

## BÀI TOÁN XÁC ĐỊNH CÁC THÔNG SỐ VẬN HÀNH HỒ CHỨA TRONG ĐIỀU KIỆN MƯA, LŨ LỚN CỰC ĐOAN

Nguyễn Ngọc Nam, Lê Văn Nghị, Bùi Thị Ngân, Hoàng Đức Vinh  
Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển

**Tóm tắt:** Vận hành hồ chứa trong điều kiện mưa, lũ lớn cực đoan là bài toán phức tạp vì phải đảm bảo các yêu cầu an toàn hồ chứa, an toàn hạ du và vẫn phải giữ được lượng nước trong hồ cho các mục đích cấp nước, phát điện trong mùa kiệt. Trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay mưa, lũ lớn cực đoan xảy ra thường xuyên hơn trong khi công tác dự báo còn nhiều hạn chế nên cần thiết có một phương pháp xác định các tiêu chí vận hành hồ đơn giản, dễ áp dụng. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiếp cận vấn đề từ bài toán cực đoan tổng quát là hồ chứa đang ở mực nước cao (trong thời kỳ lũ chính vụ hoặc đầu kỳ lũ muộn) thì có lũ lớn đến hồ. Dùng phương pháp giải tích kết hợp mô phỏng dòng chảy lũ bằng mô hình toán và phương pháp thử dần, chúng tôi xác định được các thông số quan trọng là thời điểm bắt đầu xả nước  $T_0$ ; cường suất xả lũ  $\Delta Q_i$ ; lưu lượng xả lũ thời đoạn  $Q_{x\bar{a}}$ ; mực nước đón lũ  $Z_{dl}$ ; thời điểm kết thúc vận hành  $T_{at}$  và tổng lượng xả  $W_x$ . Phương pháp này được áp dụng tính thử cho hồ chứa Suối Hành ở Khánh Hòa và Sông Sào ở Nghệ An cho kết quả tốt. Những thông số này có ý nghĩa quan trọng để vận hành hồ chứa an toàn và hiệu quả.

**Summary:** Reservoirs operation in extreme rain and flood condition is a complicate work because we need to ensure safety for dam, downstream areas and as well as store enough water for dry season demands. In the context of climate change, heavy rain and floods are more frequent while there are many problems in forecasting, so it is necessary to have a simple and applicable method for determining the criterias for operating reservoirs. In this study, we approached the problem from the general extreme problem when the reservoirs are being high water level (during the main flood season or the first time of late flood period), then there is a heavy flood comes to the reservoir. Using combination of the analytical, mathematical model and trial-and-error methods, we determined the important parameters including: the time of starting to operate  $T_0$ ; Flood discharge intensity  $\Delta Q_i$ ; Flood discharges  $Q_{x\bar{a}}$ ; Reservoir water level to catch the flood  $Z_{dl}$ ; The ending time of operation  $T_{at}$  and total discharge  $W_x$ . This method was applied for Suoi Hanh reservoir in Khanh Hoa and Song Sao reservoir in Nghe An provided good results. These parameters are important for safe and efficient reservoir operation.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới, thuật toán tối ưu thường được áp dụng trong nghiên cứu việc vận hành hồ chứa nhưng cho đến nay không có một lời giải chung cho mọi hệ thống mà tùy đặc thù của từng hệ thống mà có các lời giải phù hợp.

Ở Việt Nam, vấn đề nghiên cứu vận hành hồ chứa đã và đang được nghiên cứu với một số thành công nhất định. Các phương pháp nghiên cứu đều hướng tới sử dụng mô hình mô phỏng kết hợp với một số kỹ thuật tối ưu;

Thực trạng các quy trình vận hành hồ chứa ở Việt Nam thường xây dựng trên nền tảng của công tác dự báo, trong khi chất lượng dự báo dòng chảy trên sông chỉ đạt 50-65% [4] do nhiều nguyên nhân dự báo mưa còn thiếu

Ngày nhận bài: 03/10/2017

Ngày thông qua phản biện: 08/11/2017

Ngày duyệt đăng: 5/12/2017

chính xác, địa hình lưu vực phức tạp...

Theo kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả thực hiện đề tài: “Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả cắt lũ, đảm bảo an toàn đập và vùng hạ du hồ chứa trong điều kiện mưa, lũ lớn cực đoan”, tại Việt Nam: Đối với các hồ chứa vừa và lớn, có cửa van không chế thì việc vận hành thường tuân theo một quy trình nhất định. Tuy nhiên, các quy trình này thường chú trọng đến bảo vệ an toàn công trình mà chưa xem xét nhiều đến an toàn hạ du đặc biệt là các hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn. Khi xảy ra các trận mưa, lớn cực đoan, lũ có thể do mưa lớn hoặc do vận hành xả bất ngờ hay sự cố công trình.v.v... khả năng ngập lụt hạ du, mất an toàn hồ càng trở nên nghiêm trọng.

Đối với các hồ chứa nhỏ: Hầu hết các hồ chứa nhỏ đều chưa có quy trình vận hành, không có phương án phòng chống lũ cho hạ du. Ngay cả những hồ chứa có tràn điều tiết bằng cửa van cũng chưa xây dựng (hoặc xây dựng chưa hoàn chỉnh) quy trình vận hành hồ chứa. Nếu có thì chỉ là các quy trình do chủ hồ tự lập để vận hành nhưng chưa được cơ quan có thẩm quyền phê duyệt. Đến nay chỉ có khoảng 5% hồ chứa nhỏ có quy trình vận hành hoặc đang được xây dựng, đồng nghĩa với hiện trạng khoảng 3900 hồ trên khắp cả nước không có quy trình vận hành. Hoạt động vận hành hồ chứa đơn giản là đóng mở cửa van cống và để nước tự chảy qua cống điều tiết.

Quy trình vận hành ở các hồ lớn đã được phê duyệt, còn tồn tại một số bất cập, đặc biệt là việc sử dụng dung tích phòng lũ trong quá trình điều tiết để chủ động đón lũ và giảm thiểu ngập lụt hạ du;

Trong vận hành điều tiết lũ, thường quan tâm đến các vấn đề về thời gian xả lũ, tổng lượng xả lũ và lưu lượng xả lũ ứng với từng thời đoạn mà chưa chú trọng đến thời điểm xả lũ, mực nước đón lũ, thời điểm mực nước trở về an toàn;

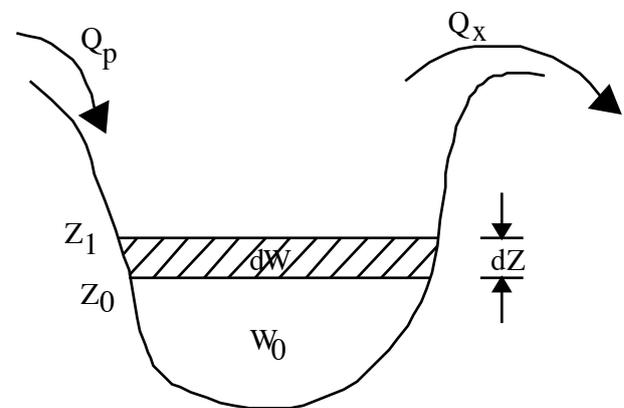
Trong điều kiện biến đổi khí hậu hiện nay làm

phát sinh nhiều hiện tượng mưa, lũ lớn cực đoan [1], để có thể xây dựng một quy trình vận hành hợp lý, nhóm tác giả thực hiện đề tài: “Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả cắt lũ, đảm bảo an toàn đập và vùng hạ du hồ chứa trong điều kiện mưa, lũ lớn cực đoan” đã đề xuất phương pháp xác định được bộ thông số bao gồm: thời điểm bắt đầu xả nước  $T_0$ ; cường suất xả lũ  $\Delta Q_i$ ; lưu lượng xả lũ thời đoạn  $Q_{xá}$ ; mực nước đón lũ  $Z_{dl}$ ; thời điểm kết thúc vận hành  $T_{at}$  và tổng lượng xả  $W_x$  nhằm giải quyết bài toán vận hành công trình, đảm bảo an toàn đập và hạ du.

Dưới đây, sẽ trình bày bài toán tổng quát và kết quả tính toán cho một trường hợp cụ thể cùng các phân tích, thảo luận về các vấn đề có liên quan.

## 2. PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

Bài toán được xem xét trong điều kiện mưa, lũ lớn cực đoan. Khi đó, hồ chứa đang làm việc ở mực nước  $Z_0$ , tương ứng thời điểm  $T_0$ . Dung tích hồ tại thời điểm đó là  $W_0$ , diện tích mặt nước hồ tại thời điểm đó là  $F_0$  (xem hình 1).



Hình 1: Sơ đồ bài toán cân bằng nước hồ chứa

Trước khi xảy ra mưa, lũ lớn cực đoan, cần thiết phải xả lũ để hạ mực nước hồ và tạo ra một dung tích đón lũ.

Với dòng chảy lũ đến hồ, ta có:

$$Q_p = A(z)$$

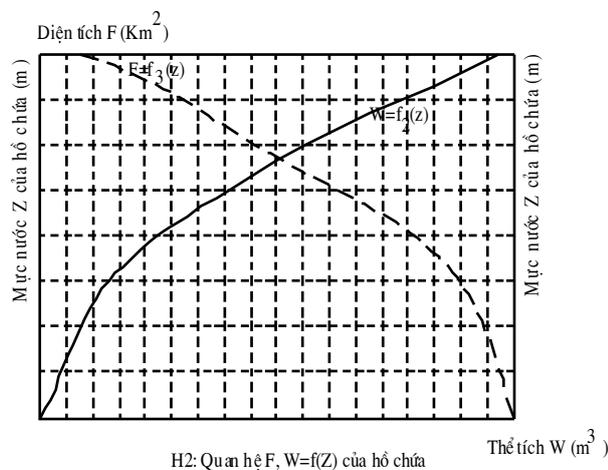
Từ phương trình cân bằng nước, với điều kiện

lưu vực đã bão hòa và không xem xét đến dòng thấm, dòng ngầm cũng như hiện tượng bốc hơi, ta có:

$$dW = Q_p dt - Q_n dt$$

$$W_t = W_0 + \int_{t_0}^t (Q_p - Q_n) dt$$

Tại thời điểm lũ đến lớn nhất, có thể xem xét  $Q_p \sim f(t)$  như là một parabol ngược (đỉnh lồi ở phía trên) để thiết lập một tương quan gần đúng (xem hình 3):



$$Q_p = at^2 + b_1t + c_1 \quad (4)$$

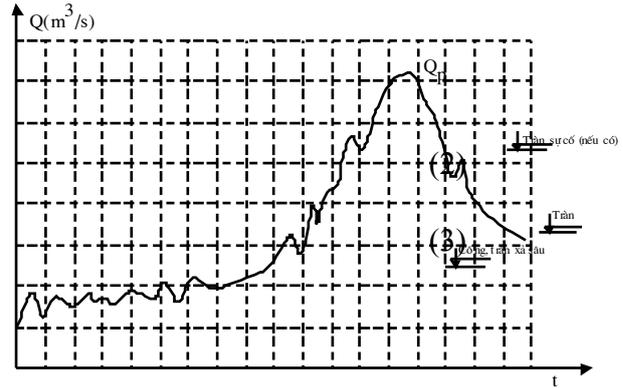
Mặt khác, từ các đường đặc tính hồ chứa, ta có:

$$W_t = f_2(a_t) \quad (5)$$

Vậy từ (3) và (6) suy ra:

$$f_2(a_t) = W_0 + \int_{t_0}^t (Q_p - Q_n) dt \quad (6)$$

Tại thời điểm đang xét (có mưa, lũ lớn cực đoạn), hồ chứa đang ở điều kiện nhiều nước hoặc đầy nước. Khi đó, có thể xem quan hệ giữa mực nước hồ với dung tích hồ ( $W \sim z$ ) và diện tích mặt hồ ( $F \sim z$ ) là các quan hệ tuyến tính (xem hình 2).



Tức là:

$$W_t = Q_{tr} t + Q_{xs} t + Q_{sc} t \quad (7)$$

Xem xét các quan hệ xả lũ:

+ Đối với tràn xả lũ:

$$Q_{tr} = m_{tr} B_{tr} \sqrt{2g} (z - z_{tr})^{3/2} \quad (8)$$

+ Cổng và tràn xả sâu:

$$Q_{xs} = Q_{xs} B_{xs} \sqrt{2g} (z - z_{xs})^{3/2} \quad (9)$$

+ Tràn sự cố (nếu có hoặc trong trường hợp cần thiết – do kết quả tính điều tiết):

$$Q_{sc} = m_{sc} B_{sc} \sqrt{2g} (z - z_{sc})^{3/2} \quad (10)$$

Tổng lưu lượng xả lũ là:

$$Q_{xt} = Q_{tr} + Q_{xs} + Q_{sc} \quad (11)$$

Trong các công thức trên:

$m, \varphi$  là hệ số lưu lượng ứng với tràn xả lũ (có xem xét đến co hẹp) và cửa xả sâu;

$t$  là thời gian;

$p, x$  là chỉ số ứng với dòng đến, dòng xả;

$sc, tr, xs$  là chỉ số ứng với công trình sự cố, tràn, công trình xả sâu

Để giải bài toán, ta chuyển sang dạng sai phân.

$$W_{t_{i+1}} = W_{t_i} + \Delta W_{t_{i+1}} \quad (12)$$

Trong đó:

$i$  là thời điểm tính thứ  $i$

$i+1$  là thời điểm tính thứ  $i+1$

Do mực nước hồ cũng là một hàm số thay đổi theo thời gian:

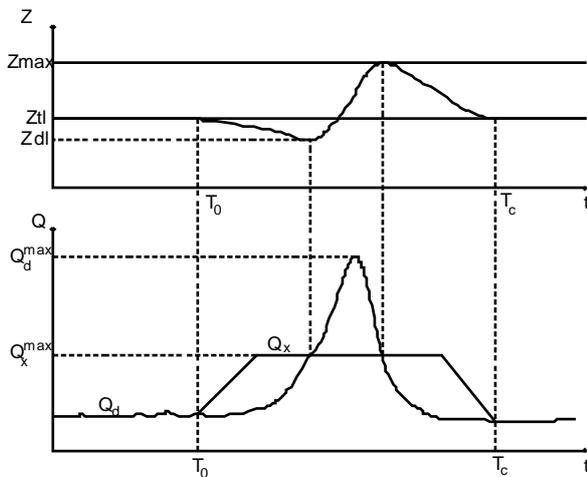
$$Z = Z(t) \quad (13)$$

Nên từ (3), (12) và (13) có thể viết thành phương trình sau:

$$\dots \quad (14)$$

Với ẩn số là  $Z$ , về phải đã biết (với cách tính thử dần) bằng cách thiết lập bảng tính, sẽ xác định được  $Z_{[i+1]}$ ,  $Q_{x[i+1]}$ ,  $Q_{p[i+1]}$ ,  $W_{[i+1]}$ ... ta sẽ xác định được thời điểm  $T_{at}$  mực nước hồ trở về MNDBT. Từ bảng tính sẽ xác định được mực nước đón lũ của hồ chứa ( $Z_x$ ), thời điểm xả lũ ( $T_0$ ), thời gian xả lũ ( $T$ ), tổng lượng xả lũ ( $W_x$ ), lưu lượng xả lũ ( $Q_x$ ) tương ứng từng thời đoạn và thời điểm mực nước hồ trở về mực nước an toàn  $T_{at}$ .

Đây chính là các thông số quyết định cho bài toán vận hành hồ.

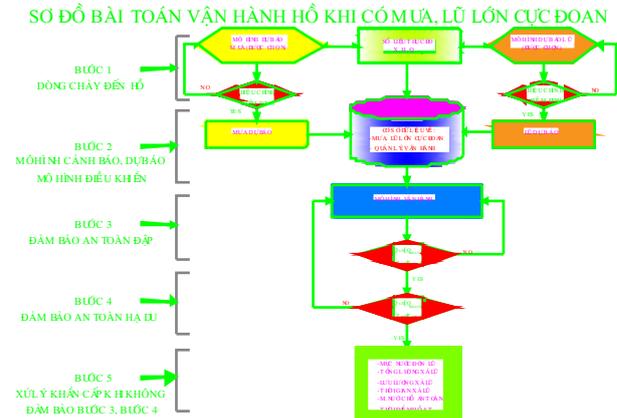


Hình 4. Các thông số quan trọng vận hành hồ chứa an toàn

Ứng các con lũ cực đoạn khác nhau hay các phương án vận hành khác nhau, sẽ xây dựng được bộ thông số bao gồm 6 tiêu chí: (6) thời điểm  $T_{at}$  mực nước hồ trở về mực nước an toàn (MNAT: thông thường là MNDBT. Tuy nhiên với hồ có kết cấu chắc chắn, các thiết bị vận hành đảm bảo thì có thể chọn MNAT là MNGC hoặc MNLKT – mực nước lũ kiểm tra).

Từ bảng tính sẽ xác định được (1) mực nước đón lũ của hồ chứa ( $Z$ ), (2) thời điểm xả lũ ( $T_0$ ), (3) thời gian xả lũ ( $T$ ), (4) tổng lượng xả ( $W_x$ ) tương ứng (5) lưu lượng xả lũ ( $Q_x$ ) từng thời đoạn.

Quá trình tính toán được thể hiện qua sơ đồ sau:



Hình 5: Sơ đồ bài toán vận hành hồ chứa khi có mưa, lũ lớn cực đoạn

### 3. KẾT QUẢ CHO MỘT SỐ TRƯỜNG HỢP CỤ THỂ VÀ THẢO LUẬN

Dưới đây, chúng tôi tính toán cho một số trường hợp xả lũ của hồ Suối Hành [3] và hồ Sông Sào.

#### 1.1. Giới thiệu về hồ suối Hành và hồ Sông Sào

Hồ Suối Hành do Công ty Khai thác công trình thủy lợi Nam Khánh Hòa quản lý vận hành từ năm 1986. Đến đợt lũ đầu tháng 12/1986 thì xảy ra sự cố vỡ đập. Năm 1989 toàn bộ công trình đầu mối đã được khắc phục xong và từ đó đến nay đã qua gần 20 năm khai thác công trình tương đối ổn định. Năm 2012, công trình đã được tái đầu tư xây dựng để nâng cấp lại các hạng mục công trình đầu mối.

Hồ Sông Sào nằm ở xã Nghĩa Lâm, huyện Nghĩa Đàn tỉnh Nghệ An đưa vào sử dụng năm 2008. Từ khi hồ chứa đi vào hoạt động đến nay, hàng năm khi mùa mưa lũ đến, hồ lại phải xả một lưu lượng lớn có khi rất lớn để đảm bảo an toàn công trình. Việc xả lũ đã gây thiệt hại rất lớn về kinh tế vùng hạ du hồ chứa làm

ảnh hưởng trực tiếp đến cuộc sống người dân vùng hạ du.

Dưới đây là các thông số chủ yếu của hồ phục vụ cho tính toán

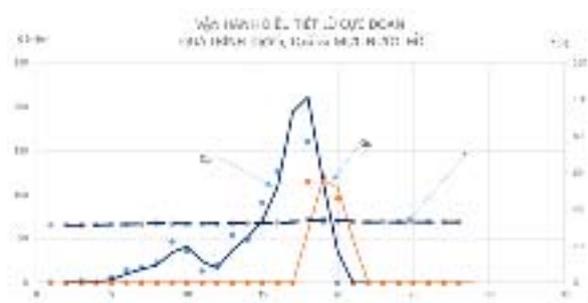
**Bảng 1: Các thông số cơ bản của hồ suối Hành và hồ sông Sào**

Suối Hành			Sông Sào		
Các thông số cơ bản của hồ mới nâng cấp, hoàn thành cuối năm 2014			Các thông số cơ bản của hồ		
Thông số	Giá trị	Ghi chú	Thông số	Giá trị	Ghi chú
MNDBT	33.5	m	MNDBT	75.7	m
MN đón lũ (dự kiến)	33.5	m	MN đón lũ (dự kiến)	75.00	m
MNGC	34.64	m	MNGC	76.66	m
MNKTr	35.98	m	MNKTr	77.10	m
Z ngưỡng tràn	29.5	m	Z ngưỡng tràn	70.70	m
Hệ số co hẹp	0.98		Hệ số co hẹp	0.98	
Hệ số lưu lượng	0.42		Hệ số lưu lượng	0.42	
B 1 khoang tràn	6	m	B 1 khoang tràn	8	m
B tràn	18	m	B tràn	24	m
Cống			Cống tính gộp		
Z ngưỡng cống	21.8	m	Z ngưỡng cống	66.2	m
B cống			$\Sigma$ B cống	5	m
H cống			H cống	2.5	
D cống	0.71	m	D cống		m
W cống	0.396	m <sup>2</sup>	W cống		m <sup>2</sup>
Z ng tràn sự cố	không có		Z ng tràn sự cố	76.77	
B tràn sự cố	không có		B tràn sự cố	68.5	

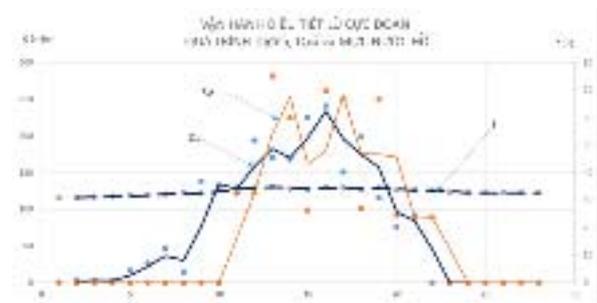
Về giá trị lũ đến được dựa vào lưu lượng thực tế (trường hợp có số liệu) hoặc tính toán với các trường hợp tần suất 0.1%, 0.2%, 0.5% .v.v.

Kết quả tính vận hành thể hiện trong bảng 2.

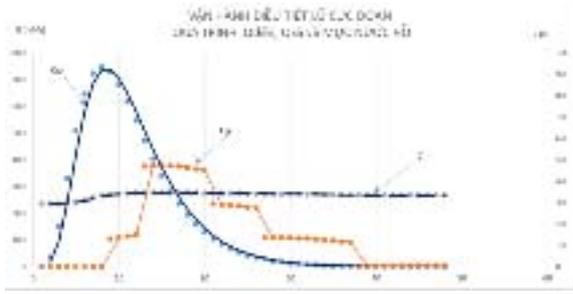
## 1.2. Kết quả tính toán



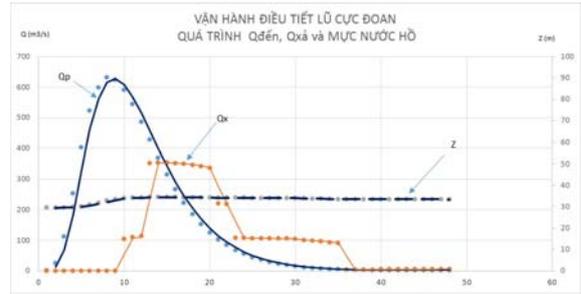
Hình 6a: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Suối Hành – Tính với Trường hợp lũ thực tế năm 2009



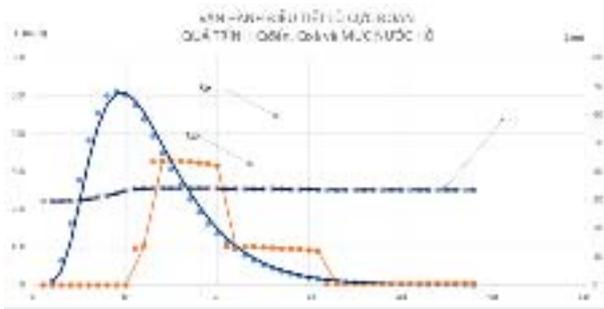
Hình 6b: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Suối Hành – Tính với Trường hợp lũ thực tế gây ngập hạ du 2010



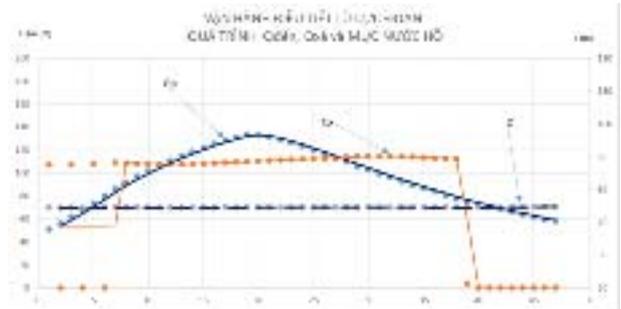
Hình 6c: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Suối Hành - Tính với Trường hợp lũ thực tế tần suất 0.6%



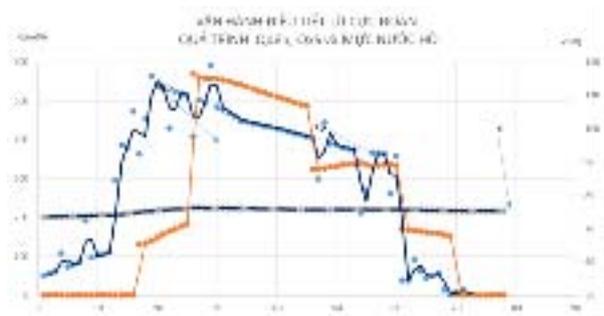
Hình 6d: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Suối Hành - Tính với Trường hợp lũ thực tế tần suất 0.5%



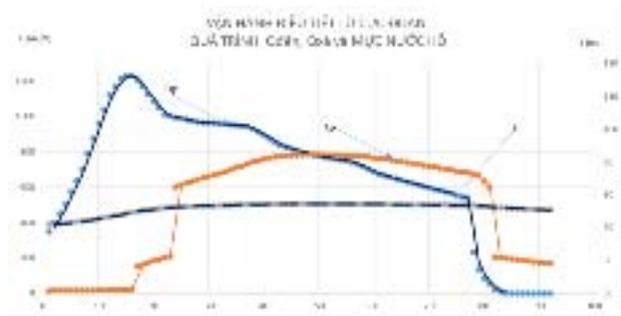
Hình 6e: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Suối Hành - Tính với Trường hợp lũ thực tế tần suất 1%



Hình 6f: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Sông Sào - Tính với Trường hợp lũ thực tế năm 1978



Hình 6g: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Sông Sào - Tính với Trường hợp lũ thực tế năm 2011



Hình 6h: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn hồ Sông Sào - Tính với Trường hợp lũ cực hạn, thu phóng từ lũ 2010

Hình 6: Vận hành điều tiết lũ cực đoạn 1 số trường hợp điển hình

**Bảng 2: Thống kê kết quả tính toán vận hành lũ cực đoạn cho một số trường hợp điển hình**

TT	Nội dung phông án xả lũ cực đoạn	Z <sub>XL</sub>	T <sub>0</sub>	T	W <sub>XL</sub>	Q <sub>Xmax</sub>	T <sub>AT</sub>	Số của van tham gia vận hành	Ghi chú
		(m)	(ngày, giờ)	(giờ)	m <sup>3</sup>	(m <sup>3</sup> /s)	(ngày, giờ)		
I	Suối Hành								
1	Trường hợp lũ điển thực tế ngày 31/10/2009 - 03/11/2009: dự kiến mức nước đón lũ là MNDBT	34.29	11/3/2009 15:00	3.5	1,188,533	120.16	11/3/2009 18:00	1	

TT	Nội dung phông án xả lũ cực đoan	Z <sub>XL</sub>	T <sub>0</sub>	T	W <sub>XL</sub>	Q <sub>Xmax</sub>	T <sub>AT</sub>	Số cửa van tham gia vận hành	Ghi chú
		(m)	(ngày, giờ)	(giờ)	m <sup>3</sup>	(m <sup>3</sup> /s)	(ngày, giờ)		
2	Trình hợp lũ đến thực tế ngày 27/10/2010 - 31/10/2010 - gây ngập lụt hồ du: điều kiện mức nước đón lũ là MNDBT	33.58	10/31/2010 0:00	12.0	7,128,055	281.68	11/4/2009 18:00	2	
3	Trình hợp lũ đến 0.2 % giờ đỉnh ngày 27/10/2021 - 28/10/2021 - Ví dụ mức: điều kiện mức nước đón lũ là MNDBT	34.01	10/27/2021 11:00	15.0	21,362,229	378.96	11/5/2009 18:00	3	
4	Trình hợp lũ đến 0.5 % giờ đỉnh ngày 27/10/2021 - 28/10/2021 - Ví dụ mức: điều kiện mức nước đón lũ là MNDBT	34.02	10/27/2021 11:30	13.0	17,565,625	354.10	11/6/2009 18:00	3	
5	Trình hợp lũ đến 1% giờ đỉnh ngày 27/10/2021 - 28/10/2021 - Ví dụ mức: điều kiện mức nước đón lũ là MNDBT	33.78	10/27/2021 12:00	10.5	13,898,809	328.09	11/7/2009 18:00	3	
II	<b>Sông Sào</b>								
1	Đốt lũ thực tế năm 1978	75.04	10/17/1978 19:00	17.0	10,917,512	136.59	11/9/2009 18:00	1	
2	Trình hợp lũ đến thực tế 24/6/2011 đến 26/6/2011	74.16	6/17/2011 23:00	29.0	30,546,853	570.15	11/10/2009 18:00	1	
3	Lũ cực hạn (PMF) thu phóng lũ 2010	72.49	10/17/2010 15:00	40.0	41,688,076	784.91	11/10/2009 18:00	3	xả qua cửa tràn số 1

### 1.3. Một số vấn đề thảo luận

Với những trận lũ có dạng đường cong tron (thường là lũ tính toán theo các tần suất) thì bài toán điều tiết đơn giản, dễ dàng, có thể tự động điều chỉnh số cửa van tham gia điều tiết cho phù hợp (xem hình 6c, 6d, 6e). Trong những trường hợp này, biểu đồ điều tiết (đường màu vàng – Qx) có dạng hình thang

Nhìn vào số đỉnh hình thang ta có thể thấy ngay số cửa van tham gia điều tiết vận hành hồ trong trận mưa, lũ lớn cực đoan (dự kiến hoặc thực tế xảy ra). Ví dụ như hình 6c, có 3 bậc thang, khi lũ về, lúc đầu 3 cửa van mở để điều tiết, vận hành, sau khi lũ giảm, mực nước trong hồ đã ổn định thì đóng bớt 1 cửa chỉ còn 2 cửa van vận hành. Khi lũ tiếp tục giảm, đóng

bớt 1 cửa van nữa, chỉ còn 1 cửa van mở vận hành. Ví dụ như hình 6e, có 2 bậc thang, khi lũ về, lúc đầu 2 cửa van mở để điều tiết, vận hành, sau khi lũ giảm, mực nước trong hồ đã ổn định thì đóng bớt 1 cửa chỉ còn 1 cửa van vận hành.

Với những trận mưa, lũ lớn cực đoan xảy ra trong thực tế thường có dạng đỉnh tam giác nhọn, lên xuống không theo quy luật. Do vậy, bài toán điều tiết vận hành nếu để tính tự động điều chỉnh thường rất phức tạp, dạng biểu đồ xả cũng biến thiên theo dạng tam giác nhọn (hình 6b – nhìn vào biểu đồ xả của hình này, không thể thấy rõ quy luật vận hành cửa van). Thực tế vận hành hồ chứa, rất khó để vận hành cửa van theo biểu đồ này.

Chính vì vậy, với các trường hợp này, phương pháp tính thử dần để tìm ra bộ thông số các tiêu chí vận hành hồ chứa: (1) mực nước đón lũ của hồ chứa ( $Z_x$ ), (2) thời điểm xả lũ ( $T_0$ ), (3) thời gian xả lũ ( $T$ ), (4) tổng lượng xả ( $W_x$ ) tương ứng (5) lưu lượng xả lũ ( $Q_x$ ) từng thời đoạn, (6) thời điểm ( $T_{at}$ ) mực nước hồ trở về mực nước an toàn (MNAT) nhằm giải quyết bài toán vận hành công trình, đảm bảo an toàn đập và hạ du trở nên có hiệu quả nhất.

Từ kết quả tính toán trên cùng với các số liệu điều tra, nghiên cứu gần 600 công trình hồ chứa thủy lợi vừa và lớn hiện nay ở Việt Nam, chúng tôi nhận thấy:

Với các hồ có hệ thống quan trắc tốt, có sẵn các dữ liệu địa hình, dữ liệu về hệ thống sông, hệ thống công trình và cơ sở hạ tầng thì có thể áp dụng mô hình toán để tính toán dự báo và đề xuất phương án vận hành hồ chứa cho các trường hợp mưa, lũ lớn cực đoan có thể xảy ra. Từ đó cơ quan quản lý có cơ sở xây dựng biểu đồ vận hành, phương án vận hành chi tiết cho các trường hợp cụ thể.

Với đa số các hồ chứa vừa và nhỏ hiện nay,

việc xây dựng hệ thống quan trắc đồng bộ với hệ thống dữ liệu địa hình, dữ liệu về hệ thống sông, hệ thống công trình và cơ sở hạ tầng là không thể thực hiện ngay trong thời gian ngắn. Phương án hiệu quả nhất với những hồ chứa này là bài toán thử dần để tìm ra bộ thông số tiêu chí vận hành hồ chứa hợp lý.

#### 4. KẾT LUẬN

Trên đây là tóm lược kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả. Phương pháp nghiên cứu này được áp dụng thử nghiệm cho một số trường hợp vận hành của 2 công trình Suối Hành và Sông Sào cho thấy hiệu quả tốt, đáp ứng tính linh hoạt, có khả năng ứng dụng thực tiễn cao. Để hoàn thiện phương pháp này, trong thời gian tới, nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu và áp dụng cho một vài trường hợp cụ thể khác.

Trong dự kiến nghiên cứu hoàn thiện phương pháp này, chúng tôi dự định sẽ tiếp cận một phương pháp bổ sung cập nhật dữ liệu mưa trên lưu vực trong trường hợp không đầy đủ hoặc thiếu nhiều số liệu quan trắc. Vấn đề này sẽ được đề cập trong thời gian tới.

#### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tiến hành trong khuôn khổ đề tài: “**Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu quả cắt lũ, đảm bảo an toàn đập và vùng hạ du hồ chứa trong điều kiện mưa, lũ lớn cực đoan**” do Phòng Thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển thực hiện. Trong quá trình thực hiện nhiệm vụ, chúng tôi đã được sự hỗ trợ của Vụ KHCN&MT – Bộ NN&PTNT, Sở NN&PTNT, Chi cục Thủy lợi Quảng Bình, Ban quản lý hồ Phú Vinh; Chi cục TL&PCLT các tỉnh Vĩnh Phúc, Quảng Ninh, Thanh Hóa, Khánh Hòa và nhiều cơ quan khác. Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn sự hợp tác và giúp đỡ của các tổ chức, cá nhân đối với Phòng TNTĐ và nhóm nghiên cứu.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1]. Báo cáo SREX Việt Nam - Báo cáo đặc biệt của Việt Nam về Quản lý rủi ro thiên tai và hiện tượng cực đoan nhằm thúc đẩy thích ứng với biến đổi khí hậu. *NXB Tài Nguyên - Môi trường và Bản đồ Việt Nam, Hà Nội, Việt Nam 2015.*
- [2]. *Lê Văn Nghị, Đặng Thị Hồng Huệ, Hoàng Đức Vinh (2012). "Mô hình đánh giá ngập lụt hạ du hệ thống hồ Cửa Đạt của Thanh Hóa, kiến nghị giải pháp giảm thiểu thiệt hại trong trường hợp hệ thống hồ có sự cố".*
- [3]. Lê Văn Nghị, Nguyễn Ngọc Nam, Bùi Thị Ngân (2015). "Lập Phương án chống lũ lụt cho hạ lưu suối Hành tỉnh Khánh Hòa".
- [4]. *Hoàng Thanh Tùng (2011). "Nghiên cứu dự báo mưa, lũ trung hạn cho vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ - ứng dụng cho lưu vực sông Cả". Luận án tiến sĩ kỹ thuật, Hà Nội năm 2011.*