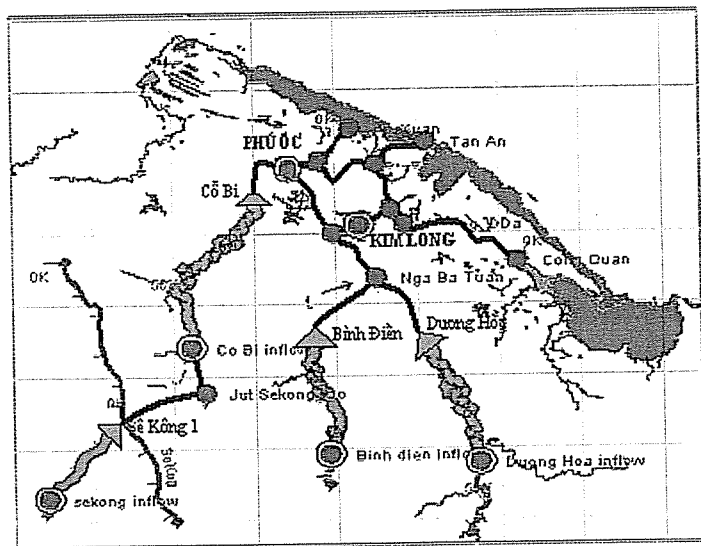


ĐIỀU TIẾT LŨ HỆ THỐNG HỒ CHỨA LƯU VỰC SÔNG HƯƠNG BẰNG MÔ HÌNH HEC-RESSIM

PGS.TS. Nguyễn Hữu Khải - Đại học Khoa học Tự nhiên
ThS. Lê Thị Huệ - Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Đồng bằng Bắc Bộ

Hệ thống hồ chứa đang ngày càng tham gia tích cực vào quá trình điều tiết dòng chảy, đặc biệt là dòng chảy lũ, góp phần nâng cao hiệu quả phòng chống lũ và sử dụng tài nguyên nước. Bài báo này trình bày những kết quả nghiên cứu ứng dụng mô hình HEC-RESS trong tính toán điều tiết lũ hệ thống sông Hương với các hồ chứa song song và nối tiếp. Mô hình cho phép xác định các thông số và thời gian thích hợp trong vận hành hệ thống để đảm bảo an toàn hạ lưu và an toàn bản thân các hồ chứa. Những kết quả này có thể áp dụng cho các hệ thống hồ chứa khác.



Hình 1. Hệ thống hồ chứa trên lưu vực sông Hương

1. Bài toán điều tiết dòng chảy bằng hệ thống hồ chứa

Hệ thống hồ chứa đang góp phần tích cực vào nhiều mục tiêu trong đó có điều tiết dòng chảy, làm giảm dòng chảy lũ và tăng dòng chảy kiệt. Hệ thống hồ chứa có dạng bậc thang trên một nhánh sông, có dạng song song trên

nhiều nhánh, hoặc kết hợp cả hai. Nhưng mỗi hồ chứa có chức năng và biểu đồ hoạt động riêng, có tác động khác nhau tới hạ lưu. Tùy theo đặc điểm địa lý thủy văn từng lưu vực và phương pháp vận hành mà hiệu quả điều tiết khác nhau.

Trên thế giới trước đây đã có nhiều công trình nghiên cứu sử dụng và vận hành hồ chứa. Tuy nhiên các công trình đó chỉ mới nghiên cứu cho từng hồ chứa riêng lẻ và các mục tiêu riêng biệt không nằm trong hệ thống. Gần đây một số mô hình đã xem xét phương pháp tính toán điều tiết cả hệ thống hồ chứa như HEC-5 (1998), HEC-RESSIM (2003) cho phép giải quyết bài toán vận hành của toàn hệ thống trong mối quan hệ tương hỗ với nhau.

Sông Hương là con sông lớn nhất của tỉnh Thừa Thiên Huế một tỉnh cực nam của vùng duyên hải Bắc Trung Bộ, có diện tích 2830km² chiếm 56% diện tích toàn tỉnh, giữ vai trò trọng yếu về nguồn nước cũng như tình hình

Người phản biện: PGS.TS. Vũ Văn Tuấn

lũ lụt trong tỉnh. Trên lưu vực sông Hương hàng loạt các hồ chứa đã và đang xây dựng, bao gồm cả song song và nối tiếp. Đó là các hồ chứa Cổ Bi trên sông Bồ, Bình Điền trên sông Hữu Trạch, Dương Hoà trên sông Tả Trạch. Ngoài ra ở phía trên, thuộc lưu vực sông Sê Kông, còn có hồ chứa Sê Kông chuyển nước sang sông Bồ. Vị trí của các hồ chứa được chỉ ra trên hình 1.1. Các đặc trưng thiết kế của từng hồ chứa được Công ty Tư vấn thiết kế điện I thực hiện [1]. Trong nghiên cứu này chúng tôi tiến hành tính điều tiết cho toàn bộ hệ thống hồ chứa bằng mô hình HEC-RESSIM

2. Ứng dụng mô hình HEC-RESSIM tính điều tiết lũ hệ thống hồ chứa sông Hương

a. Giới thiệu mô hình HEC-RESSIM

Mô hình HEC-RESSIM (Reservoir System Simulation) được Trung tâm Thủy văn công trình Hoa kỳ (Hydrologic Engineering Center, U.S. Army Corps of engineering) phát triển lên từ mô hình Hec-5, rất thành công trong việc mô phỏng các chương trình kiểm soát lũ và điều tiết hệ thống. HEC-RESSIM bao gồm các giao diện đồ hoạ đẹp, các chương trình tính toán vận hành hồ chứa, và các khả năng lưu trữ và quản lý số liệu. Cơ sở lý thuyết của mô hình được trình bày trong [3], [4] và [5].

HEC-RESSIM chia thành ba phần gọi là các Module (bao gồm: Watershed setup; Reservoir Network; và Simulation), chúng được kết hợp trong tính toán. Hai modul đầu cho phép thiết lập một hệ thống hồ chứa trên lưu vực, các đặc trưng của hồ chứa, các đoạn sông và nút diễn toán và các vị trí kiểm soát theo yêu cầu đề ra. Modul cuối cho phép tiến hành các mô phỏng theo các kịch bản điều hành hệ thống đảm bảo chống lũ hạ lưu. Quá trình diễn toán được tiến hành theo từng hồ chứa và toàn hệ thống theo nguyên tắc cân bằng lượng trữ, sau đó diễn toán dòng chảy qua từng hồ chứa và toàn hệ thống về hạ lưu đến các điểm kiểm soát bằng mô hình diễn

toán đoạn sông (SSARR hoặc Muskingum-Cunge.v.v.). Bằng cách tính lập mô hình chọn được quá trình tích và xả của hệ thống hồ chứa một cách hợp lý nhất đảm bảo yêu cầu khống chế của dòng chảy ở thượng và hạ lưu.

Vận hành hệ thống hồ chứa được thực hiện bằng các quy tắc (Rule) cho hai hoặc nhiều hồ chứa theo kiểu bậc thang hoặc song song. Khi định nghĩa một hệ thống bậc thang hoặc song song, mô hình xác định lượng xả cho từng hồ, vận hành theo nguyên tắc cân bằng lượng trữ với các ràng buộc khác nhau. 2 loại ràng buộc thường được áp dụng là ràng buộc về hàm xả và ràng buộc tại điểm kiểm soát hạ lưu. Loại ràng buộc về hàm xả bao gồm các yếu tố ràng buộc như: mực nước trong hồ chứa, mực nước tại đập, và dòng chảy ra các cửa xả. Ràng buộc cho phép xác định lượng xả lớn nhất, nhỏ nhất qua các công trình xả. Ràng buộc tại điểm kiểm soát hạ lưu là sự mở rộng của ràng buộc về hàm xả. Ràng buộc này xác định lượng dòng chảy lớn nhất, nhỏ nhất tại điểm kiểm soát. Giới hạn xả cuối cùng được xác định dựa trên ảnh hưởng của diễn toán và dòng chảy lũ cục bộ tại điểm kiểm soát. Các ràng buộc nhằm đảm bảo an toàn cho các công trình hồ chứa và an toàn cho vùng hạ lưu.

Do mô hình HEC-RESSIM yêu cầu số liệu đầu vào là lưu lượng đến các tuyến công trình, nhưng tại các trạm thủy văn yếu tố đo đạc chủ yếu là mực nước, những trạm đo lưu lượng lại không thường xuyên do đó thiếu tài liệu để xây dựng mô hình. Để khắc phục hạn chế trên chúng tôi đã sử dụng mô hình HEC-HMS để chuyển số liệu mưa thành lưu lượng [2]. HEC-HMS vừa cung cấp đầu vào cho HEC-RESSIM đồng thời khắc phục được nhược điểm của mô hình HEC-RESSIM là không tính đến thành phần mưa.

Dùng số liệu mực nước tại các trạm để so sánh và hiệu chỉnh hai mô hình HEC-HMS và HEC-RESSIM, dựa trên quan hệ $Q \sim H$ tại các trạm được xây dựng theo công thức Chezy-Manning.

b. Hiệu chỉnh và kiểm định mô hình HEC-RESSIM

Để ứng dụng có hiệu quả cần hiệu chỉnh và kiểm định mô hình. Tại hai điểm kiểm soát Phú Ốc và Kim Long, do các hồ chứa đều chưa đi vào hoạt động nên không thể hiệu chỉnh mô hình theo số liệu sau khi hồ đã vận hành. Vì vậy, việc hiệu chỉnh mô hình tiến hành cho trường hợp dòng chảy tự nhiên, chưa có điều tiết.

Chọn trận lũ từ ngày 24/11/2004 đến ngày 01/12/2004 để hiệu chỉnh mô hình. Đây là một trận lũ lớn xảy ra đồng bộ trên cả ba nhánh sông Bồ, Tả Trạch và Hữu Trạch. Trận lũ này gây thiệt hại nặng nề cho hạ du sông Hương,

nước lũ lên nhanh song xuống rất chậm gây ngập lụt lớn. Chọn trận lũ từ ngày 30/10/2005 đến ngày 05/11/2005 làm trận lũ kiểm định mô hình. Đây cũng là một trận lũ lớn gây ngập lụt nhiều ngày và xảy ra trên tất cả các nhánh sông.

Khi hiệu chỉnh và kiểm định mô hình HEC-RESSIM đã sử dụng các quá trình lũ tại các trạm trên Cổ Bi, Thượng Nhật và Bình Điền làm đầu vào mô hình và mực nước thực đo tại Kim Long, Phú Ốc được sử dụng để kiểm tra, so sánh khi hiệu chỉnh.

Kết quả hiệu chỉnh và kiểm định đồng thời 2 mô hình (kể cả quan hệ Q-H) được đưa ra trong bảng 1 và 2.

Bảng 1. Đánh giá sai số mực nước đỉnh lũ khi hiệu chỉnh mô hình

Vị trí	Thực đo (m)	Mô hình (m)	Sai số (m)
Kim Long	4,02	4,07	0,05
Phú Ốc	4,87	4,80	0,07

Qua kết quả hiệu chỉnh và kiểm định, thấy rằng có thể sử dụng bộ thông số thu được để diễn toán điều tiết lũ cho các trận lũ khác.

c. Điều tiết lũ hệ thống hồ chứa

Trận lũ đầu tháng 11/1999 là trận lũ lịch sử xảy ra tại Thừa Thiên Huế, gây ngập lụt dài ngày và ảnh hưởng rất lớn tới kinh tế, chính trị và văn hoá của vùng, vì vậy được chọn để tính toán điều tiết bằng mô hình. Giả thiết rằng có hệ thống đê dọc sông với cao độ có thể khống chế tốt được con lũ năm 1999. Tác

Bảng 2. Đánh giá sai số mực nước đỉnh lũ khi kiểm định mô hình

Vị trí	Thực đo (m)	Mô hình (m)	Sai số(m)
Kim Long	3,91	3,80	0,11
Phú Ốc	3,96	4,00	0,04

giả nghiên cứu vận hành điều tiết lũ với 3 phương án khác nhau.

- Phương án 1 (sử dụng đặc trưng thiết kế của công ty tư vấn điện 1)

Phương án này sẽ đảm bảo mực nước của các điểm hạ lưu Kim Long, Phú Ốc ở mức báo động III (3,0m đối với Kim Long và 4,0m đối với Phú Ốc), còn giới hạn xả lớn nhất qua các công trình lấy theo thiết kế của công ty Tư vấn điện I (bảng 3)

Bảng 3. Các thông số xả ràng buộc của phương án 1

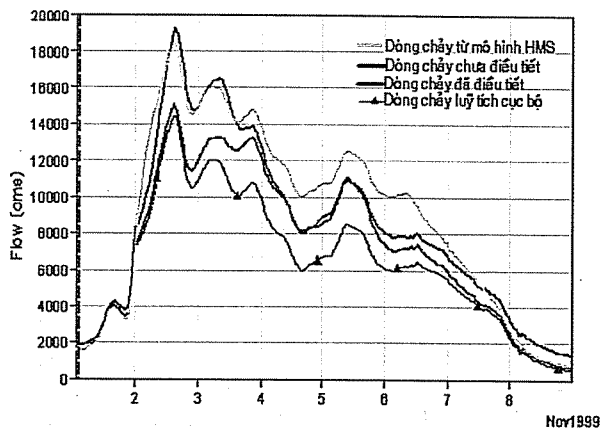
Đặc trưng hồ		Sê Kông	Cổ Bi	Bình Điền	Dương Hoà
Vùng Duy trì	Cao trình hồ lớn nhất (m)	527	58	85	45
	Lưu lượng xả lớn nhất (m ³ /s)	520	6931	4964	6836
Vùng Phòng lũ	Cao trình hồ lớn nhất (m)	530	62	90	50
	Lưu lượng xả lớn nhất (m ³ /s)	925	10211	8081	9791

Kết quả điều tiết của phương án 1 như sau:

1) Tại Kim Long

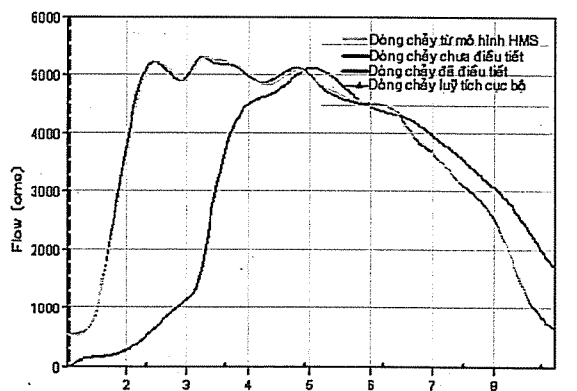
Dưới tác động điều tiết của hai hồ chứa Dương Hòa và Bình Điền lượng dòng chảy tới điểm kiểm soát Kim Long đã có giảm. Lưu lượng đỉnh lũ giảm từ $18497\text{m}^3/\text{s}$ xuống còn $15031\text{m}^3/\text{s}$ (giảm $3466\text{m}^3/\text{s}$). (hình 1)

Mức nước lớn nhất tại Kim Long giảm từ $5,81\text{m}$ (trên báo động III là $2,81\text{m}$) xuống còn $4,72\text{m}$ (trên báo động III là $1,72\text{m}$). Như vậy sau khi có sự điều tiết của hồ mức nước tại Kim Long giảm được $1,09\text{m}$.



Hình 2. Quá trình dòng chảy trận lũ từ 1-8/11/1999 tại Kim Long

2) Tại Phú Ốc



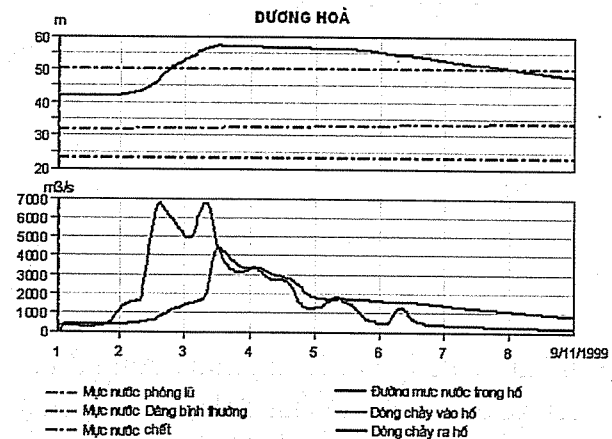
Hình 3. Quá trình dòng chảy trận lũ từ 1-8/11/1999 tại Phú Ốc

Hình 3 cho thấy rằng lưu lượng đỉnh đến Phú Ốc giảm không đáng kể. Nhưng thời gian duy trì mức nước cao đã được rút ngắn đi

hiều. Đỉnh lũ đã xuất hiện trễ hơn. Lưu lượng đỉnh khi chưa điều tiết là $5279\text{m}^3/\text{s}$ (15h ngày 2/11/1999) và khi đã điều tiết là $5098\text{m}^3/\text{s}$ (01h ngày 5/11/1999), trễ 58h.

Mức nước đỉnh lũ tại Phú Ốc giảm từ $5,18\text{m}$ (trên báo động III là $1,18\text{m}$) xuống còn $5,00\text{m}$ (trên báo động III là $1,00\text{m}$). Thời gian duy trì trên mức báo động III giảm từ khoảng 4,5 ngày xuống còn khoảng 3,5 ngày. Có nghĩa là bớt đi một ngày Phú Ốc bị ngập trong nước lũ. Tình hình tại các hồ chứa sau khi điều tiết như sau:

3. Hồ Dương Hòa

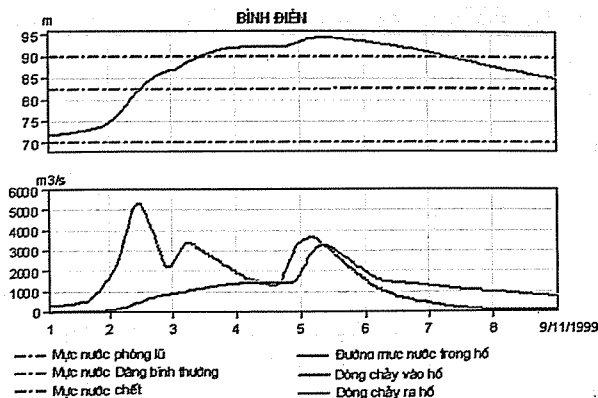


Hình 4. Quá trình mực nước và lưu lượng tại hồ chứa Dương Hòa

Hình 4 tổng lượng dòng chảy đến hồ Dương Hòa rất lớn (1189.106m^3) với kích thước công trình như tính toán và lượng xả cho phép lớn nhất đã chọn thì mức nước trong hồ vẫn dâng cao trên mức phòng lũ (cao hơn 7m) gây mất an toàn hồ.

4. Hồ Bình Điền

Cũng như hồ chứa Dương Hòa, lượng dòng chảy đến hồ rất lớn và mức nước trong hồ chứa cũng cao hơn mức phòng lũ $4,4\text{m}$. Tổng lượng nước giữ lại hồ là 269 triệu m^3 (hình 5).



Hình 5. Quá trình mực nước và lưu lượng tại hồ chứa Bình Điền

5) Hồ Sê Kông

Về cơ bản hồ Sê Kông đóng góp rất nhỏ vào quá trình cất lũ. Lượng nước trữ lại hồ chỉ khoảng 95 triệu m³. Phần nước còn lại chuyển sang hồ chứa Cổ Bi.

6) Hồ Cổ Bi

Do lưu lượng tới hồ chứa Cổ Bi khá lớn cộng với lượng nước từ lưu vực Sê Kông chuyển sang nên dòng chảy vào hồ tăng cao. Sau khi tích đầy hồ, lượng nước đến hồ bao nhiêu xả bấy nhiêu nên lưu lượng đỉnh lũ giảm không đáng kể mà chỉ giảm được một phần tổng lượng dòng chảy.

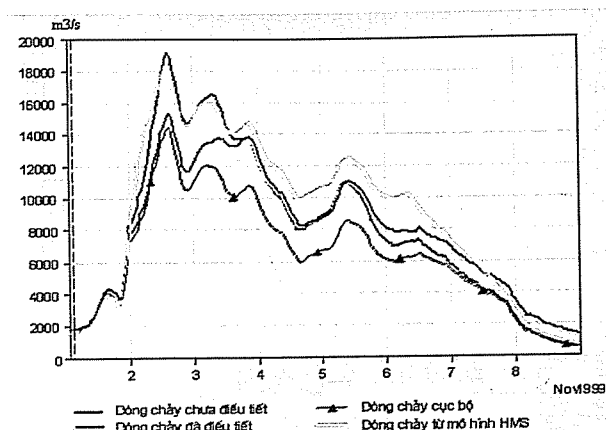
Trong phương án này ưu tiên hồ Cổ Bi và Bình Điền vận hành trước, sau đó đến hồ Sê Kông và cuối cùng là hồ chứa Dương Hòa. Hồ chứa Cổ Bi được vận hành trước hồ Sê Kông hơn 10 giờ nhằm mục đích để trống một phần dung tích đón dòng chảy từ Sê Kông điều tiết xuống.

- Phương án 2 (Đảm bảo an toàn cho các điểm kiểm soát hạ lưu)

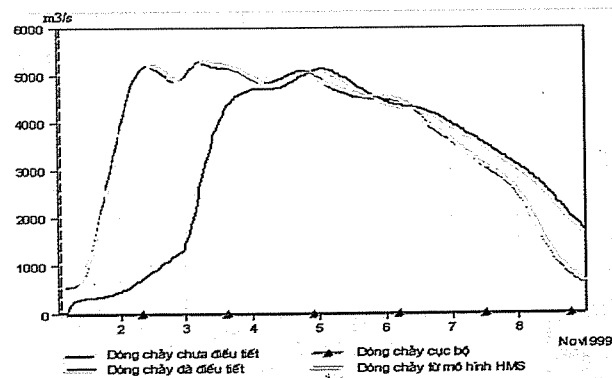
Trong phương án này thay ràng buộc về giới hạn xả lớn nhất cho phép qua công trình bằng ràng buộc về lượng dòng chảy xuống các điểm kiểm soát hạ lưu sao cho mực nước tại những điểm đó không vượt quá báo động III. Dòng chảy cho phép lớn nhất tại Kim Long là

9551m³/s và tại Phú Ốc là 4076m³/s.

Sau khi tiến hành vận hành hệ thống ta được các kết quả sau (hình 2.5 và 2.6): Mực nước tại Kim Long và Phú Ốc đều tăng lên, song không làm cho mực nước tại hai điểm tăng quá lớn. Tại điểm Kim Long mực nước chỉ tăng hơn 1 cm so với hai phương án trên. Mực nước tại Phú Ốc gần như không thay đổi.

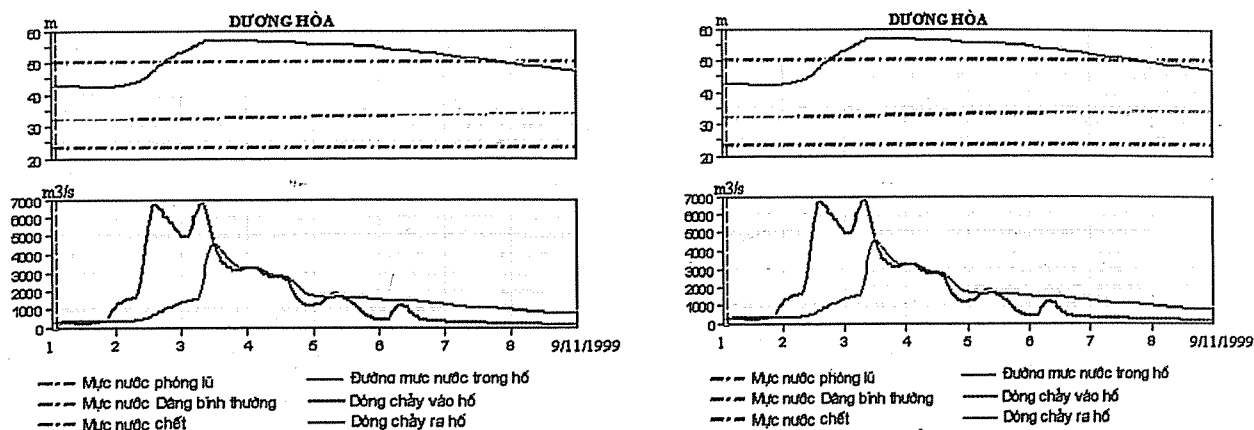


Hình 6. Quá trình lưu lượng tại Kim Long theo phương án 2



Hình 7. Quá trình lưu lượng tại Phú Ốc theo phương án 2

Hình 8 nhận thấy khi thay ràng buộc bằng hàm kiểm soát hạ lưu thì diễn biến dòng chảy và mực nước trong hồ không có sự khác biệt nhiều so với phương án 1.



Hình 8. Quá trình mực nước và lưu lượng tại

Mực nước tại hai hồ Sê Kông và Cổ Bi không vượt quá cao trình phòng lũ, song mực nước tại hồ Dương Hòa và Bình Điền lại quá cao không đảm bảo an toàn cho hồ chứa. Mặc dù có ràng buộc theo điểm khống chế hạ lưu song lượng dòng chảy đến các hồ rất lớn. Khi mực nước trong các hồ đạt tới mức phòng lũ, hồ không thể tích thêm vào và lượng dòng chảy đến hồ bao nhiêu sẽ xả đi bấy nhiêu. Đến lúc này tất cả các ràng buộc đều không thể khống chế được dòng chảy xuống hạ lưu. Khác với phương án 1, ở phương án này tất cả các hồ chứa cùng đồng thời vận hành.

Như vậy có thể thấy 2 phương án trên chỉ đáp ứng được 1 trong 2 yêu cầu là: hoặc giữ mực nước đảm bảo an toàn cho hạ lưu, hoặc an toàn cho các hồ chứa thượng lưu.

- Phương án 3 Thay đổi kết cấu để đảm bảo mực nước các hồ chứa

Từ hai phương án trên ta nhận thấy tại hai hồ Sê Kông và Cổ Bi mực nước cao nhất trong hồ bằng với cao trình phòng lũ. Như vậy, hai hồ này đã đảm bảo an toàn, không cần phải thay đổi thông số hồ.

Đối với hai hồ chứa Dương Hòa và Bình Điền, mực nước trong hồ cao, vượt quá cao trình cho phép. Đặc biệt đối với hồ Dương Hòa, vượt mức cho phép trên 7m còn Bình Điền cũng vượt trên 4m.

Để đảm bảo mực nước hồ chứa không vượt

mức cho phép ta chọn giải pháp thay đổi một số kết cấu của công trình hồ như sau:

+ Giữ nguyên các thông số thiết kế của hai hồ chứa Sê Kông và Cổ Bi.

+ Tại hồ chứa Dương Hòa: Giữ nguyên cao trình mực nước dâng bình thường, mở rộng cửa xả lũ, tính đến cả lượng nước qua công trình thủy điện sau hồ để tăng lưu lượng nước lớn nhất cho phép xuống hạ lưu từ 6835m³/s lên 7500m³/s. Tăng cao thêm cao trình phòng lũ từ 50m lên 52m, mở rộng đường tràn để tăng lượng nước lớn nhất cho phép xuống hạ lưu từ 9791m³/s lên 10000m³/s.

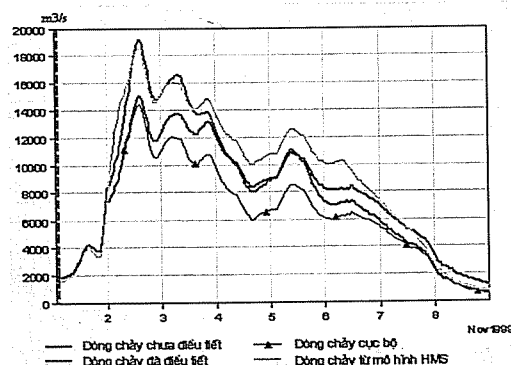
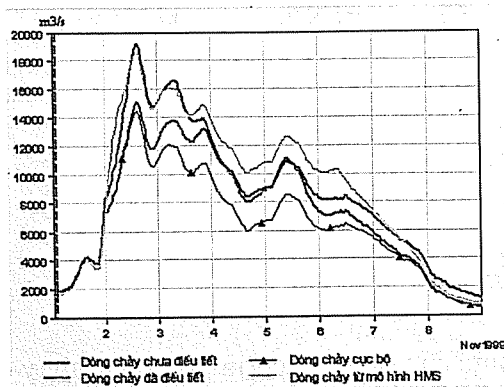
+ Tại hồ chứa Bình Điền, cũng thay đổi như hồ Dương Hòa: Ở phần dung tích hiệu dụng, giữ nguyên cao trình dâng bình thường, mở rộng cửa xả để tăng lưu lượng xuống hạ lưu từ 4964 m³/s lên 6000 m³/s. Ở phần dung tích phòng lũ tăng cao trình phòng lũ từ 90m lên 91 m. Mở rộng đường tràn để lưu lượng lớn nhất cho phép tăng từ 8081 m³/s lên 9500m³/s.

Sau khi tiến hành một số thay đổi ta được kết quả điều tiết như hình 2.7 và 2.8. Tất cả các hồ đều an toàn đối với trận lũ năm 1999 và tương đương. Tuy tăng dung tích hồ chứa bằng cách nâng cao cao trình phòng lũ song lượng nước trữ lại trong hồ lại ít hơn so với các phương án trên và lượng xả xuống hạ lưu tăng lên. Trong phương án này hồ Cổ Bi tiến hành vận hành xả trước sau đó mới đến hồ Sê Kông,

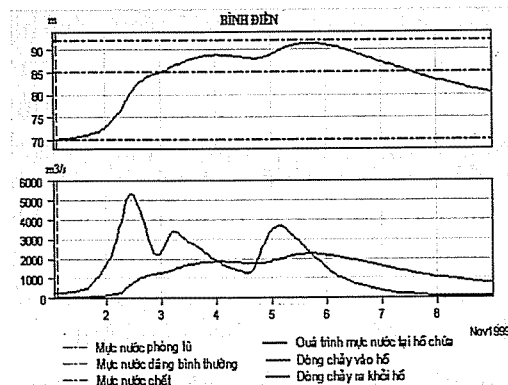
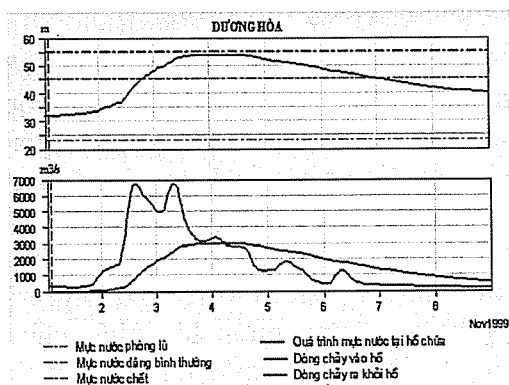
Bình Điền. Hồ Dương Hòa vận hành sau cùng.

So với hai phương án trên thì lượng dòng chảy xuống hai điểm kiểm soát Kim Long và Phú Ốc đều tăng lên song lượng tăng này

không làm cho mực nước tại hai điểm tăng quá lớn. Tại điểm Kim Long mực nước chỉ tăng hơn 1 cm so với hai phương án trên. Mực nước tại Phú Ốc gần như không thay đổi.



Hình 9. Quá trình lưu lượng tại Kim Long và Phú Ốc theo phương án 3



Hình 10. Quá trình mực nước và lưu lượng tại hồ chứa Dương Hoà, Bình Điền

So sánh 3 phương án trên (bảng 2.2) ta có thể đưa ra một số nhận xét sau:

Trong cả 3 phương án nhận thấy lưu lượng

xả lớn nhất xuống hạ lưu chênh nhau không đáng kể. Mức giảm so với mực nước thực đo đều tương đương nhau.

Bảng 3. So sánh các đặc trưng giữa các phương án tại Kim Long và Phú ốc

Đặc trưng	Kim Long				Phú Ốc			
	Chưa điều tiết	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3	Chưa điều tiết	Phương án 1	Phương án 2	Phương án 3
Q_{max} (m³/s)	18497	15031	15038	15046	5279	5098	5104	5103
H_{max} (m)	5,81	4,72	4,72	4,73	5,18	5,00	5,00	5,00
V (10⁶m³)	6167	5313	5323	5358	2572	2037	2134	2185

Với phương án 1 và phương án 2, mực nước tại các hồ chứa Dương Hòa, Bình Điền đều cao trên mực phòng lũ gây mất an toàn hồ nghiêm trọng.

Với phương án 3 mực nước cao nhất trong tất cả các hồ chứa đều ở mực phòng lũ. Nhưng để đảm bảo điều kiện trên tất cả các hồ đều phải để trống hoàn toàn để đón lũ. Điều này rất khó thực hiện trong thực tế vì lũ thường xảy ra vào mùa nước lớn, dung tích của tất cả các hồ chứa đều rất lớn do trữ của các con lũ trước đó và hồ chứa còn phục vụ đa mục tiêu.

Về mặt định tính cũng như tính toán từ các phương án cho thấy tác dụng cắt lũ của các hồ chứa là đáng kể. Tuy nhiên cần chú ý, giả thiết cao độ đề có thể khống chế được trận lũ 1999, nhưng thực tế thì thấy rằng mặc dù có sự tham gia cắt lũ của cả 4 hồ chứa nhưng mực nước tại hạ lưu sông Hương, đặc biệt là khu vực thành phố Huế (Kim Long) vẫn cao hơn cao độ bờ khống chế. Nước lũ vẫn gây ngập lụt nghiêm trọng.

3. Kết luận

1. Với cơ chế lũ trên lưu vực sông Hương và hiện trạng của vùng hạ du sông Hương sau lũ, yêu cầu có biện pháp giảm thiểu tác hại của của lũ trở nên cấp thiết.

Biện pháp phòng chống lũ bằng hệ thống hồ chứa được xem là một trong những biện

pháp hữu ích nhất, song nó chỉ tỏ ra có hiệu quả trong một số trường hợp. Do đó cần có sự phối hợp với các biện pháp khác để có được hiệu quả phòng lũ cao hơn,

2. Mô hình HEC-RESSIM ứng dụng để mô phỏng sự hoạt động của một hệ thống hồ chứa đã được hiệu chỉnh và kiểm định cho 2 trận lũ năm 2004, và 2005 cho thấy là hợp lý. Sử dụng trận lũ năm 1999 là tương đối tổng quát để mô phỏng và đánh giá khả năng phòng chống lũ và ngập lụt cho hạ du sông Hương bằng hệ thống hồ chứa theo một số phương án. Tuy nhiên đây là một trận lũ lịch sử nên việc tính toán còn gặp nhiều khó khăn.

3. Kết quả tính toán bằng mô hình HEC-RESSIM qua các phương án cho thấy tác động và hiệu quả của các hồ chứa đến phòng chống lũ hạ lưu. Đồng thời cho biết cả thời gian vận hành từng hồ chứa. Nó cũng cho thấy khả năng chống lũ của hồ chứa là có hạn. Nghiên cứu chỉ mới xét cho trường hợp để trống hoàn toàn dung tích hồ chứa để điều tiết, nhưng trong thực tế dung tích trước lũ là khác nhau, tùy thuộc vào biểu đồ điều phối và dự báo lũ.

Mô hình HEC-RESSIM còn cho phép diễn toán hệ thống hồ chứa lợi dụng tổng hợp cũng như xem xét khả năng ứng dụng kết quả dự báo mưa lũ để tăng hiệu quả vận hành hệ thống phòng chống lũ. Những vấn đề này được xem xét trong các nghiên cứu sau.

Tài liệu tham khảo

1. Công ty Tư vấn xây dựng điện 1 (2003). Quy hoạch bậc thang thủy điện trên sông Hương, tỉnh Thừa Thiên Huế. Hà Nội.
2. Nguyễn Hữu Khải, Trần Anh Phương (2005). Ứng dụng tổng hợp các mô hình thủy văn - thủy lực dự báo lũ sông Hương. Tạp chí khoa học KTTV số 11. Hà Nội.
3. Nguyễn Hữu Khải, Lê Thị Huệ (2006). Ứng dụng mô hình HEC-RESSIM trong tính toán điều tiết lũ. Tạp chí khoa học ĐHQGHN, T.XXII, số 2B PT. Hà Nội.
4. Lê Thị Huệ (2006). Ứng dụng mô hình HEC-RESSIM tính toán điều tiết lũ hệ thống hồ chứa lưu vực sông Hương. Luận văn Thạc sỹ. Hà Nội.
5. US Army Corps of Engineers (2003). HEC-RESSIM Reservoir System Simulation. Version 2.0. Users' Manual.