

TÍNH TOÁN ĐIỀU TIẾT HỆ THỐNG HỒ CHỨA NHÀM ĐẢM BẢO AN TOÀN CHO HỒ CHỨA VÀ HẠ DU KHI CÓ SỰ CỐ VỠ ĐẬP TRÊN HỆ THỐNG SÔNG ĐÀ

Lê Văn Nghị

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

Tóm tắt: Hệ thống đê và hồ chứa trên hệ thống sông Hồng cho phép chống lũ với tần suất $p = 0,2\%$ (lũ 500 năm) với tổng dung tích phòng lũ của hệ thống hồ chứa khi phối hợp cắt lũ là 7 tỷ m^3 . Tuy nhiên trong trường hợp lũ lớn hơn lũ 500 năm, cho phép sử dụng một phần dung tích phòng lũ cho công trình để tham gia cắt giảm lũ nhằm đảm bảo an toàn hồ chứa và hạ du. Bài báo trình bày kết quả tính toán cắt giảm lũ của hệ thống hồ chứa trên sông Đà trong trường hợp xảy ra vỡ đập có sử dụng đến dung tích chống lũ cho công trình của các hồ Lai Châu, Sơn La, Hòa Bình và Bản Chát. Kết quả nghiên cứu cho thấy mực nước tại Hà Nội giảm được đến 1,85m, đảm bảo an toàn cho Hà Nội ở mực nước 13,4m và an toàn cho toàn hệ thống đê ở mực nước 13,1m đối với trường hợp vỡ đập Lai Châu.

Từ khóa: Mô hình toán, Hồ chứa bậc thang, Sông Đà, Sông Hồng, Vỡ đập.

Summary: The system of dykes and reservoirs on the Red river system (Vietnam) can prevent floods for 500 years, with a total flood control capacity of the reservoirs system up to 7 billion m^3 . In the case of floods larger than the 500-year flood, it is allowed to use part of the flood control capacity of reservoirs to participate in flood reduction for safe reservoirs and downstream areas. This paper presents the results of flood reduction calculations of the reservoir system on the Da river in the event of a dam failure using flood control capacity of Lai Chau, Son La, Hoa Binh and Ban Chat reservoirs. The results showed that the water level in Hanoi was reduced to 1.85m under the level 13.4m and maintain dyke safety with water level under 13.1m for some cases of breaking Lai Chau reservoirs.

Keywords: Numerical model, Terraced reservoirs, Da river, Red river, Dam break.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện tượng vỡ đập đã được thống kê từ rất sớm, cùng với đó là các nghiên cứu về vỡ đập bao gồm nghiên cứu trên mô hình toán, mô hình vật lý, tính toán ngập lụt hạ du [1, 3, 4, 5].

Ở Việt Nam, lũ do vỡ đập đã được nghiên cứu từ 30 năm về trước, tập trung cho các hồ chứa trên lưu vực sông Đà với kịch bản vỡ đập của 2 hồ Sơn La và Hòa Bình, bao gồm quá trình truyền sóng gián đoạn [2], ngập lụt hạ du [8, 9]. Trên đồng bằng sông Hồng - sông Thái Bình có

nhiều nghiên cứu về điều tiết hồ chứa, trong đó bao gồm cả điều tiết khi có sự cố [7, 15].

Hiện nay, hệ thống hồ chứa trên bậc thang sông Đà đã hoàn chỉnh, gồm 7 hồ chứa lớn là Lai Châu, Sơn La, Hòa Bình trên dòng chính sông Đà; Bản Chát, Huội Quảng trên nhánh Nậm Mu; Nậm Chiến 1 và Nậm Chiến 2 trên nhánh Nậm Chiến. Các hồ có khả năng điều tiết lũ với dung tích toàn bộ trên 1 tỷ m^3 là 3 hồ trên dòng chính và hồ Bản Chát (Bảng 1). Nghiên cứu về vỡ đập liên hồ cho 7 hồ chứa này đã được tính toán với các kịch bản gây rủi ro vỡ đập trên bậc thang thủy điện của lưu vực sông Đà [11]. Tính toán ngập lụt hạ du và tác động đến dòng chảy trên hệ thống sông khi có

Ngày nhận bài: 15/4/2019

Ngày thông qua phản biện: 20/5/2019

Ngày duyệt đăng: 10/6/2019

sự cô vớ đập trong trường hợp không vớ đập Hòa Bình được trình bày trong [10]. Đánh giá khả năng điều tiết của các hồ chứa lớn khi xem xét khả năng cắt giảm lũ trên đường quan hệ cao trình và thể tích hồ chứa trong các kịch bản vớ đập, chưa xem xét vận hành điều tiết cắt giảm lũ cho hệ thống đê bao gồm cả dòng chảy hạ du [6]. Các nghiên cứu trên chưa xem xét tính toán một cách hệ thống điều tiết hồ chứa trong tình huống vớ đập để đảm bảo an toàn cho hồ bậc thang phía dưới và đê ở hạ du.

Bài báo trình bày kết quả tính toán điều tiết hồ

chứa đảm bảo: (i) An toàn cho bậc thang phía dưới khi vớ đập phía trên; (ii) Giảm thiểu tác động đến dòng chảy trên hệ thống sông Hồng với mức đảm bảo an toàn cho Hà Nội và hệ thống đê theo Quy hoạch phòng chống lũ hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình được Thủ tướng chính phủ phê duyệt [16] có sử dụng đến dung tích phòng lũ cho công trình khi xảy ra lũ lớn hơn mô hình lũ 500 năm [15], cụ thể mực nước (MN) tại Hà Nội dưới 13,4m để đảm bảo an toàn cho Hà Nội và dưới 13,1m để đảm bảo an toàn cho toàn hệ thống đê sông Hồng.

Bảng 1: Thông số các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Đà

Thông số, đơn vị	Lai Châu	Sơn La	Hòa Bình	Bản Chát
1. Cấp công trình, Cấp	ĐB	ĐB	ĐB	I
2. Cao trình đỉnh, m	303	228,1	123	482
3. Mực nước dâng bình thường (MNDBT), m	295	215	117	475
4. Mực nước gia cường - lũ PMF (MNPMF), m	302,95	228,07	122,07	
5. Mực nước gia cường - lũ kiểm tra, m				479,68
6. Mực nước gia cường - lũ thiết kế (MNLTK), m	297,9	217,83	120,24	477,31
7. Mực nước chết (MNC), m	270	175	80	431
8. Mực nước trước lũ (MNTL), m	295	194,08	101	
9. Dung tích toàn bộ ứng Z đỉnh đập, $10^6 m^3$	1215	9260	9450	2137,7
10. Dung tích hữu ích V_{hi} , $10^6 m^3$	799,7	5970	5650	1702,4
11. Dung tích chết V_c , $10^6 m^3$	415,4	2756,4	3800	435,3
12. Dung tích phòng lũ, $10^6 m^3$	0	4000	5600	
13. Dung tích gia cường với $P_{TK_{0,01\%}}$, $10^6 m^3$	0	634	1042	
14. Dung tích gia cường với $P_{KT PMF}$, $10^6 m^3$	0	3220	1042	

2. CÁC TRƯỜNG HỢP VÀ PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN

2.1. Các trường hợp tính toán

Nghiên cứu 8 nhóm kịch bản (KB) vớ đập với 42 kịch bản, bao gồm cả KB vớ đập Hòa Bình, đã được tính toán [11, 12] cho thấy, có 20 kịch bản không gây vớ đập Sơn La và Hòa

Bình, trong đó có 14 kịch bản thể hiện ở Bảng 2 & 3 là các trường hợp vớ hồ trên nhưng không vớ đập Hòa Bình. Bảng 2 thể hiện MN hồ lớn nhất (MNLN) và MN tại Hà Nội và Sơn Tây. Bảng 3 là lưu lượng (Q) lớn nhất xả qua hồ và tại Hà Nội, Sơn Tây, với trường hợp không mở cống Vân Cốc và đập Đáy.

Bảng 2: MNLN tại các hồ và hạ du khi vớ đập các KB không vớ đập Hòa Bình

Mô tả kích bản		Kích bản	Mức nước tại các hồ				Mức nước	
Nhóm KB vỡ đập	MN các hồ		Lai Châu	Sơn La	Hòa Bình	Bản Chát	Sơn Tây	Hà Nội
Nhóm KB1: Vỡ các hồ thượng lưu Lai Châu, với tổng $V = 2,5 \text{ tỷ m}^3$	MNTL	KB1.0	299,23	200,27	107,60	475,34	15,73	12,31
	MNDBT	KB1.1	299,23	216,54	117,44	475,34	16,20	12,78
	MNLTK	KB1.2	301,05	217,97	119,68	475,34	16,51	13,08
Nhóm KB2: Vỡ hồ Lai Châu	MNTL	KB2.0	305,04	204,86	110,14	475,34	15,88	12,49
	MNDBT	KB2.1	305,04	221,53	121,10	475,34	18,01	14,57
	MNLTK	KB2.2	305,01	222,10	122,53	475,34	18,37	14,96
Nhóm KB3: Vỡ hồ Bản Chát	MNTL	KB3.0	295,57	209,65	113,24	483,50	16,38	13,00
	MNDBT	KB3.1	295,57	223,00	121,68	483,50	18,02	14,62
	MNLTK	KB3.2	298,02	223,79	123,15	483,50	18,57	15,17
Nhóm KB4: Vỡ hồ Huội Quảng	MNLTK	KB4.2	298,07	217,88	119,55	475,34	16,64	13,21
Nhóm KB5: Vỡ hồ Nậm Chiến	MNLTK	KB5.2	298,07	217,65	119,63	475,34	16,51	13,10
Nhóm KB7: Vỡ đồng thời các hồ trên nhánh Nậm Mu, Nậm chiến và Lai Châu	MNTL	KB7.0	305,05	215,60	116,01	483,50	16,73	13,37
	MNDBT	KB7.1	305,05	228,06	123,87	483,50	18,79	15,49

Bảng 3: Q xả lớn nhất tại các hồ và hạ du khi vỡ đập các KB không vỡ đập Hòa Bình (m^3/s)

Kịch bản	Lai Châu	Sơn La	Hòa Bình	Bản Chát	Sơn Tây	Hà Nội
KB1.0	29600	19682	20261	2176	29189	18372
KB1.1	29600	23333	23408	2176	31717	19925
KB1.2	30533	31252	26100	2176	33467	20988
KB2.0	78679	21728	21921	2176	29801	18807
KB2.1	78683	35484	34113	2176	41858	26395
KB2.2	79607	35871	36296	2176	44268	28021
KB3.0	16610	26018	24202	68048	32223	20376
KB3.1	16610	36485	34496	67149	41637	26339
KB3.2	19532	37023	37641	67015	45287	29163
KB4.2	17333	23771	25384	2177	34099	21369

Kịch bản	Lai Châu	Sơn La	Hòa Bình	Bản Chát	Sơn Tây	Hà Nội
KB5.2	17333	22760	25813	2177	33173	20884
KB7.0	78496	31008	26454	66832	33940	21496

- Với nhóm KB1 khi vỡ các hồ thuộc lãnh thổ Trung Quốc, thượng lưu hồ Lai Châu; nhóm KB4 và KB5, KB2.0 và KB3.0 thì MNLN tại các hồ không vượt quá MNLKT và tại Hà Nội MN chỉ đạt 13,08m nhỏ hơn 13,10m, MN an toàn cho hệ thống đê [15], Riêng KB4.2 thì MN là 13,21m, trường hợp này vận hành hồ Sơn La hoặc Hòa Bình là đảm bảo đưa được MN Hà Nội về dưới 13,10m.

Với KB2 khi có vỡ đập hồ Lai Châu, KB3 vỡ hồ Bản Chát và Nhóm KB7 vỡ đồng thời nhiều hồ từ MNDBT trở lên sẽ gây nguy hiểm cho đập Hòa Bình khi MNLN vượt cao trình đỉnh đập. Tuy nhiên, với cột nước tràn đỉnh nhỏ, chưa gây vỡ theo điều kiện giả thiết. MN tại Hà Nội lên đến 15,49m, nhưng các hồ lớn phía trên chưa đạt đến MN cao nhất cho phép. Trong trường hợp này, cần điều tiết để giảm nguy cơ rủi ro cho hồ Hòa Bình và giảm MN ở hạ du, cụ thể:

+ Với KB2.2 và KB3.2, khi vỡ hồ Lai Châu hoặc Bản Chát các hồ khác ở MNLTK, hồ Hòa Bình có MN lần lượt là 122,53m (vượt MNLKT) 123,15m (vượt đỉnh đập) trong khi MN hồ Sơn La là 222,10m và 223,79m thấp hơn MNPMF 4,0m, do đó có thể tích nước hồ Sơn La, hồ Bản Chát hoặc Lai Châu để giảm lũ cho hồ Hòa Bình và hạ du.

+ Với KB2.1 và KB3.1, khi vỡ hồ Lai Châu hoặc Bản Chát các hồ khác ở MNDBT, hồ Hòa Bình có MN 121,68m (lớn hơn MNLTK 120,24m), với lưu lượng xả đến 34.500m³/s, MN tại Hà Nội là 14,62m và MN hồ Sơn La là 223m. Trong trường hợp này, nước đã tràn qua đê Hà Nội, hệ thống đê đồng bằng Bắc Bộ bị uy hiếp, do đó vận hành hồ để giảm lũ cho hạ du.

+ Với KB7.0 khi vỡ đồng thời các hồ ở MNLT, MN ở Hà Nội là 13,37m, nhỏ hơn mức đảm bảo an toàn cho Hà Nội, nhưng không đảm bảo an toàn cho toàn hệ thống đê, nhưng MN hồ Sơn La mới ở 215,60m nên cần điều tiết để đảm bảo an toàn cả hệ thống đê.

2.2. Phương pháp, điều kiện tính toán

Để tính toán điều tiết các hồ chứa, sử dụng mô hình toán vỡ đập cho hệ thống sông được xây dựng trong [10, 11, 12] bằng phần mềm MIKE FLOOD, sử dụng module Dambreak tính vỡ đập, module Control structures tính toán điều tiết, thay đổi điều kiện ràng buộc về lưu lượng xả với các MN hồ để đẩy đưa mực nước hồ cần điều tiết đến điểm đã định [14].

Về điều kiện tính toán, lũ trên sông Đà là mô hình lũ có chu kỳ lặp lại 500 năm, ở hạ du là lũ thực tế 1996. Trên nhánh sông Thao là dòng chảy tự nhiên, trên nhánh sông Lô - Gâm, hồ Thác Bà và Tuyên Quang được duy trì ở MNLTK. Các kết quả trình bày ở đây là trường hợp không phân lũ vào sông Đáy qua cống Vân Cốc và tràn Hát Môn.

Điều kiện khống chế MN: tại các hồ không có sự cố nhỏ hơn MNLTK cao nhất; tại Hà Nội 13,4m để đảm bảo an toàn cho Hà Nội, và dưới 13,1m để đảm bảo an toàn cho hệ thống đê [16]. Cao trình đỉnh đê tại Hà Nội là 14,30m và tại Sơn Tây là 18,10m. Giả định nguyên nhân vỡ đập là do tràn đỉnh.

3. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN

Qua tính toán điều tiết các hồ chứa không bị sự cố tham gia cắt lũ có sử dụng đến dung tích phòng lũ cho công trình nhận được kết quả như Bảng 4 và các Hình 1 đến Hình 4.

Bảng 4: Kết quả tính toán điều tiết nhằm an

toàn cho hồ Hòa Bình và giảm lũ hạ du

Kịch bản /Vị trí	Vận hành điều tiết		Thay đổi giảm (+)/Tăng(-)	
	H	Q	H	Q
	(m)	(m ³ /s)	(m)	(m ³ /s)
KB2.1				
Lai Châu	305,04	78683	0	0
Sơn La	223,80	22213	-2,27	13270
Hòa Bình	117,98	25726	3,13	8388
Bản Chát	475,34	2176	0,00	0
Sơn Tây	16,82	34723	1,18	7135
Hà Nội	13,44	21891	1,13	4504
KB2.2				
Lai Châu	305,01	79608	0	0
Sơn La	225,34	21875	-3,24	13995
Hòa Bình	121,30	25526	1,23	10771
Bản Chát	475,46	2150	-0,12	26
Sơn Tây	16,71	34241	1,66	10027
Hà Nội	13,31	21552	1,65	6469
KB3.1				
Lai Châu	295,74	16687	-0,17	-77
Sơn La	225,22	29739	-2,22	6746
Hòa Bình	121,64	27176	0,03	7320
Bản Chát	483,50	68375	0	-1226
Sơn Tây	16,80	34621	1,23	7016
Hà Nội	13,42	21802	1,20	4537
KB3.2				
Lai Châu	298,02	19532	0	0
Sơn La	227,67	29396	-3,87	7628
Hòa Bình	122,01	31269	1,14	6372
Bản Chát	483,50	67015	0,00	0
Sơn Tây	17,74	39406	0,83	5881
Hà Nội	14,40	25073	0,77	4090
KB7.0				

Kịch bản /Vị trí	Vận hành điều tiết		Thay đổi giảm (+)/Tăng(-)	
	H	Q	H	Q
	(m)	(m ³ /s)	(m)	(m ³ /s)
Lai Châu	305,05	78496	0	0
Sơn La	217,04	26946	-1,44	4062
Hòa Bình	116,32	25039	-0,32	1416
Bản Chát	483,50	66796	0	35
Sơn Tây	16,37	32156	0,35	1784
Hà Nội	13,00	20340	0,36	1156

Kết quả tính toán điều tiết cho thấy:

- Với KB2.1 vỡ đập Lai Châu các hồ đang ở MNDBT, khi tăng MN hồ Sơn La thêm 2,27m lên cao trình 223,8m thấp hơn MNPMF (228,07) là 4,2 m, đã đưa MN hồ Hòa Bình từ 121,1m về dưới MNDBT là 117,98m và MN Hà Nội từ 14,57m (vượt cao trình đỉnh đê) về 13,44m xấp xỉ MN đảm bảo an toàn cho Hà Nội. Nếu đưa MN Hòa Bình lên 120m, thì MN Hà Nội xuống 12,88m.

- Với KB2.2 vỡ đập Lai Châu các hồ đang ở MNLTK, khi tăng MN hồ Sơn La thêm 3,24m lên cao trình 225,34m thấp hơn MNPMF (228,07) là 2,73 m, đã đưa MN hồ Hòa Bình từ 122,53m (thấp hơn đỉnh đập 0,50m) về MN 121,30m giảm 1,26m và MN Hà Nội giảm 1,65m từ 14,49m (vượt cao trình đỉnh đê) về 13,31m xấp xỉ MN đảm bảo an toàn cho Hà Nội. Nếu cùng giữ MN hồ Sơn La và Hòa Bình lần lượt ở 225,35m và 121,01m, tích nước hồ Bản Chát lên cao trình 476,90m thì MN Hà Nội giảm xuống 13,13m.

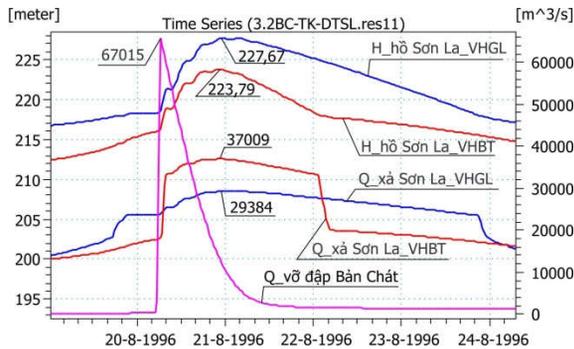
- Với KB3.1 vỡ đập Bản Chát khi các hồ đang ở MNDBT, tăng MN hồ Sơn La thêm 2,22m lên cao trình 225,22m thấp hơn MNPMF 2,85m, giữ nguyên MN hồ Hòa Bình ở 121,64m sẽ giảm MN tại Hà Nội 1,2m từ MN tràn đê về MN 13,42m, đảm bảo an toàn cho Hà Nội.

- Với KB3.2 vỡ đập Bản Chát khi các hồ đang ở MNLTK, tăng MN hồ Sơn La thêm 3,87m

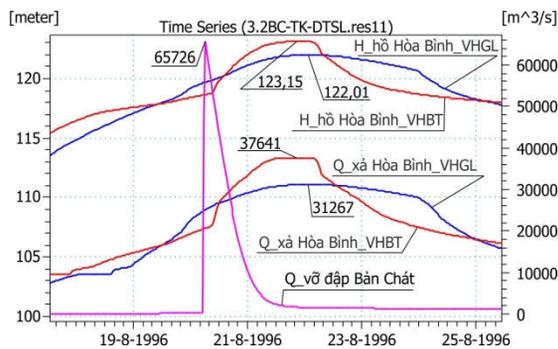
lên cao trình 227,67m thấp hơn MNLTk ứng với lũ PMF, đã đưa MN hồ Hòa Bình từ 123,15m (trần đỉnh 0,15m) về gần bằng MNLTk là 122,01m, giảm 1,14m và MN Hà Nội giảm 0,77m từ 15,17m (vượt cao trình đỉnh đê 0,87) về 14,40m xấp xỉ đỉnh đê.

- Với KB7.0 vỡ đồng thời đập Bản Chát, Lai Châu và Nậm Chiến khi các hồ đang ở MNTL, tăng MN hồ Sơn La thêm 1,44m lên cao trình 217,04m thấp hơn MNLTk và hồ Hòa Bình lên MN 116,32 (tăng 0,32m), MN Hà Nội giảm 0,36m từ 13,37m về 13,01m.

- Với các KB tính toán điều tiết MN Sơn Tây lớn nhất là 17,74m dưới đỉnh đê 0,36m ở KB3.2, còn với các KB khác chỉ lên đến cao trình 16,80m dưới đỉnh đê 1,3m. Khi điều tiết, MN tại Hà Nội và Sơn Tây giảm từ 0,65 ÷ 2,8m và Q tại Hà Nội giảm lớn nhất 4.500m³/s, tại Sơn Tây giảm từ 6.000 ÷ 10.000m³/s.

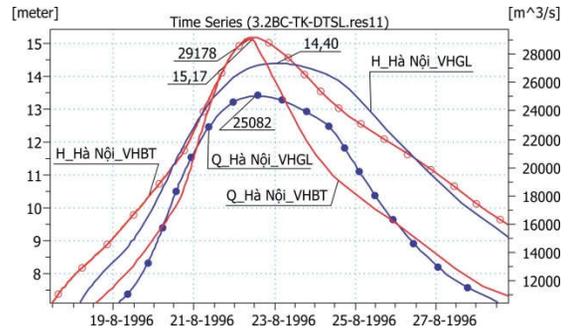


Hình 1: Mức nước (H) và lưu lượng (Q) tại Sơn La khi điều tiết đảm bảo an toàn hồ - giảm lũ hạ du (VHGL) và vận hành bình thường (VHBT) KB 3.2

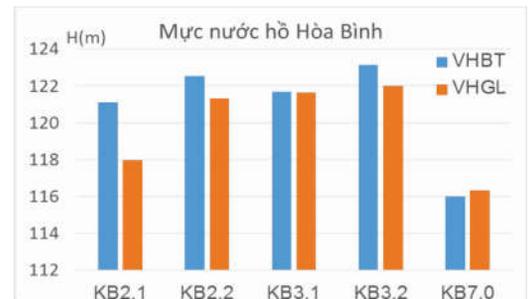
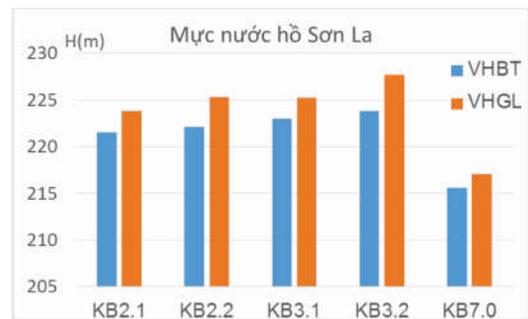


Hình 2: Mức nước (H) và lưu lượng (Q) tại Hòa Bình khi điều tiết đảm bảo an toàn hồ -

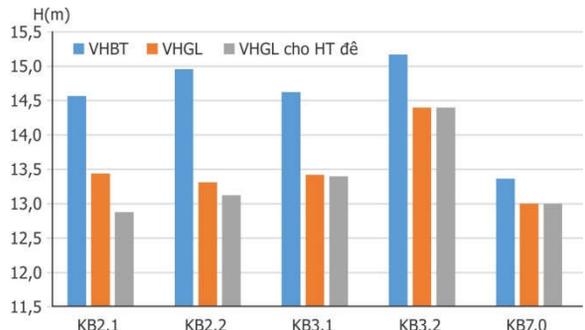
giảm lũ hạ du (VHGL) và vận hành bình thường (VHBT) KB 3.2



Hình 3: Mức nước (H) và lưu lượng (Q) tại Hà Nội khi điều tiết đảm bảo an toàn hồ - giảm lũ hạ du (VHGL) và vận hành bình thường (VHBT) KB3.2



Hình 4: Mức nước hồ Hòa Bình và Sơn La khi điều tiết đảm bảo an toàn hồ - giảm lũ hạ du (VHGL) và vận hành bình thường (VHBT)



Hình 5: Mức nước tại Hà Nội khi điều tiết đảm bảo an toàn cho Hà Nội (VHGL) - vận

hành bình thường (VHBT) và vận hành an toàn cho hệ thống đê (VHGL cho HT đê)

4. KẾT LUẬN

Qua tính toán vận hành điều tiết hồ, khi xảy ra sự cố vỡ đập trên hệ thống bậc thang sông Đà, với các kịch bản không gây vỡ đập Sơn La và Hòa Bình đã xác định được khi sử dụng một phân dung tích chống lũ cho công trình của hồ Sơn La và các hồ không bị vỡ để vận hành điều tiết theo hướng đưa MN các hồ tăng lên nhưng nhỏ hơn MNLN đã tăng khả năng an toàn cho đập Hòa Bình và giảm lũ cho hạ du.

- Với các KB vỡ đập Lai Châu việc điều tiết cắt giảm lũ của hồ Sơn La, Bản Chát nếu thực hiện sẽ đảm bảo an toàn cho hồ Hòa Bình và toàn hệ thống đê sông Hồng, mực nước Hà Nội được điều tiết về cao độ 13,10m hoặc về

mực nước trên báo động III 1,50m;

- Với KB vỡ đập Bản Chát thì việc điều tiết hệ thống hồ chứa chỉ đưa được MN tại Hà Nội (trạm Long Biên) về cao trình 14,4m nhằm đảm bảo an toàn cho Hà Nội, đồng thời cũng đảm bảo an toàn cho hồ Hòa Bình;

- Với nhóm KB vỡ đồng thời các hồ phía trên Sơn La và Hòa Bình thì chỉ khi MN thấp hơn MNTL của 2 hồ này mới điều tiết để giảm lũ Hà Nội về dưới mức 13,10m để đảm bảo an toàn cho toàn hệ thống đê. Nếu MN từ MNDBT trở lên thì việc điều tiết của hồ Sơn La tối đa không đảm bảo an toàn cho hồ Hòa Bình;

- Khi điều tiết, MN tại Hà Nội và Sơn Tây giảm $0,65 \div 2,8\text{m}$; Lưu lượng tại Hà Nội giảm lớn nhất $4.500\text{m}^3/\text{s}$, tại Sơn Tây giảm $6.000 \div 10.000\text{m}^3/\text{s}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Chen H.Y. Xu W.L., Deng J. 3., Xue Y.4, and Li J. (2013), Experimental investigation of pressure load exerted on the downstream dam by dam-break flow, Journal of Hydraulic Engineering, posted ahead of print February 6.
- [2] Lê Trần Chương, Lê Văn Thuận, Vũ Anh Khoa (2001), “Dam Breach Flood Wave Simulation in Reservoir Cascade of Lai Chau - Son La - Hoa Binh”. Proceedings. International Symposium on Achievements of IHP-V in Hydrological Research, Hanoi.
- [3] Stefania EVANGELISTA, Mustafa S. ALTINAKAR, Cristiana DI CRISTO, and Angelo LEOPARDI (2013), Simulation of dam-break waves on movable beds using a multi-stage centered scheme, International Journal of Sediment Research 28, p.269-284.
- [4] Jan Vigyan Bhawan (1997), Dambreak study of Barna dam, National Institute of Hydrology, India.
- [5] Y. ZECH (2007), Dam-break flow experiments and real-case data. A database from the European IMPACT research, Journal of Hydraulic Research Vol. 45 Extra Issue, pp. 5–7 © 2007 International Association of Hydraulic Engineering and Research.
- [6] Nguyễn Đức Diện (2018), Đánh giá khả năng điều tiết của các hồ chứa lớn trên hệ thống bậc thang sông Đà khi xảy ra sự cố vỡ đập đối với các bậc thang phía trên, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, số 48, Hà Nội.
- [7] Hà Văn Khôi (2012), Đánh giá khả năng điều tiết, những thuận lợi, khó khăn trong việc vận hành hệ thống hồ chứa cắt lũ và phương án ứng phó khi xảy ra tình huống khẩn cấp ở hạ du, báo cáo hội thảo đóng góp ý kiến cho công tác phòng chống lũ lớn trên hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình, Hà Nội.
- [8] Nguyễn Văn Hạnh, Nguyễn Đức Diện (2003), Nghiên cứu lũ và lũ do vỡ đập trong hệ thống sông Hồng - sông Thái Bình, Hợp phần thuộc dự án DANIDA, Hà Nội, Việt Nam.
- [9] Trần Đình Hợi, Trần Quốc Thương, Lê Văn Nghị (2004), Nghiên cứu bài toán mô hình thủy lực vỡ đập công trình thủy điện Sơn La phục vụ thiết kế và vận hành an toàn công trình, Đề tài cấp Bộ, Hà Nội.
- [10] Lê Văn Nghị (2019), Dòng chảy và ngập lụt trên đồng bằng sông Hồng trong tình huống

vỡ đập trên bậc thang sông Đà. Trường hợp không gây vỡ đập Hòa Bình, tạp chí Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, số tháng 6/2019.

- [11] Lê Văn Nghị (2019), Đánh giá rủi ro cho hệ thống hồ chứa bậc thang trên sông Đà khi có sự cố vỡ đập, Tạp chí Khí tượng và thủy văn, số tháng 4/2019, Hà Nội.
- [12] Lê Văn Nghị và nnk (2015) “Nghiên cứu đánh giá rủi ro đối với thượng hạ du khi xảy ra sự cố các đập trên hệ thống bậc thang thủy điện sông Đà”, Báo cáo kết quả đề tài KC08.22/11-15, Hà Nội.
- [13] Trần Thục (2003), Tính toán thủy lực trong trường hợp giả sử vỡ đập Hoà Bình và Sơn La, Tạp chí Khí tượng thủy văn 2(506)/2003, trang 29-35, Hà Nội.
- [14] DHI (2009), Reference Manual, MIKE Zero. Reference Manual;
- [15] Chính phủ, 2011,, Nghị định 04/2011/NĐ-CP, ngày 14 tháng 01 năm 2011 về việc thực hiện bãi bỏ việc sử dụng các khu phân lũ, làm chậm lũ thuộc hệ thống sông Hồng.
- [16] Thủ tướng Chính phủ, 2016, Quyết định số 257/QĐ-TTg “Phê duyệt Quy hoạch phòng chống lũ và quy hoạch đề điều hệ thống sông Hồng, sông Thái Bình” , ngày 18/02/2016.
- [17] Thủ tướng Chính phủ, 2015, “Quy trình vận hành trên hệ thống sông Hồng” Ban hành theo Quyết định 1622/QĐ-TTg ngày 17/9/2015.