

MỘT PHƯƠNG PHÁP TIẾP CẬN BÀI TOÁN VẬN HÀNH HỆ THỐNG HỒ CHỨA PHÒNG LŨ THEO THỜI GIAN THỰC TRÊN SÔNG VU GIA - THU BỒN THỜI KỲ MÙA LŨ

Tô Thúy Nga¹, Nguyễn Thế Hùng¹

Tóm tắt: Trong bài báo này tác giả trình bày một phương pháp tiếp cận bài toán vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ theo thời gian thực trên sông Vu Gia-Thu Bồn. Phương pháp vận hành theo thời gian thực cho hệ thống hồ chứa dựa trên cơ sở mô hình mô phỏng hệ thống lưu vực sông Vu Gia-Thu Bồn do chính tác giả thiết lập MOPHONG-LU trên cơ sở tích hợp các mô hình thành phần bao gồm, mô hình mưa - dòng chảy, mô hình diễn toán lũ trên hệ thống sông và mô hình điều tiết lũ hệ thống hồ chứa. Kết quả thử nghiệm cho một trận lũ lớn năm 2009 cho 5 hồ chứa có nhiệm vụ cắt giảm lũ cho hạ du là Sông Tranh 2, Sông Bung 2, Sông Bung 4, Đak mi 4 và hồ A Vương.

Từ khóa: Lưu vực Vu Gia – Thu Bồn, dự báo lũ, vận hành hồ chứa thời gian thực, mô hình điều tiết lũ, hệ thống hồ chứa,

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ đã được áp dụng ở nhiều nước trên thế giới [4], [6], [7], [8]. Nhưng ở Việt Nam cũng đã có một số nghiên cứu ứng dụng trong lĩnh vực quản lý hồ chứa nhưng thường thực hiện với các hồ chứa đơn [3]. Quy trình vận hành hồ chứa theo thời gian thực là một phương pháp mà quyết định vận hành tại một thời điểm nào đó tùy thuộc vào trạng thái hệ thống tại thời điểm đó và thông tin dự báo ở những thời đoạn tiếp theo. Tức là:

Quyết định vận hành = F(Trạng thái hệ thống + Kết quả dự báo).

Đối với bài toán vận hành hồ chứa thời kỳ mùa lũ có nhiệm vụ chống lũ hạ du, trạng thái hệ thống tại thời điểm vận hành bao gồm mực nước tại các hồ chứa, mực nước hạ lưu tại nút phòng lũ và lưu lượng đến hồ chứa và các nút sông có liên quan đến phòng lũ hạ du. Ví dụ, đối với các hồ chứa trên sông Vu Gia - Thu Bồn, theo các quy định của quy trình vận hành liên hồ chứa thì diễn biến mực nước hạ du tại Ái Nghĩa, Cao Lâu và dự báo lưu lượng nước đến hồ là căn cứ ra quyết định đóng mở các cửa xả lũ của các hồ chứa trên hệ thống.

Ba yếu tố quyết định đến sự thành công khi vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ theo thời gian thực, đó là: (1) Số lượng và chất lượng của các trạm quan trắc khí tượng, thủy văn trên hệ thống; (2) Chất lượng của các phương pháp dự báo lũ; (3) Sự phù hợp của mô hình mô phỏng phục vụ cho bài toán vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ.

Kết quả cảnh báo lũ và dự báo lũ có ảnh hưởng lớn đến việc ra quyết định điều hành. Thời gian dự kiến và cảnh báo lũ càng dài thì các quyết định vận hành càng an toàn và càng có hiệu quả đối với hồ

chứa phát điện. Hiện nay, trình độ dự báo lũ hạn trung và hạn vừa ở nước ta đã được cải thiện đáng kể, đã có phương pháp dự báo mưa 5 ngày và cảnh báo mưa gây lũ với thời gian dài hơn. Điều này đủ để chúng ta xây dựng phương án vận hành hồ chứa trên sông hệ thống sông Vu Gia-Thu Bồn theo thời gian thực.

Sự tích hợp các mô hình thành phần trong mô hình mô phỏng hệ thống là xu hướng chung của các mô hình đã được sử dụng rộng trên thế giới hiện nay. Tuy nhiên, sự tích hợp các mô hình thành phần được phát triển ở mức độ khác nhau. Mô hình HEC-RESSIM mô phỏng được quy tắc vận hành các công trình xả lũ và diễn toán lũ trên hệ thống sông nhưng không tích hợp mô hình tính toán dòng chảy từ mưa đến các nút nhập lưu và hồ chứa. Mô hình HEC-HMS tích hợp các mô hình thành phần bao gồm cả tính toán điều tiết hồ chứa, nhưng vận hành hồ chứa chỉ được mô tả theo nguyên lý cân bằng nước mà không thể hiện các kịch bản vận hành các công trình xả lũ nên không sử dụng được trong bài toán vận hành hệ thống theo thời gian thực. Mô hình MIKE 11 tích hợp khá đầy đủ các mô hình thành phần, tuy nhiên đối với hệ thống thống hồ chứa, việc thiết lập các kịch bản phối hợp vận hành giữa các hồ rất phiền phức và rất khó khăn cho người sử dụng trong quá trình tính toán ra quyết định. Chính vì vậy, chúng tôi đã thiết lập một mô hình MOPHONG-LU dựa trên sự kết hợp ý tưởng giữa HEC-HMS và HEC-RESSIM nhằm khắc phục những tồn tại và khai thác những ưu điểm của 2 mô hình này [1]. Dưới đây sẽ trình bày những kết quả bước đầu ứng dụng đối với hệ thống các hồ chứa phòng lũ trên sông Vu Gia-Thu Bồn.

II. GIỚI THIỆU MÔ HÌNH

Chương trình tính toán được xây dựng trên cơ sở

¹ Trường Đại học Bách Khoa - ĐH Đà Nẵng

thuật toán liên kết giữa các mô hình thành phần và các đoạn sông được đặt tên là MOPHONG-LU đã được trình bày trong bài báo cùng đăng trong Tạp chí này [1]. Mô hình nhập lưu được tính toán theo phương pháp mô phỏng của mô hình NAM hoặc phương pháp đường đơn vị, diễn toán dòng chảy trong sông được thực hiện theo phương pháp MUSKINGUM, các kịch bản vận hành hệ thống hồ chứa được thiết lập trên cửa số của màn hình theo “nguyên tắc đối thoại người - máy”. Điều này đảm bảo sự liên tục trong quá trình tính toán khi thay đổi các kịch bản vận hành mà không phải cần phải dừng chương trình tính để thiết lập lại kịch bản vận hành. Sự mô tả này rất thích hợp và thuận lợi cho bài toán vận hành hệ thống theo thời gian thực khi các kịch bản liên tục được cập nhật và điều chỉnh trong quá trình vận hành.

Mô hình có khả năng dự báo lũ đến các nhập lưu, vận hành hệ thống hồ chứa phòng lũ cho các lưu vực khác nhau. Trước mắt có thể tính toán vận hành cho lưu vực sông có khoảng 20 hồ chứa. Mô hình được ứng dụng đối với hệ thống sông không ảnh hưởng triều, không có dòng chảy tràn trên các bãi sông rộng và không tồn tại các khu chứa lớn tại các đoạn sông.

III. ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MOPHONG-LU PHÂN TÍCH CÁC KỊCH BẢN VẬN HÀNH CHO HỆ THỐNG HỒ CHỨA TRÊN SÔNG VU GIA- THU BỒN

1. Giới thiệu chung về các hồ chứa trên sông Vu Gia-Thu Bồn

Trên lưu vực sông Vu Gia – Thu Bồn đã và đang xây dựng nhiều hồ chứa thủy điện khác nhau như hồ A Vương, Đăk Mi 4, Sông Tranh 2, sông Bung 2 và sông Bung 4. Các thông số cơ bản của các hồ chứa được thống kê ở bảng 1.

Bảng 1: Các đặc trưng mực nước hồ chứa

Tham số hồ chứa	Tên công trình hồ chứa thủy điện				
	S. Tranh 2	ĐakMi 4	S.Bung 2	S. Bung 4	A Vương
MN dâng bình thường (m)	175	258.0	605.0	222.5	380.0
Mực nước đón lũ (m)	1721.0	255.0	600*	218*	376.0
Mực nước gia cường (m)	178.51	260.33	608.11	228.11	382.2
Cao trình ngưỡng tràn (m)	161	242.5	591.0	210.5	363.0
Q_{max} qua nhà máy (m^3/s)	245.0	128.0	34.5	166.0	78.4
Số cửa xả lũ có cửa	6	5	3	6	3
Kích thước cửa	14x16	14x16	16x16	14x16	12x12

Chú giải: (*) là các giá trị do tác giả tạm quy định vì các hồ chứa này chưa có quy định về mực nước đón lũ.

Chính phủ đã ban hành Quyết định số 1880/QĐ-TTg ngày 13 tháng 10 năm 2010 về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ chứa A Vương, Đăk Mi 4 và Sông Tranh 2 trong mùa lũ hàng năm, theo đó các hồ chứa trên có nhiệm vụ cắt giảm lũ cho hạ du khi xảy ra lũ lớn. Quy trình cắt giảm lũ có thể được tóm tắt như sau:

- Thời kỳ mùa lũ, nếu không có lũ các hồ chứa được tích cao hơn mực nước đón lũ và có thể tích đến mực nước dâng bình thường.

- Dự báo trong 24 giờ tới nếu có lũ và lưu lượng vượt một giá trị nhất định (cho từng hồ chứa), các hồ chứa xả nước đưa mực nước hồ về mực nước đón lũ. Tiếp tục xả lũ để duy trì mực nước hồ bằng mực nước đón lũ cho đến khi dự báo trong khoảng từ 6h đến 12h lũ đạt đỉnh sẽ vận hành cắt giảm lũ cho hạ du.

2. Thiết lập mạng sông

Lưu vực sông được chia làm 2 khu vực: khu vực thượng nguồn từ các nguồn sông đến trạm mực nước Hội khách trên sông Vu Gia và trạm thủy văn Nông Sơn trên sông Thu Bồn, khu vực hạ lưu là phần còn lại của hai sông Vu Gia và Thu Bồn. Khu vực hạ lưu

sông Vu Gia và Thu Bồn nối với nhau qua sông Quảng Huế, khi có lũ lớn xảy ra hiện tượng chảy tràn và ngập lụt lại chịu tác động nước vật của thủy triều nên được mô phỏng theo mô hình thủy lực. Khu vực thượng lưu hiện tượng chảy tràn chỉ tồn tại cục bộ tại một số đoạn sông và dung tích chứa của các khu vực này cũng rất nhỏ, bởi vậy mô phỏng theo mô hình thủy văn là lựa chọn thích hợp. Đây cũng là đối tượng nghiên cứu của chúng tôi khi xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống (xem hình 1). Sơ đồ hệ thống bao gồm các đoạn sông, nút nhập lưu và các nút kiểm soát. Khu vực nghiên cứu được mô phỏng 18 nhập lưu, 15 đoạn sông và 5 nút hồ chứa. Có 3 nút kiểm soát được chọn tại các vị trí trạm thủy văn Nông Sơn, Thành Mỹ và Hội Khách, trong đó trạm thủy văn Hội Khách là trạm đo mực nước, trạm Thành Mỹ và Nông Sơn là trạm đo lưu lượng, cũng là các trạm đo kiểm định thông số của mô hình hệ thống.

3. Ứng dụng mô hình khi phân tích các kịch bản vận hành hệ thống hồ chứa

Kịch bản vận hành hồ chứa cần được thiết lập

theo hướng vận hành theo thời gian thực. Việc phân tích, lựa chọn kịch bản vận hành phụ thuộc vào thời gian dự kiến của dự báo lũ. Với mưa dự báo được trong thời gian 5 ngày và được cập nhật liên tục trong quá trình dự báo, với mô hình MOPHONG-LU mà tác giả đã thiết lập, cho phép dự báo sớm được quy mô của cả trận lũ, từ đó có thể xem xét nhiều kịch bản vận hành và từ đó lựa chọn kịch bản cho quá trình vận hành hệ thống hồ chứa theo thời gian thực.

Tác giả chọn trận lũ lớn tháng 9 năm 2009 để thử nghiệm thử nghiệm mô hình. Giả thiết rằng quy mô của trận lũ đã được dự báo theo mô hình đã lập và được cập nhật trong suốt thời gian vận hành, khi đó có thể có nhiều kịch bản khác nhau được xác lập tùy theo quy mô trận lũ được dự báo. Trong ví dụ này, tác giả trình bày 2 kịch bản như sau:

Kịch bản 1 (KB1), là kịch bản vận hành theo quy trình liên hồ chứa 1880/QĐ-TTg:

- Mục nước ban đầu bằng mực nước dâng bình thường;

- Trước 24 giờ khi dự báo lũ vượt Q giới hạn đến hồ bắt đầu xả lũ đưa về mực nước đón lũ đã quy định trong quy trình liên hồ chứa;

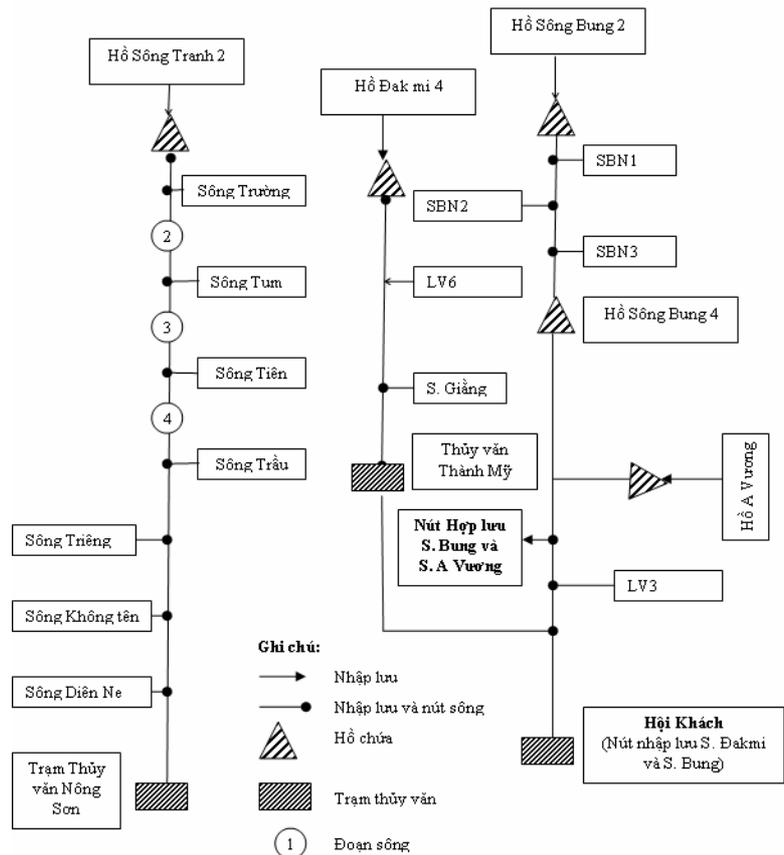
- Chỉ cắt lũ dự báo xuất hiện đỉnh lũ sau thời gian từ 6-12h.

Kịch bản 2 (KB2), là kịch bản xả lũ trước khi lũ về 48h, đưa mực nước hồ về mực nước lũ trước 24 h khi lũ về. Cụ thể như sau:

- Mục nước ban đầu bằng mực nước dâng bình thường;

- Dự báo lũ xuất hiện sau 48h tới, tiến hành xả lũ để hạ mực nước về mực nước đón lũ sao cho đến thời điểm 24h trước khi có lũ, mực nước hồ đạt mực nước đón lũ quy định trong quy trình liên hồ chứa.

Theo kết quả tính toán với trận lũ năm 2009 cho thấy, lưu lượng đỉnh lũ tại nút hợp lưu sông Bung với sông A Vương và hợp lưu Sông Bung với sông



Hình 1: Sơ đồ hệ thống khu vực thượng lưu sông Vu Gia-Thu Bồn

Cái tại Hội Khách vận hành theo kịch bản KB2 được hạ thấp đáng kể (xem các hình từ 2 đến 7). Để tính toán hiệu quả giảm mực nước hạ du, tác giả đã sử dụng mô hình MIKEE11 với biên trên là các quá trình lũ tại các nút Hội Khách, Nông Sơn và Thành Mỹ cùng với các nhập lưu ở hạ du (cũng được tính toán theo mô hình NAM). Kết quả tính toán mực nước và mực giảm mực nước theo 2 kịch bản vận hành tổng hợp trong bảng 2. Theo kết quả ở thống kê ở bảng 2 cho thấy kịch bản, với sự kéo dài thời gian dự kiến lũ lên 5 ngày có thể vận hành theo kịch bản KB2 và hiệu quả cắt giảm lũ hạ du sẽ cao hơn nhiều so với kịch bản KB1 vận hành theo quy trình liên hồ chứa.

Bảng 2: Hiệu quả giảm mực nước hạ du theo hướng tạo dung tích đón lũ trước khi lũ về với các kịch bản KB1 và KB2 - Trận lũ tháng 9 năm 2009.

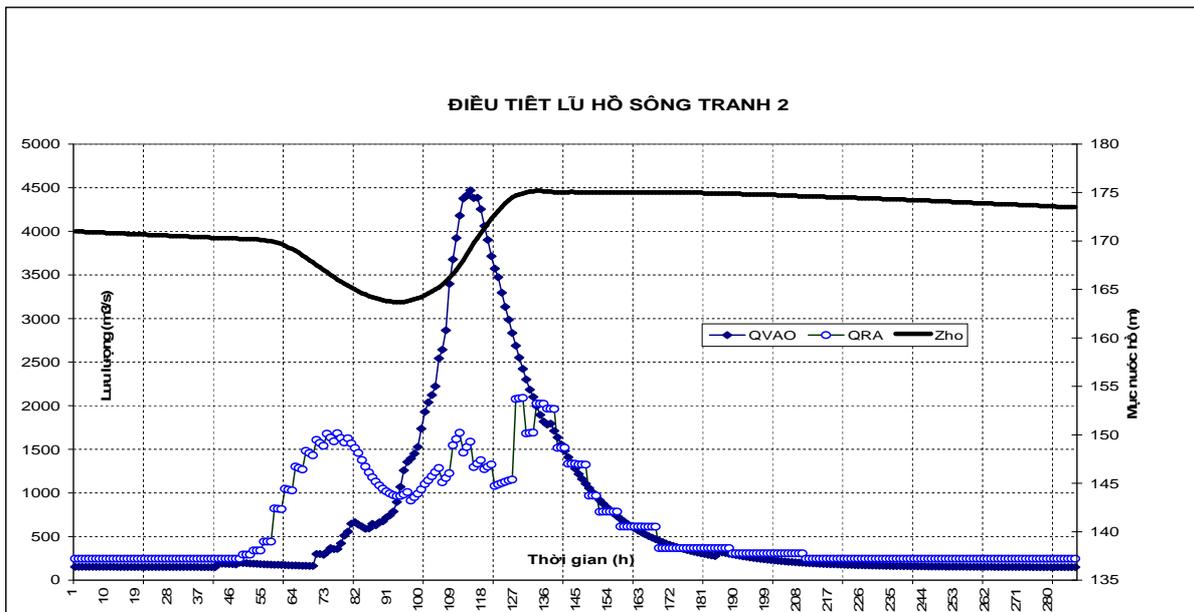
Vị trí	Mực nước hạ du theo các phương án vận hành cắt giảm lũ			Hiệu quả giảm mực nước hạ du theo các phương án cắt giảm lũ	
	Chưa cắt lũ	KB1	KB2	KB1	KB2
Hội Khách	18.76	17.80	17.37	0.96	1.39
Giao Thủy	10.00	9.53	9.09	0.47	0.91
Câu Lâu	5.29	4.98	4.67	0.31	0.62
Cầm Lệ	3.25	2.95	2.75	0.30	0.50

VI. KẾT LUẬN

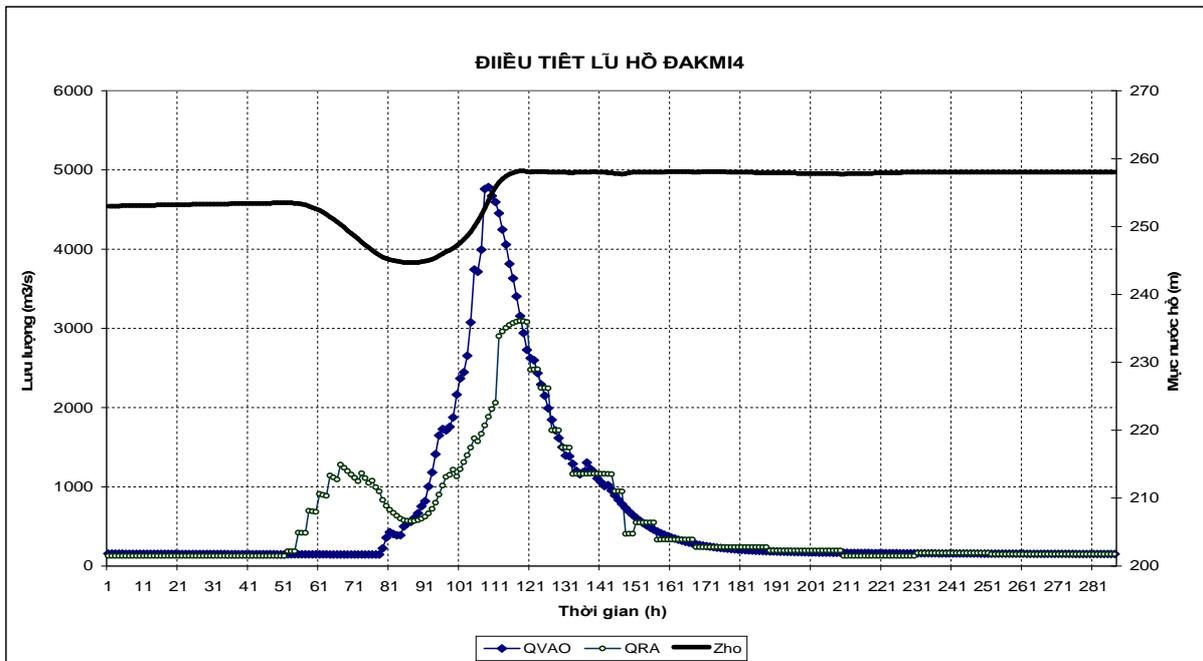
1. Mô hình do tác giả xây dựng cho phép kéo dài thời gian dự kiến dự báo lũ so với quy định trong quy trình liên hồ chứa 1880/QĐ-TTg/1880/QĐ-TTg. Do vậy, có thể chủ động hạ thấp mực nước hồ để đón lũ xuống dưới mực nước đón lũ đã quy định và do đó sẽ nâng cao được hiệu quả cắt giảm lũ cho hạ du mà vẫn đảm bảo an toàn tích nước cho các hồ chứa thủy điện. Thử nghiệm

đối với hệ thống hồ chứa trên sông Vu Gia-Thu Bồn cho thấy tính khả thi của mô hình khi ứng dụng cho các bài toán thực tế trên các hệ thống sông khác.

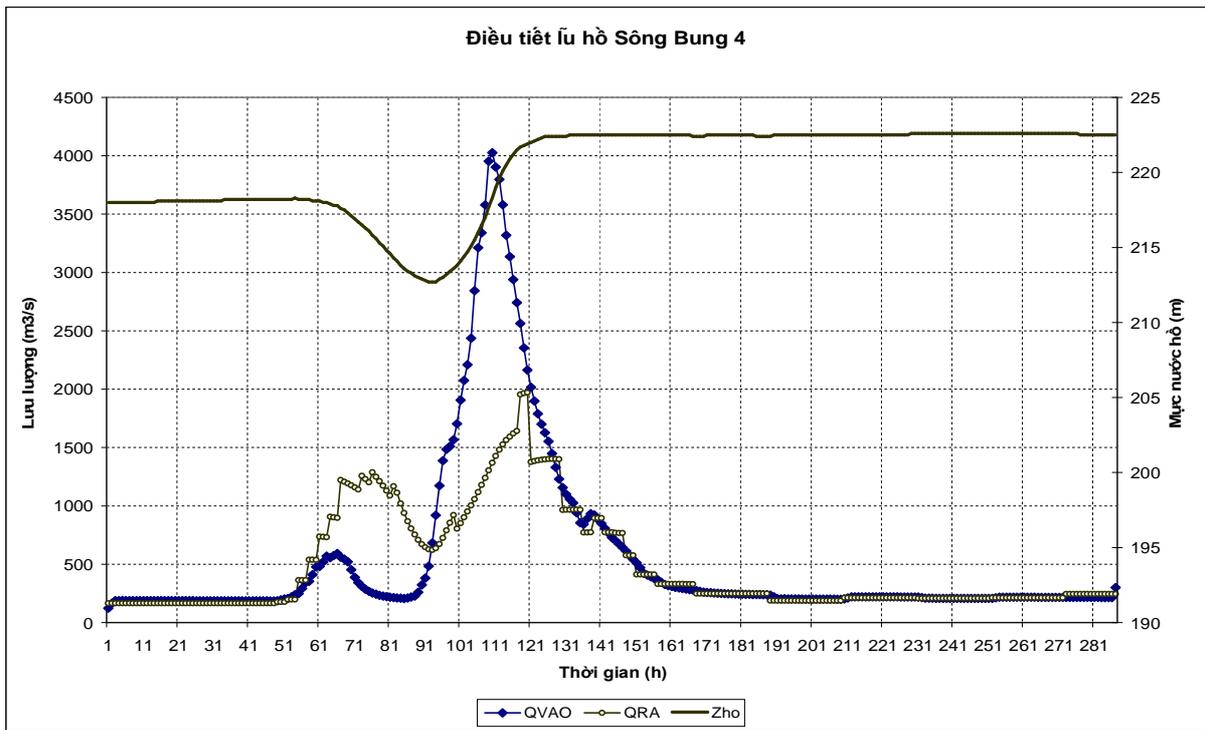
2. Với kết quả thử nghiệm cho 2 kịch bản vận hành trên đây mới là kết quả bước đầu để kiểm tra tính khả thi của mô hình đã thiết lập. Nghiên cứu sẽ cần được tiếp tục với những kịch bản khác để phân tích tính hiệu quả của mô hình./.



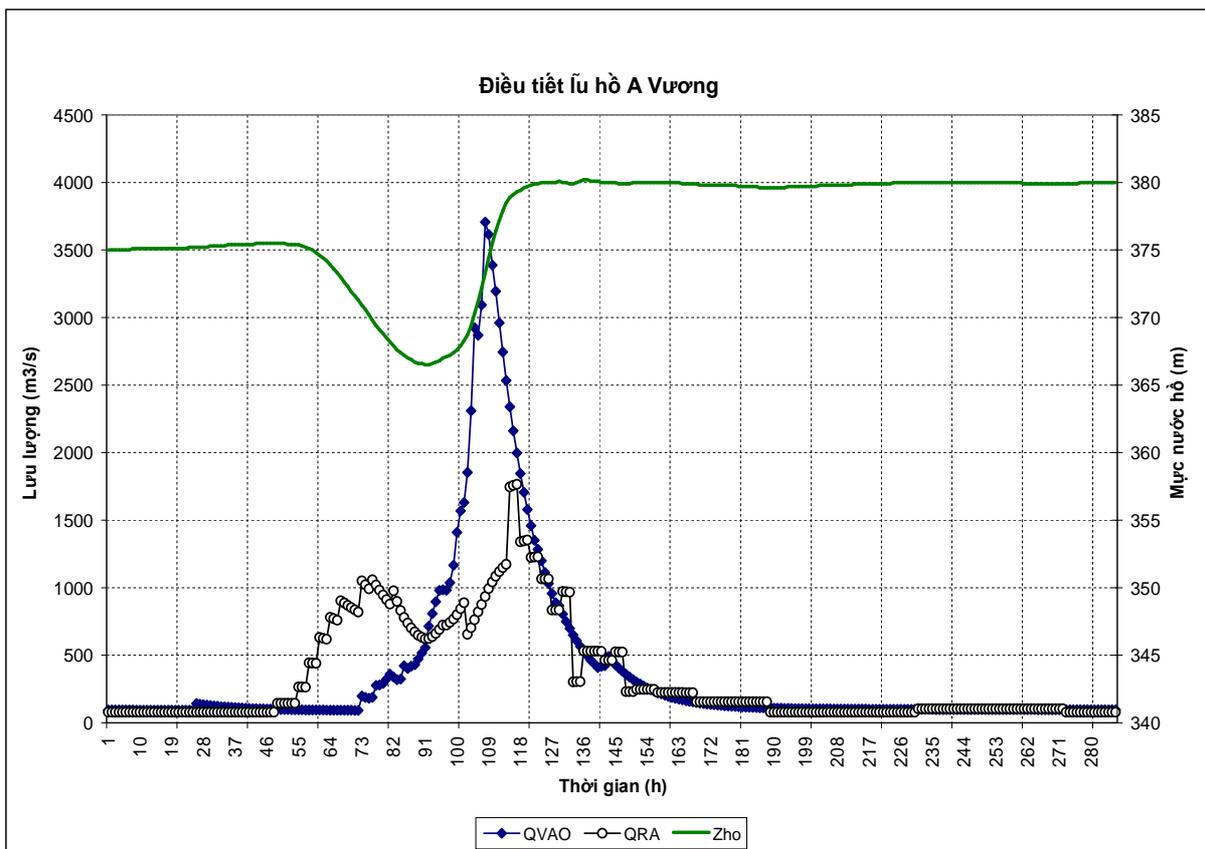
Hình 2: Quá trình lũ đến và xả tại hồ chứa Sông Tranh 2 (Trận lũ tháng 9 năm 2009)



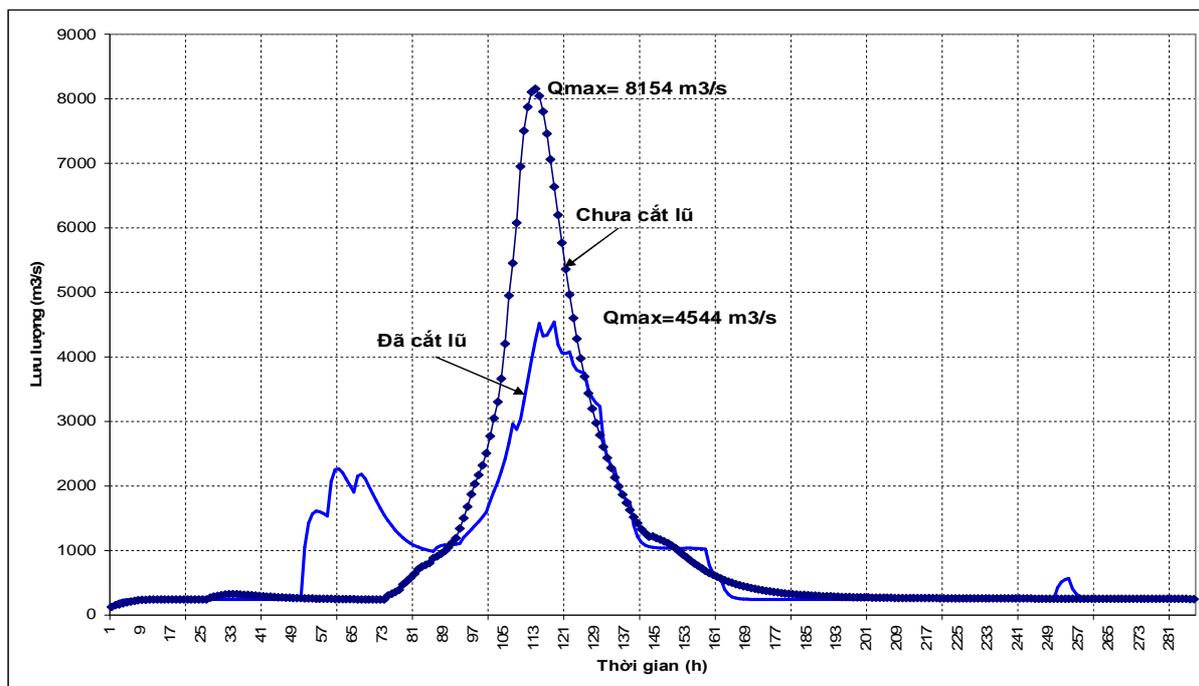
Hình 3: Quá trình lũ đến và xả tại hồ chứa Đakmi 4 (Trận lũ tháng 9 năm 2009)



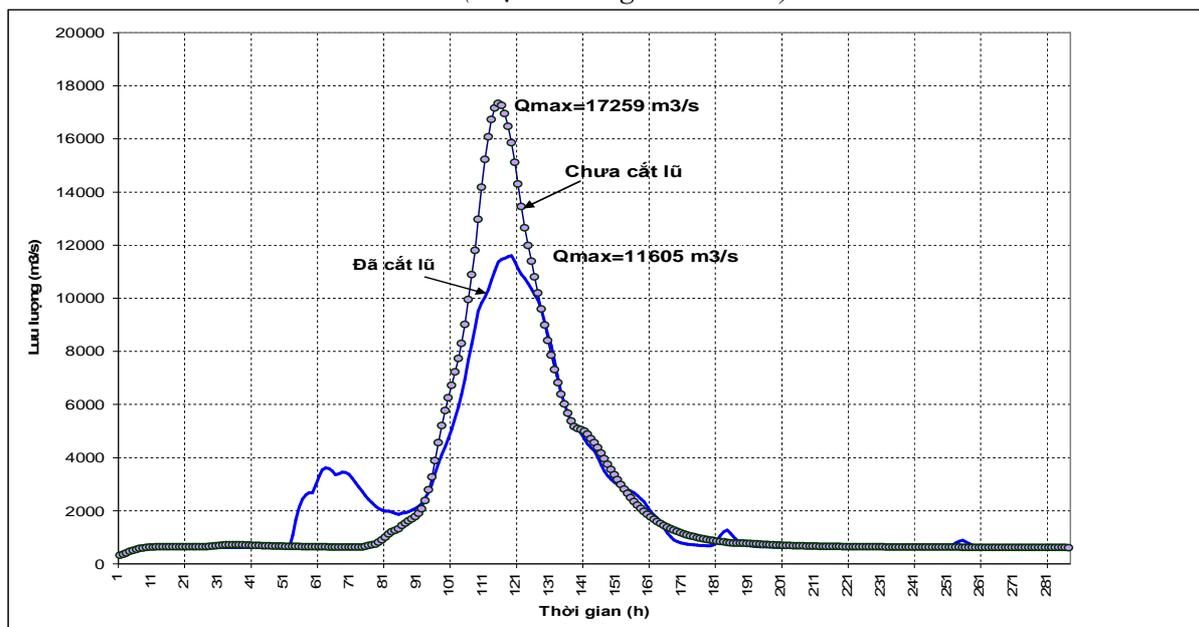
Hình 4: Quá trình lũ đến và xả tại hồ chứa Sông Bung 4 (Trận lũ tháng 9 năm 2009)



Hình 5: Quá trình lũ đến và xả tại hồ chứa A Vương (Trận lũ tháng 9 năm 2009)



Hình 6: Quá trình lũ tại hợp lưu sông A Vương và Sông Bung trước và sau khi cắt lũ (Trận lũ tháng 9 năm 2009)



Hình 7: Quá trình lũ tại hợp lưu sông Bung và sông Cái tại Hội Khách trước và sau khi cắt lũ (Trận lũ tháng 9 năm 2009)

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Tô Thúy Nga: Thiết lập mô hình mô phỏng phục vụ vận hành hệ thống hồ chứa trên sông Vu Gia-Thu Bồn thời kỳ mùa lũ. Đăng cùng số của tạp chí số này
2. Quyết định số 1880/QĐ-TTg ngày 13 tháng 10 năm 2010 Về việc ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa các hồ chứa A Vương, Đắc Mi 4 và Sông Tranh 2 trong mùa lũ hàng năm.
3. Nguyễn Văn Thiệp: Hệ thống giám sát điều khiển, dự báo lũ, dự báo ngập lụt vùng hạ du và điều hành hồ chứa theo thời gian thực phục vụ công tác phòng chống lũ lụt và giảm nhẹ thiên tai, Trung tâm công nghệ phần mềm thủy lợi, Viện Khoa học Việt Nam.

4. E. Fallah-Mehdipour & O. Bozorg Haddad & M. A. Mariño: Real-Time Operation of Reservoir System by Genetic Programming, Water Resour Manage DOI 10.1007/s11269-012-0132-z, 2012.
5. Li-Chiu Chang , Fi-John Chang and Hung-Cheng Hsu : Real-Time Reservoir Operation for Flood Control Using Artificial Intelligent Techniques, Freund Publishing House Ltd., International Journal of Nonlinear Sciences & Numerical Simulation 11(11): 887-902, 2010.
6. Juan B. Valdes & Juan B. Marco: Managing Reservoirs For Flood Control, U.S.- Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods Perugia (Italy), ovember 1995
7. Sajjad Ahmad1 and Slobodan P. Simonovic, System dynamics modeling of reservoir Operations for Flood Managemen System dynamics, Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 14, No. 3, July, 2000. qASCE, ISSN 0887-3801/00/0003-0190–0198.
8. Chun-Tian Cheng, K.W.Chau: Flood control management system for reservoirs, *Environmental Modelling & Software*, Vol. 19, No. 12, 2004, pp. 1141-1150
8. A. Goedbloed a, S. Galellia, D. Schwanenbergb: Assessing the effectiveness of a real-time control method for Marina Reservoir management, 19th International Congress on Modelling and Simulation, Perth, Australia, 12–16 December 2011, <http://mssanz.org.au/modsim2011>

Summary

NEW APPROACH TO THE PROBLEM OF REAL-TIME RESERVOIRS OPERATION WITH FLOOD CONTROLLING PURPOSE ON THE VU GIA-THU BON RIVER IN FLOODING SEASON

This paper presents an approach to the reservoir operation for flood control purpose in real time on the Vu Gia-Thu Bon River. The real-time operating method for reservoir system based on reservoir simulation modeling system-Vu Gia River Thu Bon set by the author that integrate components includes rainfall runoff, numerical models in river systems and flood regulating model for reservoir system. The simulating results apply for a big flood in 2009 for 5 reservoirs (Song Tranh 2, Song Bung 2, Song Bung 4, Dak mi 4 and A Vuong) in order to regulating the flood at the downstream.

Keywords: *Vu gia-Thu Bon river basin, Flood Forecasting, real-time reservoirs operation, flooding regulation models, reservoirs system.*

Người phản biện: **GS.TS. Hà Văn Khôi**

BBT nhận bài: 05/8/2013

Phản biện xong: 10/9/2013