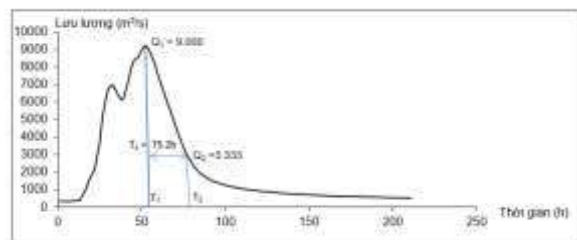
$$W = - \frac{Q_0 k^t}{\ln(k)} = - \frac{Q_t}{\ln(k)} \tag{2}$$

Từ đó:
$$\frac{W}{Q_t} = - \frac{1}{\ln(k)} \tag{3}$$

Từ phương trình (3) có thể thấy rằng tổng lượng nước trữ và lưu lượng là tỷ lệ với nhau và tỷ số giữa chúng là không đổi.

$$T_s = - \frac{1}{\ln(k)} \tag{4}$$

T_s là đơn vị thời gian, T_s là một tham số mô tả nhánh xuống con lũ (Hình 2).



Hình 2: Giản đồ đường quá trình lưu lượng lũ đến

Nếu t là thời gian cần thiết cho việc xả giảm từ Q_1 vào thời điểm T_1 đến Q_2 tại thời điểm T_2 thì

$K = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{\frac{1}{t}}$, Công thức (4) có thể được viết dưới dạng sau:

$$T_s = - \frac{t}{\ln \frac{Q_2}{Q_1}} \quad (5)$$

Phương trình (5) có thể được viết lại như sau:

$$T_2 - T_1 = t = - T_s \ln \frac{Q_2}{Q_1} \quad (6)$$

Từ phương trình (6) ta thấy $T_s = T_2 - T_1$ khi và chỉ khi $\ln \frac{Q_2}{Q_1} = -1$ (*)

Từ (*) cho biết khi $\ln \frac{Q_2}{Q_1} = -1$ thì $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{1}{e} \approx \frac{1}{2,7}$. Do đó, T_s là thời gian tương ứng để lưu lượng giảm từ Q_1 xuống Q_2 .

+ **Bước 2:** Tính toán tổng lượng dòng chảy đến nhỏ nhất W_{min} do suy giảm lưu lượng từ dòng chảy ban đầu Q_1 và giảm đến một giá trị bằng một dòng chảy không đổi Q_2 .

Sự thay đổi trữ lượng được mô tả bởi phương trình cân bằng nước sau:

$$\frac{dW(t)}{dt} = M(t) - N(t) \quad (7)$$

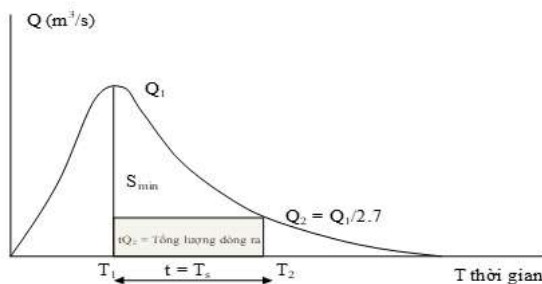
Trong đó: $M(t)$ dòng chảy đến, $N(t)$ dòng chảy ra

Từ đó liên quan đến T_s bằng phương trình:

$$T_s = \frac{W_{min} + 2Q_2 t}{2(Q_1 - Q_2)} \quad (8)$$

Thay thế giá trị t trong công thức (6) vào (8) ta có :

$$W_{min} = 2T_s \left[Q_1 - Q_2 \left(1 + \ln \left(\frac{Q_1}{Q_2} \right) \right) \right] \quad (9)$$



Hình 3: Đường quá trình lũ đến hồ chứa

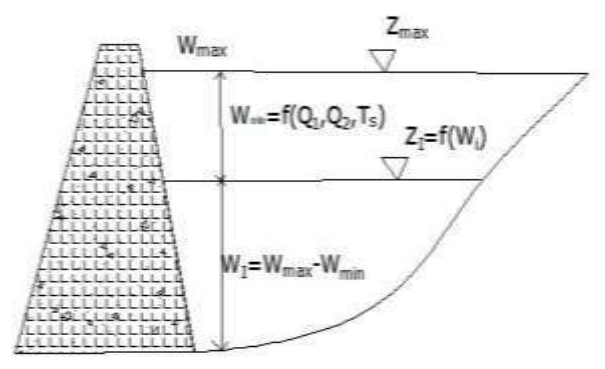
+ **Bước 3:** Tính mực nước hồ ban đầu trước khi suy giảm lưu lượng theo công thức:

$$W_I = W_{max} - W_{min} \quad (10)$$

Trong đó : W_{max} là dung tích cho phép lớn nhất hồ chứa

+ **Bước 4:** Giả thiết các cặp giá trị Q_1, Q_2 tính được mực nước bắt đầu suy giảm, sau đó tính

lập theo bước 2 và bước 3 có bảng giá trị $Q_{đến}; Q_{ra}; Z_{hồ}$



Hình 4: Khả năng chứa của hồ chứa

+ **Bước 5:** Vẽ họ đường cong vận hành hồ khả cấp $Q_{ra} = f(Q_{đến}, Z_{hồ})$

Để xây dựng biểu đồ vận hành khả cấp kiểm soát lũ cần dữ liệu sau:

- Đường quá trình lưu lượng lũ (dòng chảy đến hồ)

- Các đặc trưng hồ chứa, bao gồm:

+ Quan hệ diện tích mặt hồ và mực nước hồ $F = f(Z)$

+ Quan hệ dung tích hồ và mực nước hồ $W = f(Z)$

+ Quan hệ khả năng xả và mực nước hồ $Q_{max} = f(Z)$

- Mực nước hồ lớn nhất cho phép Z_{max}

Biểu đồ vận hành khả cấp kiểm soát lũ được sử dụng như sau: Tại thời điểm vận hành cho trước t ta sẽ có $Q_{đến}, Z_t$. Tra biểu đồ được $Q_{xả_t}$, nếu $Q_{xả_t} < Q_{xả_tra}$, khi đó hồ sẽ chuyển sang chế độ vận hành khả cấp với lưu lượng xả khỏi hồ $Q_{xả_t} \geq Q_{xả_tra}$. Trong đó, $Q_{xả_tra}$ là giá trị lưu lượng xả tra trên biểu đồ vận hành khả cấp tương ứng với giá trị mực nước và lưu lượng đến hồ tại thời điểm t .

3.2. Áp dụng trường hợp hồ chứa nước thủy điện Bản Chát

Trên lưu vực sông Đà tồn tại những trung tâm mưa, thường xảy ra ở phần lưu vực thuộc địa phận Việt Nam gần biên giới Việt – Trung, có lượng mưa năm thay đổi tùy từng vị trí từ 2.400÷ 3.000mm. Như trung tâm mưa ở sườn tây dãy Hoàng Liên Sơn thuộc các lưu vực

sông nhánh Nậm Na, Nậm Mu, lượng mưa trung bình năm khoảng 2.500mm, trên lưu vực sông Nậm Na có các tâm mưa lớn tại: Pa Tần 2.997mm, sìn hồ 2.746mm; thượng lưu sông Nậm Mu có các tâm mưa: Tam Đường 2.519mm, Bình Lư 2.372mm. Tại vùng phía tây dãy Hoàng Liên Sơn cho thấy rõ qui luật lượng mưa giảm từ thượng lưu xuống trung hạ lưu: tại Mường Tè 2.404 mm, Bản Chát 2.119 mm, Quỳnh Nhai 1.706 mm, Sơn La 1.414 mm, Cò Nòi 1.272 mm.

Nguồn sinh dòng chảy quan trọng nhất trên sông Đà nằm ở phần lưu vực vùng sườn phía Tây dãy Hoàng Liên Sơn, trên các lưu vực: Nậm Na, Nậm Mu, Nậm Chiến, suối Sập, có mô đun dòng chảy năm từ 40÷50 l/s/km². Trừ các lưu vực Nậm Bú (Pàn) và Nậm Sập có mô đun dòng chảy nhỏ dưới 20 l/s/km², ở các nơi

khác trên lưu vực sông Đà, mô đun dòng chảy thường từ 27÷34 l/s/km². Dòng chảy sông tập trung vào các tháng mùa lũ, chiếm tới 69÷78 % tổng lượng dòng chảy năm.

Hồ chứa nước và thủy điện Bản Chát là công trình trọng điểm quốc gia Việt Nam, Công trình đầu mối hồ chứa nước và nhà máy Thủy điện Bản Chát xây dựng trên dòng chính sông Nậm Mu thuộc địa phận Bản Chát, xã Mường Kim, huyện Than Uyên, tỉnh Lai Châu, cách thành phố Lai Châu khoảng 107 km về phía Đông Nam, cách thị trấn Than Uyên khoảng 19 km về phía Nam Tây Nam. Sông Nậm Mu là một trong những phụ lưu chính của sông Đà có chiều dài khoảng 181 km, diện tích lưu vực 3.433 km². Đặc trưng hồ chứa thủy điện Bản Chát được thể hiện trong các bảng 1, 2, 3 ở dưới.

Bảng 1: Quan hệ Q ~ Z của 1 cửa xả lũ hồ chứa thủy điện Bản Chát

Z(cm)	Q(m ³ /s)	Z(cm)	Q(m ³ /s)	Z(cm)	Q(m ³ /s)
460	273	470	3.781	477	8.140
461	377	471	4.333	477,5	8.500
462	565	472	4.902	478	8.856
463	807	473	5.503	478,5	9.208
464	1.128	474	6.129	479	9.564
465	1.481	468	2.766	479,5	9.924
466	1.870	475	6.776	480	10.307
467	2.300	475,5	7.108	480,5	10.709
468	2.766	476	7.437	481	11.118
469	3.255	476,5	7.785		

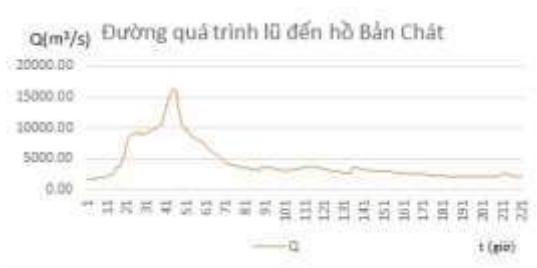
Bảng 2: Quan hệ Z ~ W hồ chứa thủy điện Bản Chát

Z (m)	F (km ²)	W (10 ⁶ m ³)	Z (m)	F (km ²)	W (10 ⁶ m ³)
366,00	0,00	0,00	440,00	27,20	648,20
370,00	0,30	0,40	445,00	30,90	793,50
380,00	1,10	6,80	450,00	35,10	958,50
390,00	2,50	22,90	455,00	39,50	1.145
400,00	5,10	60,00	460,00	44,40	1.355
410,00	9,10	128,80	465,00	49,60	1.589
420,00	14,00	244,20	470,00	54,70	1.850
425,00	16,90	321,40	475,00	60,40	2.138
430,00	20,00	413,60	480,00	66,60	2.455
435,00	23,40	521,90			

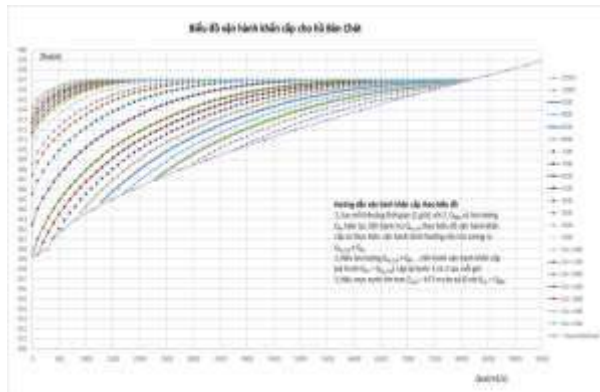
Bảng 3: Thông số thiết kế cơ bản hồ chứa thủy điện Bản Chát

TT	Thông số	Đ. vị	Giá trị
1	Diện tích lưu vực	km ²	1.929
2	Tần suất lũ thiết kế	%	0,1
3	Tần suất lũ kiểm tra	%	0,02
4	Mực nước dâng bình thường	m	475
5	Mực nước lũ thiết kế	m	477,31
6	Mực nước lũ kiểm tra	m	479,68
7	Dung tích hữu ích	10 ⁶ m ³	1.702,4
8	Dung tích toàn bộ	10 ⁶ m ³	2.137,7
9	Lưu lượng xả lũ thiết kế	m ³ /s	8.382
10	Lưu lượng xả lũ kiểm tra	m ³ /s	10.059
11	Tràn xả lũ (15x15)m	cửa van	4

Với các số liệu cơ bản hồ chứa thủy điện Bản Chát, đặc tính hồ chứa và năng lực xả lũ hồ chứa. Tiến hành xây dựng biểu đồ vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp, biểu đồ được xây dựng tương ứng với các trường hợp $Z_{hồ}$ từ 475÷479,68 m, tương ứng với đường quá trình lũ đến (Hình 5). Trong phạm vi bài báo, tác giả trình bày kết quả xây dựng biểu đồ vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp tương ứng với $Z_{max} = 477$ m và mô hình lũ thiết kế được thể hiện trong Hình 6.



Hình 5: Quá trình lũ đến hồ chứa Bản Chát



Hình 6: Biểu đồ vận hành khẩn cấp kiểm soát lũ hồ chứa Bản Chát ứng với $Z_{hồ} = 477$ m

Hướng dẫn vận hành khẩn cấp theo biểu đồ:

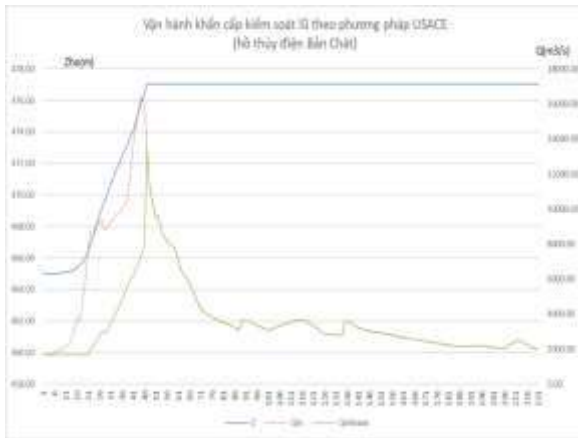
1. Sau mỗi khoảng thời gian (1 giờ), với Z , $Q_{đến}$ và lưu lượng ra khỏi hồ Q_{ra} hiện tại, tiến hành tra Q_{ra_tra} theo biểu đồ vận hành khẩn cấp và thực hiện vận hành bình thường nếu lưu lượng ra $Q_{ra_tra} < Q_{ra}$
2. Nếu lưu lượng $Q_{ra_tra} > Q_{ra}$, tiến hành vận hành khẩn cấp (xả lũ với $Q_{ra} \geq Q_{ra_tra}$). Lặp lại bước 1 và 2 sau mỗi giờ
3. Nếu mực nước lớn hơn $Z_{max} = 477$ m cho xả lũ với $Q_{ra} = Q_{đến}$

Ví dụ: Giả sử vào thời điểm vận hành có mực nước hồ $Z= 472, 5$ m, dòng chảy đến là $Q_{đến} = 5500\text{m}^3/\text{s}$ và lưu lượng nước khỏi hồ $Q_{ra}= 1.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Với $Z= 472.5$ và $Q_{đến} = 5.500$, Tra theo biểu đồ ta được $Q_{ra_tra}= 1.210 \text{ m}^3/\text{s}$. Vì $Q_{ra_tra} > Q_{ra}$ nên vận hành sẽ chuyển sang chế độ vận hành khẩn cấp và phải mở cửa xả sao cho $Q_{ra} \geq 1.210 \text{ m}^3/\text{s}$.

Cứ mỗi khoảng 1 giờ sau, lặp lại quá trình tra biểu đồ xác định Q_{ra_tra} với cặp giá trị mới (Z , $Q_{đến}$)

3.3. Hiệu quả đảm bảo an toàn đập khi vận hành khẩn cấp kiểm soát lũ

Ví dụ áp dụng cho vận hành khẩn cấp với $Q_{max} = 16.380 \text{ m}^3/\text{s}$, Thời gian lũ 221 giờ và mực nước hồ trước lũ là 465 m. Kết quả đạt được khi vận hành với biểu đồ vận hành khẩn cấp USACE nhận được đỉnh lũ ra khỏi hồ là $13.570 \text{ m}^3/\text{s}$ và độ giảm đỉnh lũ là 17.13% được thể hiện trong Hình 7.



Hình 7: Kết quả vận hành khẩn cấp đảm bảo an toàn đập hồ chứa Bản Chát (Z: mực nước hồ; Q_{in} : lưu lượng đến hồ; $Q_{release}$: lưu lượng vận hành)

4. KẾT LUẬN

Vận hành kiểm soát lũ trong tình huống khẩn cấp có một số phương pháp khác nhau,

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Đăng Giáp & nnk (2023). Nghiên cứu xây dựng phương pháp, công nghệ tính toán, dự báo dòng chảy lũ đến các hồ chứa trên lưu vực sông Đà. Báo cáo sản phẩm trung gian của đề tài KH&CN độc lập cấp Quốc gia ĐTĐL.CN-14/21, Hà Nội -2023.
- [2] Nguyễn Đăng Giáp & nnk (2018). Nghiên cứu xây dựng giải pháp ứng phó trường hợp xả lũ khẩn cấp, lũ cực lớn, lũ do vỡ đập trên hệ thống sông Hồng – sông Thái Bình. Báo cáo kết quả đề tài KH&CN cấp Quốc gia KC.08.13/16-20, Hà Nội -2020.
- [3] Department of the Army U.S Army Corps of Engineers, Washington, DC 20314-1000. (1987). “Management of water control systems”.
- [4] Seth, S. M. (1998). “Flood Control Regulation of A Multi-reservoir System.” National Institute of Hydrology, Jal Vigyan Bhawan, Roorkee, 247 667 (India).

phương pháp vận hành kiểm soát lũ hồ chứa trong tình huống khẩn cấp thông qua biểu đồ vận hành khẩn cấp là một phương pháp đơn giản, dễ dụng nhất. Phương pháp vận hành khẩn cấp hồ chứa nước thủy điện Bản Chát được xây dựng trên cơ sở khoa học và số liệu thực tiễn của hồ chứa. Biểu đồ được sử dụng trên cơ sở ước tính tổng lượng dòng chảy đến nhỏ nhất tính từ thời điểm tính toán, dự báo cho tới thời điểm kết thúc con lũ. Phương pháp vận hành kiểm soát lũ trong tình huống khẩn cấp thông qua biểu đồ vận hành là một giải pháp khả thi, hữu hiệu, cần thiết trong trường hợp thông tin giữa người trực tiếp vận hành bị cô lập hoàn toàn với bên ngoài hoặc khi kết quả tính toán, dự báo lưu lượng lũ đến có sai số lớn so với số liệu quan trắc thực tế. Đặc biệt trong điều kiện mưa lũ cực đoan, trái mùa như hiện nay trên lưu vực.