

Mô phỏng vận hành liên hồ chứa sông Ba mùa lũ bằng mô hình HEC-RESSIM

Nguyễn Hữu Khải^{1,*}, Lê Thị Huệ²

¹*Khoa Khí tượng Thủy văn và Hải dương học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam*

²*Đài KTTV khu vực Đồng bằng Bắc bộ*

Nhận ngày 4 tháng 10 năm 2011

Tóm tắt. Với điều kiện mưa lũ và địa hình lưu vực sông Ba, các hồ chứa có vai trò quan trọng trong phòng chống lũ. Tuy nhiên các hồ chứa này hầu hết là hồ chứa thủy điện, không có dung tích phòng lũ riêng. Để nâng cao hiệu quả hoạt động của chúng cần thực hiện một quy trình vận hành liên hồ hợp lý. Báo cáo này trình bày việc lựa chọn quy tắc và kết quả áp dụng mô hình HEC-RESSIM trong vận hành liên hồ chứa sông Ba nhằm tạo dung tích đón lũ và xác định ngưỡng cắt giảm đỉnh lũ, đảm bảo xả lũ an toàn cho hạ du và bản thân các hồ chứa, đồng thời hạn chế tổn thất diện năng.

1. Mở đầu

Trong khoảng 50 năm qua, ngoài 2 trận lũ lịch sử xảy ra vào năm 1938 và 1964, các trận lũ lớn xảy ra vào các năm 1981, 1986, 1988, 1992, 1998, đặc biệt là trận lũ X/1993 và gần đây là trận lũ năm 2009 đã gây ra ngập lụt nghiêm trọng ở đồng bằng hạ lưu sông Ba, bao gồm cả thành phố Tuy Hoà.

Xây dựng các hành lang thoát lũ kết hợp công trình điều tiết lũ (hồ chứa) thượng lưu là biện pháp chống lũ cơ bản đối với vùng hạ lưu sông Ba. Trên lưu vực sông Ba đã xây dựng nhiều hồ chứa, trong đó có 5 hồ lớn đã và đang hoạt động, đó là: Sông Ba hạ, Sông Hinh, Ayun

hạ, Krong Hnăng và An Khê-Kanak. Tuy nhiên trong thời gian vừa qua các hồ hoạt động phần nhiều mang tính độc lập, nên hiệu quả cắt lũ không cao, như trong đợt lũ cuối năm 2009.

Như vậy, có thể thấy rằng cần có một quy trình liên hồ, kế thừa các quy trình đơn hồ hiện có, đồng thời có sự liên kết giữa các hồ trong quá trình xả lũ. Tuy nhiên cũng cần lưu ý là các hồ chứa có dung tích không lớn so với tổng lượng lũ, khả năng cắt lũ hạn chế. Do vậy quy trình vận hành phải bảo đảm việc xả lũ an toàn cho hạ du cũng như bản thân các hồ chứa.

Do biến động ngẫu nhiên của các hiện tượng khí tượng thủy văn và trong điều kiện hiện nay trên lưu vực sông Ba, chưa thể thực hiện điều hành thời gian thực do hệ thống quan trắc và thông tin hạn chế. Vì vậy về kỹ thuật sẽ

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-904640848
E-mail: khainh@vnu.edu.vn

dựa trên các kịch bản tổ hợp dòng vào lũ thực tế và lũ thiết kế để tiến hành xây dựng các quy tắc vận hành [1].

Trong nghiên cứu này phương pháp mô phỏng được áp dụng để xây dựng quy trình mùa lũ, vì đây là phương pháp thông dụng [2] và đã được ứng dụng có hiệu quả ở nhiều nơi trên thế giới cũng như ở Việt Nam

2. Mô phỏng vận hành liên hồ chứa sông Ba

2.1. Xác định quy tắc vận hành cắt lũ

Từ các phân tích về yêu cầu phòng chống lũ đối với sông Ba, nguyên tắc vận hành hệ thống các hồ chứa trên sông Ba như sau:

- Ưu tiên hồ Ayun hạ làm nhiệm vụ giảm lũ cho vùng Ayn Pa, hồ Kanak giảm lũ cho thị xã An Khê đồng thời hỗ trợ hồ Ayun hạ giảm lũ cho vùng Ayn Pa. Cụm hai hồ này hoạt động điều tiết giảm lũ gần như độc lập với các hồ Krông H'nh, sông Ba Hạ, sông Hinh ở phía dưới.

- Ưu tiên số một hồ Sông Ba Hạ giảm lũ cho thành phố Tuy Hoà, hồ sông Hinh và hồ Krông H'nh hỗ trợ cắt giảm lũ tối đa cho hạ du. Hồ Sông Ba Hạ phải được dành dung tích giảm lũ càng nhiều càng tốt.

Việc điều hành hệ thống hồ sông Ba có hai giai đoạn quan trọng đó là:

1. Xả nước dành dung tích đón lũ.
2. Điều tiết cắt lũ, vì dung tích cắt lũ nhỏ nên chủ yếu cắt đỉnh lũ.

(1) Xả nước đón lũ

Các hồ chứa không có dung tích phòng lũ riêng, do đó phải tạo ra dung tích phòng lũ trước mỗi cơn lũ bằng cách xả trước, hạ thấp mực nước để đón lũ. Cần xác định thời điểm xả

nước hồ để đón lũ và mực nước thấp nhất có thể xả để đón lũ là bao nhiêu. Chọn thời điểm xả nước làm sao đừng quá muộn để dành dung tích được lớn nhất. Tuy nhiên, nếu xả quá sớm sẽ gặp rủi ro cao do không tích đầy nước trở lại khi dự báo lũ về hồ không chính xác. Cường suất lũ xả không quá lớn và không được gây lũ nhân tạo ở hạ du.

- Mực nước đón lũ hạ thấp nhất

Nói chung các hồ có thể hạ mực nước xuống trong vùng II (vùng phát công suất bảo đảm) [3-6] trong thời gian ngắn (khoảng 1-2 ngày) mà không ảnh hưởng nhiều đến sản lượng điện. Như vậy, mực nước hạ thấp nhất có thể của các hồ để đón lũ được như trong bảng 1.

Bảng 1. Mực nước đón lũ cho phép

Hồ	Sông Ba Hạ	Sông Hinh	Krông H'nh	Kanak	Ayun hạ
Mực nước hồ (m)	103	206	252,5	513	203
Dung tích cắt lũ (triệu m ³)	93,3	111,3	30,5	32,1	33,0

Bảng 2. Ngưỡng bắt đầu xả nước đón lũ (m³/s)

Kanak	Ayn hạ	Krông H'nh	Sông Hinh	Sông Ba hạ
100-150	120-150	150-200	400-500	800-1000

- Thời điểm xả nước đón lũ

Thời điểm xả nước đón lũ được xác định sao cho tránh được rủi ro không tích trở lại đầy hồ khi dự báo không chính xác và phải xả để dành được dung tích cắt giảm lũ lớn nhất có thể.

Thông thường giá trị này nằm trong khoảng lưu lượng tháng lớn nhất trung bình nhiều năm cho đến lưu lượng tháng lớn nhất trong mùa lũ

tại tuyến công trình. Như vậy ngưỡng bắt đầu xả nước đón lũ tại các hồ được chọn như bảng 2.

Tuy nhiên với các hồ sông Hinh và Krong H' năng lũ lên khá nhanh, thường từ ngưỡng trong bảng trên đến đỉnh chỉ khoảng 24 h. Do vậy nên dựa vào dự báo lũ để xả nước đón lũ trước 48h. 24h sau sẽ điều chỉnh lại, nếu lưu lượng vượt ngưỡng trong bảng 2 thì tiếp tục xả để đưa về mực nước trước lũ đã quy định, nếu không sẽ đóng cửa xả để tích nước, đưa trở lại MNDBT.

(2). Điều tiết cắt lũ

Dung tích phòng lũ có được do việc hạ thấp mực nước trước lũ không nhiều, do đó, chỉ dành dung tích này cắt đỉnh lũ đến các hồ nhằm hạ thấp mực nước cho hạ du. Tức là chỉ cắt lũ khi lưu lượng đến hồ đã đến một ngưỡng nào đó, dung tích phòng lũ được giữ nguyên trong thời gian này. Trong quá trình điều chỉnh quy tắc vận hành chỉ thay đổi ở 3 hồ sông Ba hạ, sông Hinh và Krong H' năng, còn các hồ khác do tính độc lập tương đối của nó đối với hạ lưu, nên giữ ở mức bằng lưu lượng qua nhà máy thủy điện (NMĐT), tích nước đến MNDBT và xả lũ để duy trì mực nước này.

Như vậy, quy tắc vận hành liên hồ chứa mùa lũ được thực hiện theo các bước như sau:

(1). Căn cứ vào dự báo lũ để đưa mực nước trước lũ về giá trị cho phép đã lựa chọn trong vòng 24h Riêng hồ Sông Hinh và Krong H' năng xả trước 48h và được điều chỉnh sau đó 24h.

(2). Khi lũ lên thì xả bằng lưu lượng đến, giữ hồ ở mực nước đón lũ (MNĐL). Căn cứ vào dự báo thủy văn xác định một giá trị đỉnh lũ, và nếu lưu lượng đến bằng một lưu lượng Qcắt lũ (nhỏ hơn đỉnh lũ) thì chuyển sang điều tiết cắt lũ.

(3). Cắt lũ bằng cách xả một lưu lượng bằng lưu lượng xả cuối cùng của bước (2). Tích nước đến mực nước dâng bình thường (MNDBT).

(4). Khi mực nước trong hồ bằng MNDBT thì tiếp tục xả lũ bằng lưu lượng đến và mở hết các cửa xả để giữ mực nước hồ ở MNDBT.

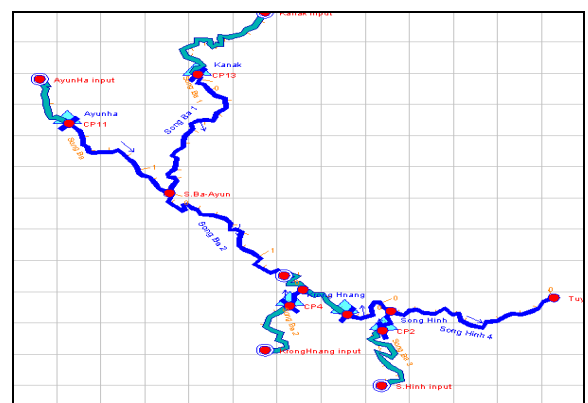
(5). Khi đã mở hết cửa xả mà lũ vẫn lên thì vận hành an toàn hồ, sử dụng dung tích ở phần trên và báo cáo cơ quan có trách nhiệm.

2.2. Mô phỏng vận hành hệ thống liên hồ

Trong nghiên cứu này, sử dụng mô hình HEC-RESSIM để giải bài toán vận hành hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Ba (hình 1). HEC-RESSIM được Trung tâm Thủy văn công trình Hoa kỳ phát triển lên từ mô hình HEC-5 [7].

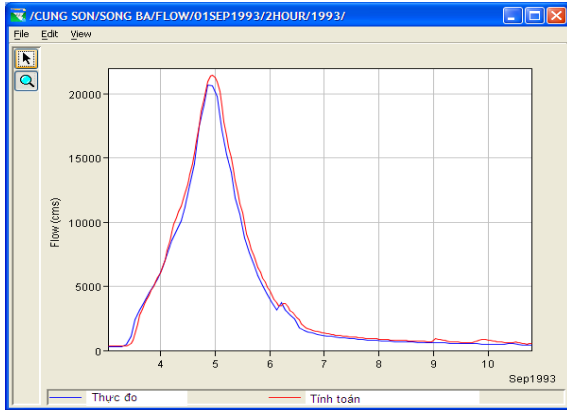
- Hiệu chỉnh và Kiểm định mô hình

Tiến hành hiệu chỉnh và kiểm định mô hình, khi 5 hồ chứa Ayun Hạ, Sông Ba Hạ, KaNak, Kron Năng và Sông Hinh không hoạt động, tức là sử dụng các trận lũ trước khi xây dựng hồ chứa. Sử dụng trận lũ tháng X năm 1993, tương đối lớn và khá tiêu biểu để hiệu chỉnh mô hình HEC-RESSIM.



Hình 1. Sơ đồ hệ thống 5 hồ chứa trên Sông Ba trên HEC-RESSIM.

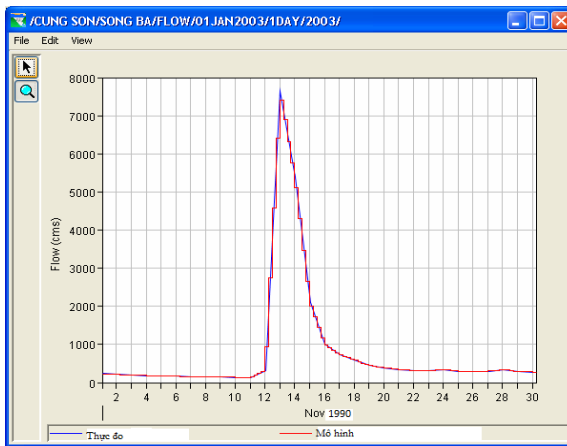
Kết quả hiệu chỉnh tại Củng Sơn như hình 2, với $R^2=99,61\%$.



Hình 2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình Hec-Ressim tại Củng Sơn (Đường vàng là lũ thực đo, đường đỏ là mô hình).

Sử dụng trận lũ tháng X/1990 để kiểm định mô hình HEC-RESSIM.

Kết quả kiểm định tại Củng Sơn (hình 3) với $R^2=99,31\%$, sai số đỉnh lớn nhất là 2,1%.



Hình 3. Kết quả kiểm định mô hình Hec-Ressim tại Củng Sơn.

Qua kiểm định mô hình nhận thấy có thể sử dụng bộ thông số của mô hình để nghiên cứu vận hành hệ thống liên hồ chứa.

- Mô phỏng vận hành cắt lũ

Với dòng vào các hồ chứa trong các trận lũ điển hình đã chọn trong tổ hợp lũ, tiến hành tính toán mô phỏng vận hành liên hồ chứa cắt lũ.

+ *Vận hành cắt lũ thông thường*, tức là vận hành không điều khiển, sử dụng dung tích phòng lũ điều tiết ngay từ khi có lũ, chỉ xả bằng lưu lượng qua NMTĐ, tích nước và giữ hồ ở MNDBT.

Kết quả vận hành cho các con lũ điển hình đã lựa chọn ở trên thấy rằng lũ đã giảm, tuy nhiên hạ mực nước trước lũ chỉ làm thay đổi phần mực nước thấp, mà không thay đổi nhiều phần mực nước cao gần đỉnh lũ.

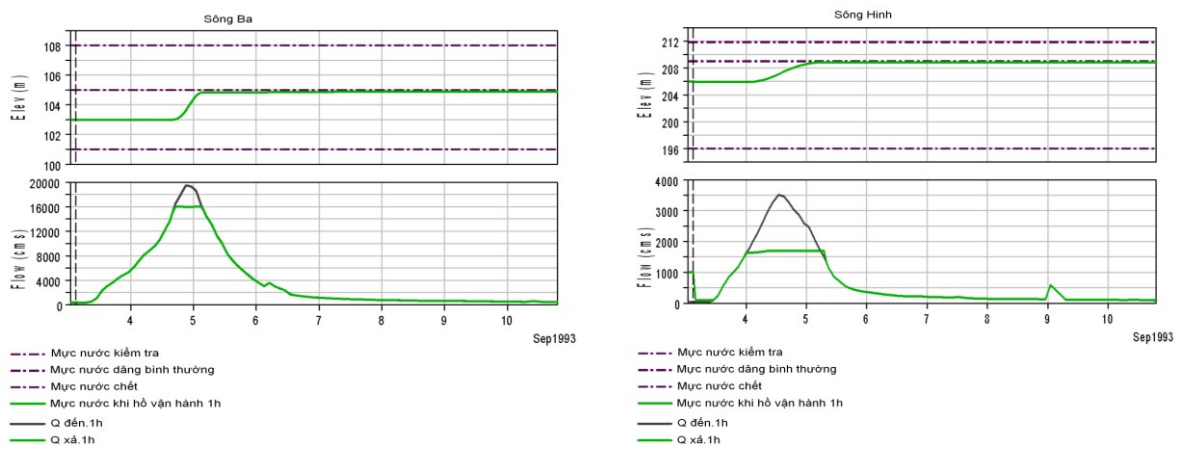
Như vậy, vận hành theo phương pháp thông thường không giảm được đỉnh lũ. Do đó, cần điều chỉnh quy tắc vận hành để cắt đỉnh lũ.

+ *Vận hành cắt đỉnh lũ*. Trong quy tắc này dung tích phòng lũ được giữ nguyên đến một lúc nào đó mới sử dụng để cắt lũ. Như vậy, lúc bắt đầu lũ thì dòng chảy đến hồ bao nhiêu xả bấy nhiêu, giữ hồ ở MNĐL, chỉ đến một ngưỡng lưu lượng nào đó, gọi là ngưỡng Qcắt lũ, mới tiến hành cắt lũ. Trên cơ sở nghiên cứu thử nghiệm nhiều mô phỏng thấy rằng: Qcắt lũ thường bằng 3/4 (75-85%) Qđỉnh lũ với hồ Sông Ba hạ và 1/2 (35-45%) với hồ sông Hình và Krông H' năng. Kết quả cũng cho thấy rằng khi đỉnh lũ càng lớn, để cắt được đỉnh lũ thì ngưỡng cắt lũ càng cao, tức là Qcắt lũ càng lớn. Một số ngưỡng cắt lũ như bảng 3.

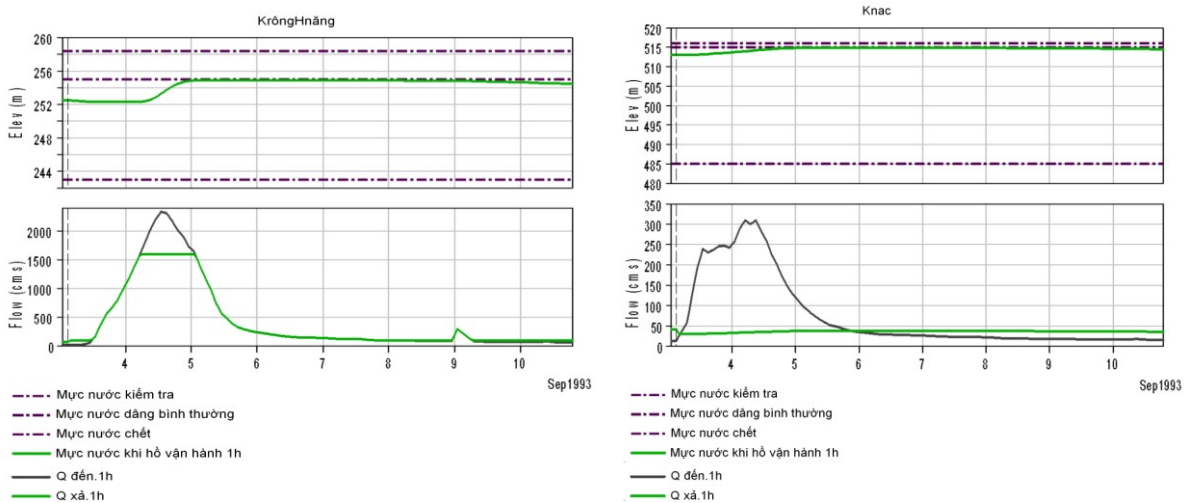
Sau khi thực hiện các bước trên, hiệu quả cắt lũ tăng lên rõ rệt. Một số kết quả so sánh được dẫn ra trong hình 4 và bảng 4)

Bảng 3. Một số ngưỡng lưu lượng Qcắt lũ

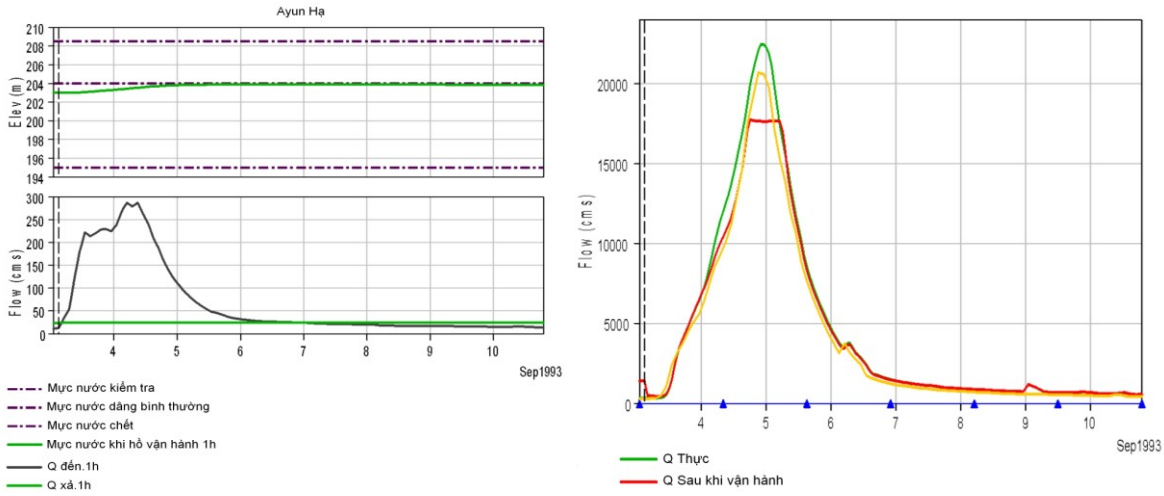
TT	Dạng lũ	Hồ Ba hạ		Hồ Sông Hình		Hồ KronH' năng	
		Qđỉnh (m ³ /s)	Qcắt lũ Qđỉnh (%)	Q đỉnh (m ³ /s)	Qcắt lũ Qđỉnh (%)	Q đỉnh (m ³ /s)	Qcắt lũ Qđỉnh (%)
1	1993 thực (P=3%)	18000	83	3530	48	4500	39
2	1986 và 1988 thực	8500	75-80	3410	35-40	4500	32-35
3	P=5%	17500	80-85	3700	48-50	4942	36-40
4	P=10%	14000	75-80	2970	35-40	3950	35-40



Hình 4.a. Quá trình vận hành liên hồ Sông Ba Hạ và sông Hình với lũ 1993.



Hình 4.b. Quá trình vận hành hồ Krong H' năng và KaNak với lũ 1993.



Hình 4.c. Quá trình vận hành hồ Ayun hạ và Q Củng Sơn với lũ 1993.

Bảng 4. So sánh mực nước tại các vị trí khi hồ chứa vận hành lũ thực tế (m)

TT	Dạng lũ	Củng Sơn			Phú Lâm		
		Thực đo	Điều hành	ΔH	Thực đo	Điều hành	ΔH
1	Tháng X/1993	39,90	38,32	1,58	5,21	4,83	0,38
2	Tháng XI/1988	36,84	35,70	1,14	4,39	3,90	0,49
3	Tháng XII/1986	36,24	34,80	1,44	4,64	3,80	0,84
4	Tháng XI/2009	37,65	34,95	2,30	4,65	4,15	0,50

2.3. Diễn toán lũ về hạ lưu

Lũ sau khi được điều tiết bởi hệ thống hồ chứa sẽ được diễn toán về hạ lưu bằng mô hình MIKE 11 [8]. Đây là mô hình được áp dụng khá thông dụng ở Việt Nam.

Thử nghiệm quy trình này cho con lũ tháng XI/2009 cho thấy kết quả khá tốt, giảm được 0,50m so với đỉnh lũ thực đo tại Phú Lâm.

Như vậy có thể thấy rằng, với quy tắc điều hành lựa chọn không thể khống chế mực nước Phú Lâm xuống dưới báo động 3 đối với lũ vượt tần suất $P=10\%$. Chỉ có thể khống chế đối với lũ nhỏ hơn mức $P=20\%$, tức là tương đương với các con lũ năm 1986 và 1988 trở xuống.

3. Kết luận

- Dựa vào cảnh báo lũ, có thể hạ thấp mực nước trước lũ trước 48h đối với hồ sông Hình và Krông H' năng và trước 24 h đối với các hồ còn lại, như vậy việc xả sẽ chủ động, an toàn và không gây lũ nhân tạo. Điện năng cũng không bị tổn thất nhiều.

- Hạ thấp mực nước trước lũ có tác dụng giảm lũ hạ lưu, tuy nhiên cần cắt lũ ở phạm vi lưu lượng đến bằng khoảng 75-85% lưu lượng đỉnh lũ đến hồ đối với hồ sông Ba hạ và bằng 35-45% Q đỉnh lũ đối với hồ sông Hình và Krông H' năng tùy từng dạng lũ (đỉnh lũ theo dự báo).

- Khi điều tiết như trên, có thể giảm đỉnh lũ Q_{max} tại Củng Sơn xuống 20-25%, mực nước tại Củng Sơn giảm 0,80-1,50m, còn tại Phú Lâm giảm từ 0,30-0,80m.

- Không thể khống chế mực nước Phú Lâm xuống dưới báo động 3 đối với lũ vượt tần suất P=10%, chỉ có thể khống chế đối với lũ nhỏ hơn mức P=20%, tức là tương đương với các con lũ năm 1986 và 1988 trở xuống.

- Với lũ với tần suất 20% (tương đương lũ 1988 và 1986) vận hành liên hồ có tác dụng làm giảm đỉnh lũ đảm bảo an toàn hạ lưu (Z_{PhúLâm}<4.0m), nhưng với lũ có tần suất nhỏ hơn (P<20%) thì hạ lưu vẫn bị ngập.

- Khi vận hành cần duy trì dung tích để trống cắt lũ đến ngưỡng lưu lượng tiến hành cắt lũ.

- Điện năng không thay đổi nhiều khi thực hiện theo phương án vận hành

Tài liệu tham khảo

- [1] Nguyễn Hữu Khai, Doãn Kế Ruân, Tổ hợp lũ và điều tiết lũ liên hồ chứa sông Ba. *Tạp chí khoa học ĐHQGHN, Khoa học Tự nhiên và Công nghệ*, T.26 số 3S (2010) 390.
- [2] S.K. Jain, V.P. Singh, *Water Resources system planning and management*. Elsevier, 2003.
- [3] Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện sông Hinh (2002) ban hành theo Quyết định số 2775/QĐ-EVN-KTND ngày 23/8/2002 của Tổng Công ty Điện lực Việt Nam.
- [4] Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Ayun hạ (2004) ban hành theo Quyết định số 64/2004/QĐ-BNN ngày 11/11/2004 của Bộ NN&PTNN.
- [5] Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện sông Ba hạ (2009) ban hành theo quyết định số 1863/QĐ-BCT ngày 14/4/2009 của Bộ Công Thương.
- [6] Quy trình vận hành hồ chứa thủy điện Krông H'nh (2010) ban hành theo Quyết định số QĐ-BCT ngày 13/8/2010 của Bộ Công Thương.
- [7] Nguyễn Hữu Khai, Lê Thị Huệ, Điều tiết lũ hệ thống hồ chứa lưu vực sông Hương bằng mô hình HEC-RESSIM. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn* số 11(2007)
- [8] DHI (2004) MIKE 11 Users Manual.

Simulation of operation of reservoir system in Ba river basin in high water season by HEC-RESSIM model

Nguyen Huu Khai¹, Le Thi Hue²

¹*Faculty of Hydro-Meteorology and Oceanography, VNU University of Science, 334 Nguyen Trai, Hanoi, Vietnam*

²*Hydro-Meteorological Centre of Bacbo Delta Region*

With rainfall-runoff and topographical condition of Ba river basin, reservoirs plays a importance role in preventing floods. But they almost are hydropower reservoirs, there are no speccial storage for preventing floods. A rational principle of operation is essential to increase their effect. This paper presents the principles and results of application HEC-RESSIM model into operation of reservoirs system in Ba river to create preventing floods storage and to define thresold for cut-off peak of flood, guarantying safety for downstream and reservoirs, and mitigating loss of power.