

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH MIKE 11 ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ PHÒNG CHỐNG LŨ LỤT CỦA CÁC HỒ CHỨA THƯỢNG NGUỒN SÔNG HƯƠNG

TS. Ngô Lê Long

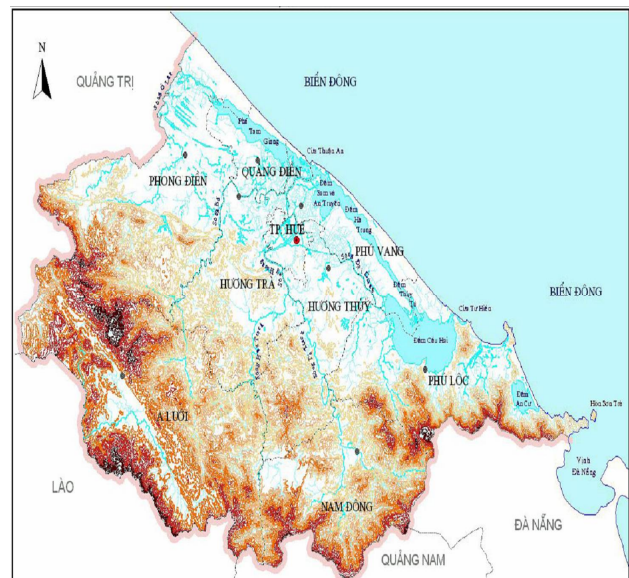
ThS. Nguyễn Mạnh Toàn

Tóm tắt: Sông Hương là sông lớn nhất và quan trọng nhất của tỉnh Thừa Thiên – Huế. Sông có nguồn nước phong phú, nhưng phân bố không đều theo mùa. Để phòng lũ và nâng cao khả năng khai thác, sử dụng nước, nhiều công trình thủy lợi, thủy điện trên hệ thống sông Hương đã và đang được xây dựng. Sự xuất hiện các công trình hồ chứa thủy điện thượng nguồn sẽ làm thay đổi toàn bộ chế độ dòng chảy tự nhiên trên hệ thống sông Hương, đồng thời nảy sinh mâu thuẫn giữa các hộ dùng nước. Trong đó đặc biệt là mâu thuẫn giữa yêu cầu chống lũ cho hạ du và quyền lợi của ngành điện. Việc giải quyết mâu thuẫn đòi hỏi phải có sự phối hợp tốt giữa các hồ chứa trong phòng chống lũ. Bài báo ứng dụng mô hình toán MIKE 11 phân tích hiệu quả chống lũ của các hồ chứa thượng nguồn sông Hương, làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa phục vụ khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên nước trên lưu vực sông.

1. MỞ ĐẦU

Sông Hương là sông lớn nhất và quan trọng nhất của tỉnh Thừa Thiên – Huế, bắt nguồn từ phía đông dãy Trường Sơn, ở độ cao trên 1000m gồm các nhánh Tả Trạch (dòng chính), Hữu Trạch và sông Bồ (Hình 1). Sông có nguồn nước rất phong phú, nhưng phân bố không đều theo mùa, nên thường xuyên xảy ra tình trạng thừa nước trong mùa mưa, gây ra lũ lụt và úng ngập trên diện rộng. Để khắc phục tình trạng này nhiều công trình thủy lợi trên hệ thống sông Hương đã và đang được xây dựng, trong đó có các công trình thủy lợi quan trọng là đập ngăn mặn Thảo Long (đã xây dựng), các hồ chứa lợi dụng tổng hợp như hồ Tả Trạch, Bình Điền, Hương Điền (Cổ Bi) (đang xây dựng), ngoài ra còn có công trình thủy điện A Lưới trên sông A Sáp xả nước về sông Bồ đã được khởi công. Các công trình này có nhiệm vụ cất lũ, phát điện, cấp nước, đẩy mặn, cải thiện môi trường cho vùng hạ du sông Hương và thành phố Huế.

Sự xuất hiện các công trình hồ chứa thủy điện thượng nguồn sẽ làm thay đổi toàn bộ chế độ dòng chảy tự nhiên trên hệ thống sông Hương, đồng thời nảy sinh mâu thuẫn giữa các hộ dùng nước. Trong đó đặc biệt là mâu thuẫn giữa yêu cầu chống lũ cho hạ du và quyền lợi của ngành điện. Việc giải quyết mâu thuẫn đòi hỏi phải có sự phối hợp tốt giữa các hồ chứa



Hình 1: Mạng lưới sông suối lưu vực sông Hương và khu hệ đầm phá

trong phòng chống lũ. Bài báo ứng dụng mô hình toán MIKE 11 phân tích hiệu quả chống lũ của các hồ chứa thượng nguồn sông Hương, làm cơ sở cho việc xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa phục vụ khai thác và sử dụng hợp lý tài nguyên nước trên lưu vực sông.

2. ĐẶC ĐIỂM LŨ LỤT LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG VÀ HỆ THỐNG HỒ CHỨA THƯỢNG NGUỒN

2.1 Lũ lụt sông Hương

Lũ sông Hương mang đặc tính chung của lũ

miền Trung có lưu lượng đỉnh lũ rất lớn, tốc độ truyền lũ nhanh, cường suất lớn. Mặt khác trong mùa mưa lũ khi có nhiều động thời tiết tác động tới lưu vực (áp thấp nhiệt đới, bão đổ bộ, ...) xảy ra mưa lớn đồng thời trên diện rộng nên vùng đồng bằng hạ du ven biển không những chịu tác động của nước lũ ở vùng thượng du đổ về mà còn chịu tác động của lượng nước sinh ra do mưa tại vùng hạ du khiến cho chế độ dòng chảy lũ vùng hạ du rất ác liệt và phức tạp. Toàn bộ lượng nước lũ của lưu vực sông Hương và phần lớn lũ của các lưu vực sông khác Đông Trường Sơn (Trừ sông Bù lu), sông O Lâu được thoát ra biển qua hai cửa Thuận An và Tư Hiền. Do tác động của dòng hải lưu ven bờ, dòng chảy của sông nội địa nên các cửa sông đều không ổn định bị di đầy và bồi lắng khả năng thoát lũ bị hạn chế. Vì vậy trong thời gian lũ vùng đồng bằng trở thành nơi chứa và điều tiết nước lũ trước khi lũ thoát ra biển. Các nguyên nhân trên đã làm cho vùng đồng bằng ven biển của lưu vực sông Hương thường bị úng ngập trên diện rộng và kéo dài.

Do ảnh hưởng của địa hình chia cắt nên

thượng lưu sông Hương, lũ xảy ra không đều trên cả 3 sông nhánh là Tả Trạch, Hữu Trạch và sông Bồ. Theo thống kê, thứ tự xuất hiện lũ lớn nhất hàng năm giữa 3 trạm Kim Long, Thượng Nhật, Phú Ốc (mực nước lớn nhất năm) cho thấy: Lũ đặc biệt lớn xảy ra trên sông Bồ, cùng cấp với sông Hương (lũ 1999, 1983) trong khi đó lũ trên sông Tả Trạch (nhánh Thượng Nhật) xảy ra không đồng kỳ. Tại nhánh sông Thượng Nhật, mùa lũ kéo dài từ tháng X – tháng XII, lũ tiểu mãn từ tháng V – tháng VIII. Tuy nhiên, nhiều năm vẫn xuất hiện lũ tiểu mãn lớn hơn lũ chính vụ: 1979 (VI); 1989 (V); 2000 (VIII). Điều này cho thấy tính phân kỳ lũ trên hệ thống sông Hương thiếu ổn định.

2.2 Hệ thống công trình hồ chứa thượng nguồn

Các thông số của các hồ chứa thượng nguồn lưu vực sông Hương được trình bày trong bảng 1. Các hồ này được xây dựng với nhiệm vụ giảm mực nước lũ, đồng thời tăng lưu lượng nước mùa cạn hạ lưu sông Hương đảm bảo thỏa mãn nhu cầu nước cho phát triển kinh tế, xã hội và môi trường.

Bảng 1: Các thông số hồ chứa thượng nguồn lưu vực sông Hương

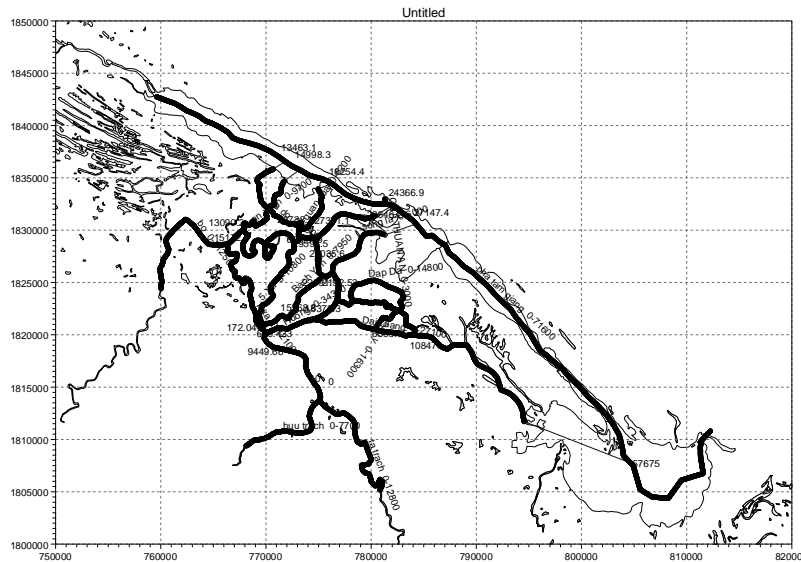
Thông số	Bình Điền (Hữu Trạch)	Hương Điền (Bồ)	Dương Hòa (Tả Trạch)
Diện tích lưu vực (Km ²)	515	707	717
MNDBT (m)	85	58	45
MNC (m)	53	42	23
MNGC (m)	85,1	59,13	51,98
Dung tích toàn bộ (10 ⁶ m ³)	423,68	820,67	610
Dung tích hữu ích (10 ⁶ m ³)	344,39	440,31	420
Dung tích chết (10 ⁶ m ³)	79,29	380,36	72
Công suất lắp máy (Mw)	44	50	19,5
Dung tích phòng lũ (10 ⁶ m ³)	70-180	200-400	392,6

3. MIKE 11 - THIẾT LẬP MẠNG LƯỚI TÍNH TOÁN

MIKE 11 do DHI Water & Environment phát triển, là bộ phần mềm dùng để mô phỏng thủy động lực dòng chảy 1 chiều vùng cửa sông, sông, hệ thống kênh dẫn... Mô đun Thủy động lực (HD) là thành phần chính của mô hình, sử dụng sơ đồ sai phân ẩn hữu hạn 6 điểm Abbott-Ionescu để giải hệ phương trình Saint-Venant.

Với giao diện thân thiện, linh hoạt và tốc độ, MIKE 11 cung cấp một môi trường thiết kế hữu hiệu về kỹ thuật công trình, tài nguyên nước, quản lý chất lượng nước và các ứng dụng khác.

Mô hình MIKE11 thiết lập cho hệ thống sông Hương bao gồm toàn bộ dòng chính và các phụ lưu chính của vùng trung, hạ du lưu vực sông Hương (hình 2).



Hình 2: Sơ đồ tính toán thủy lực mạng lưới sông suối – đầm phá lưu vực sông Hương

Điều kiện Biên trên của mô hình là quá trình lưu lượng theo thời gian $Q = f(t)$ tại các vị trí như sau:

- + Trên sông Tả Trạch: tại Dương Hòa ($F_{lv} = 717\text{km}^2$)
- + Trên sông Hữu Trạch: tại Bình Điền ($F_{lv} = 515\text{km}^2$)
- + Trên sông Bồ: tại Cổ Bi ($F_{lv} = 707\text{km}^2$)

Điều kiện Biên dưới của mô hình là quá trình mực nước triều thực đo tại vùng cửa sông Thuận An và Hòa Duân. Trong mùa lũ, đập Thảo Long mở hoàn toàn không ảnh hưởng đến

thoát lũ.

Biên dọc sông của mô hình là các lưu lượng gia nhập khu giữa (Bảng 2)

Số liệu sử dụng cho việc hiệu chỉnh và kiểm định mô hình là quá trình lưu lượng và mực nước tại Phú Ốc, Kim Long, Phú Cam, Đập Đá từ các trận lũ lớn đã xảy ra trên lưu vực. Kết quả tính toán hiệu chỉnh, kiểm định cho thấy đường tính toán và thực đo là tương đối phù hợp, khẳng định độ tin cậy của các thông số đã được lựa chọn. Mô hình hoàn toàn có thể được sử dụng cho các tính toán nghiên cứu thủy lực trong lưu vực.

Bảng 2: Các đặc trưng khu giữa lưu vực sông Hương

TT	Tên lưu vực	$F_{lv}(\text{km}^2)$	Cửa ra
1	Khu giữa từ Dương Hòa đến Tuần	78.6	Sông Tả Trạch
2	Khu giữa từ Bình Điền đến Tuần	159	Sông Hữu Trạch
3	Khu giữa từ Tuần đến Nham Biều	76.8	Sông Hương
4	Dân Dùng	29.9	Sông Bạch Yến
5	Ô Hồ	49	Sông Bồ
6	Cổng Bặc	23	Sông Đại Giang
7	Khe Vực	41.2	Sông Đại Giang
8	Phú Bài	44	Sông Đại Giang
9	Sông Nông	123	Sông Đại Giang

4. PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG CHỐNG LŨ CỦA CÁC HỒ CHỨA

Lưu vực sông Hương đã xảy ra nhiều trận lũ chính vụ lớn, trong đó trận lũ diễn ra từ ngày

29/10 – 4/11/1983 được coi là trận lũ tương đối lớn trong vòng 50 năm trở lại đây, trận lũ này được đánh giá là tương đương với tần suất lũ $P=7-10\%$. Đây là trận lũ có tài liệu quan trắc

tương đối đồng bộ nên được chọn để đánh giá khả năng cắt lũ của các hồ chứa.

Hồ Tả Trạch đã được tính toán điều tiết lũ với dung tích phòng lũ là $392.6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Hồ Bình Điền và hồ Cổ Bi mặc dù nhiệm vụ đặt ra đã khá rõ ràng, nhưng do chưa giải quyết được các mâu thuẫn giữa lợi ích chống lũ với các lợi ích cấp nước khác, vì vậy hồ Bình Điền được kiến nghị tính toán với 2 trường hợp: (i) hồ vận hành với dung tích chống lũ là $70 \times 10^6 \text{ m}^3$, (ii) hồ vận hành

với dung tích phòng lũ là $180 \times 10^6 \text{ m}^3$; Hồ Cổ Bi tính toán với 2 trường hợp: (i) hồ để dung tích phòng lũ là $200 \times 10^6 \text{ m}^3$, (ii) hồ để dung tích phòng lũ là $400 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Trên cơ sở dung tích phòng lũ ứng với từng hồ như trên, tiến hành tính toán điều tiết dòng chảy lũ (1983) qua các hồ. Đường quá trình ($Q_{xa} \sim t$) sẽ được sử dụng làm điều kiện biên trên của bài toán. Các kịch bản phối hợp cắt lũ giữa các hồ được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3: Phương án phối hợp cắt lũ các hồ chứa thượng nguồn sông Hương

TT	Tên phương án	Dung tích cắt lũ của hồ chứa (10^6 m^3)		
		Tả Trạch	Bình Điền	Cổ Bi
1	TBC1	392.6	70	200
2	TBC2	392.6	180	200
3	TBC3	392.6	70	400
4	TBC4	392.6	180	400

Kết quả tính toán mực nước, lưu lượng dòng chảy tại các điểm hạ lưu sông Hương ứng với các phương án cắt lũ thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4: Mực nước lớn nhất ứng với các phương án tính toán cắt lũ

TT	Phương án	Phú Ôc			Kim Long			Phú Cam			Đập Đá		
		$H_{\max TT}$ (m)	H_{\max}^* (m)	$\square H$ (m)	$H_{\max TT}$ (m)	H_{\max}^* (m)	$\square H$ (m)	$H_{\max TT}$ (m)	H_{\max}^* (m)	$\square H$ (m)	$H_{\max TT}$ (m)	H_{\max}^* (m)	$\square H$ (m)
1	TBC1	3.33	4.94	-1.61	3.45	4.80	-1.35	3.31	4.66	-1.35	2.99	4.35	-1.36
2	TBC2	3.2	4.94	-1.74	3.14	4.80	-1.66	3.02	4.66	-1.64	2.71	4.35	-1.64
3	TBC3	2.49	4.94	-2.45	3.34	4.80	-1.46	3.21	4.66	-1.45	2.83	4.35	-1.52
4	TBC4	2.3	4.94	-2.64	3.02	4.80	-1.78	2.89	4.66	-1.77	2.52	4.35	-1.83

H_{\max}^* mực nước lớn nhất khi không có hồ tham gia cắt lũ

Từ bảng 4 có thể rút ra một số nhận xét sau:

Khi có sự tham gia cắt lũ của cả 3 hồ, các phương án lựa chọn đều đảm bảo hạ thấp mực nước max tại Kim Long xuống dưới +3,5m. Hiệu quả cắt lũ của các phương án TBC1; TBC2; TBC3; TBC4 cho Thành phố Huế (Mực nước Tại Kim Long giảm xuống) lần lượt là 1.35 m; 1,66 m; 1,46 m; 1,78 m. Tương ứng với mực nước lũ lớn nhất là +3,45 m; +3,14 m; +3,34 m; +3,02 m.

Nếu dung tích chống lũ của hồ Bình Điền được nâng lên 180 triệu m^3 thì hiệu quả của việc cắt lũ rất cao với mực nước lớn nhất tại Kim Long chỉ còn là +3,02 m, không gây ngập các đường Lê Lợi, Trần Hưng Đạo... Thành phố Huế.

Đối với đồng bằng sông Bồ, do có sự tham gia cắt lũ của hồ Cổ Bi nên các phương án đều làm giảm mực nước sông đi đáng kể. Cụ thể là mực nước và lưu lượng lớn nhất tại Phú Ôc đo được sẽ

chỉ còn là +3,33m và 732 m^3/s ; +3,20m và 711 m^3/s ; 2,49 m và 310 m^3/s ; 2,30 và 305 m^3/s tương ứng với các phương án TBC1; TBC2; TBC3; TBC4.

Ngoài độ sâu, thời gian ngập lụt cũng là điều cần xem xét trong việc đánh giá ảnh hưởng của lũ lụt ở hạ du. Kết quả mô phỏng cho thấy hiệu quả thu ngắn thời gian ngập sẽ giảm đi rõ rệt khi có sự tham gia cắt lũ của các hồ chứa. Trong trường hợp có sự tham gia của hồ Tả Trạch, hồ Bình Điền (dung tích lũ $180 \times 10^6 \text{ m}^3$) và hồ Cổ Bi (dung tích lũ $400 \times 10^6 \text{ m}^3$) ứng với trận lũ như năm 1983 thì thời gian ngập lũ được tính toán kiểm tra tại Kim Long với mực nước cao trên +3m được rút xuống chỉ còn 3 giờ. Thành phố Huế về cơ bản không bị ngập cao và lâu dài như trước.

5. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1) Lũ trên sông Hương (tại Kim Long) khá lớn

trở lên hay lũ đặc biệt lớn xảy ra đồng kỳ với sông Bồ song không đồng kỳ với lũ xảy ra trên nhánh trái của sông Tả Trạch (sông Thượng Nhật). Vì vậy cần thiết có một trạm thủy văn cấp II đặt trên sông nhánh BaRan có nhiệm vụ quan trắc mưa, lưu lượng làm biên tính toán.

2) Các trận lũ lớn đặc biệt cả ba sông đều có mưa lớn xảy ra đồng thời.

3) Lũ đặc biệt lớn trên sông Hương xuất hiện đồng thời song không đồng kỳ, chúng xảy ra với các cấp độ lớn khác nhau (độ lặp lại khác nhau). Do tính phân kỳ kém ổn định, cần lưu ý khi xây dựng qui trình vận hành cho các hồ chứa thượng nguồn.

4) Lũ trên sông Hương xảy ra trong thời gian ngắn với cường suất lớn (đỉnh lũ rất lớn), song tổng lượng lũ không lớn thích ứng. Vì vậy, việc chống lũ sẽ tập trung vào cắt đỉnh là chủ yếu.

5) Lũ trên sông Hương lên rất nhanh, xuống cũng nhanh, thời gian truyền lũ rất ngắn. Vì thế đòi hỏi phải xây dựng được công nghệ dự báo lũ có độ tin cậy cao với thời gian dự kiến $\tau \geq 24h$.

6) Do lũ lên nhanh xuống nhanh nên cần theo

đõi lũ tại Kim Long ngay khi $H_{KL} = 1$ m và chuẩn bị cắt lũ khi $H_{KL} = 1,5 - 2,0$ m.

7) Việc ứng dụng mô hình MIKE 11 cho việc diễn toán dòng chảy lưu vực sông Hương là phù hợp. Ngoài ra mô hình còn có module Structure Control sẽ giúp cho việc mô phỏng các quy trình vận hành hồ chứa một cách dễ dàng, thuận tiện cho việc nghiên cứu thiết lập quy trình vận hành liên hồ sau này.

8) Việc kết hợp cả ba hồ cắt lũ (với lũ 1983 ứng với $p=7-10\%$) sẽ đảm bảo mực nước tại Kim Long dưới +3,5 m, không ảnh hưởng đến các di tích lịch sử.

9) Việc lựa chọn dung tích phòng lũ cho hồ chứa sẽ được xác định trên cơ sở yêu cầu mực nước phòng lũ tại hạ du (tại Kim Long), yêu cầu về phát điện với trận lũ có độ lặp lại $N \geq 20$ năm ($p \leq 5\%$). Đây là 2 mục tiêu đối lập, việc tìm được tiếng nói chung giữa các ngành là không dễ dàng, đòi hỏi phải ứng dụng các phương án tối ưu hóa trong vận hành và quản lý hồ chứa.

10) Cần sớm tiến hành xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa cho hệ thống sông Hương.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1) Công ty Cổ phần Thủy điện Bình Điền, Thuyết minh tính toán thủy văn công trình hồ chứa nước Bình Điền.

2) Công ty Cổ phần Thủy điện Hương Điền, Thuyết minh tính toán thủy văn công trình hồ chứa nước Hương Điền.

3) DHI, MIKE 11 – A modelling system for Rivers and Channels. DHI Software, DHI Water & Environment, Denmark.

4) HEC1, Thuyết minh tính toán thủy văn công trình hồ chứa nước Tả Trạch.

5) Ngô Đình Tuấn và nnk, Báo cáo Đánh giá tác động môi trường dự án hồ chứa Tả Trạch tỉnh Thừa Thiên Huế.

Abstract:

APPLICATIONS OF THE MIKE 11 MODEL FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS IN FLOOD CONTROL OF THE RESERVOIRS IN UPSTREAM OF THE HUONG RIVER.

Huong River is the largest one which plays an important role in the social-economic development of Hue province. Physically, the Huong river flow is profuse, but varies in time. In order to neither control flood nor improve the water exploitation/use ability, many constructions have been built in the river basin. Consequently, the Huong flow regime is dramatically governed due to the appearance of various hydropower reservoirs in the upstream leading to the conflicts between local stakeholders - especially, between flood control and hydropower generation. Therefore, solutions coping this problem would be effectively solved unless the cooperated inter-reservoir operation is made. This paper presents the application of MIKE 11 model to analyse the effectiveness of the reservoir operations for flood control. As expected, the research results will be used as scientific basis for establishing multi-reservoir regulation for exploitation and water resources usage within the Huong river basin.