

NGHIÊN CỨU CƠ SỞ KHOA HỌC VẬN HÀNH HỆ THỐNG HỒ CHỨA PHÒNG LŨ CHO LƯU VỰC SÔNG CẢ

NCS. Hoàng Thanh Tùng

Khoa Thủy văn và Tài Nguyên nước, Đại học Thủy lợi

PGS. TS. Vũ Minh Cát

Khoa Kỹ Thuật Bờ biển, Đại học Thủy lợi

GS. Roberto Ranzi

Khoa Xây dựng, Đại học Brescia, Italia

Tóm tắt: Giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra, tăng cường hiệu quả kinh tế - xã hội và môi trường từ việc vận hành hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực các sông lớn ở Miền trung là những vấn đề cấp bách hiện nay, đặc biệt trong bối cảnh thiên tai lũ lụt xảy ra thường xuyên hơn, với mức độ ngày càng trầm trọng hơn. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu cơ sở khoa học vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ cho lưu vực sông Cả, tỉnh Nghệ An, Việt Nam.

Các từ khóa: Sông Cả, vận hành, hệ thống liên hồ chứa, phòng lũ

1. MỞ ĐẦU

Những năm gần đây ở Miền Trung nước ta, thiên tai lũ lụt và hạn hán xảy ra nhiều hơn, với mức độ trầm trọng hơn. Ngoài các nguyên nhân khách quan do thời tiết, khí hậu, còn có những nguyên nhân chủ quan khác như khả năng dự báo mưa, lũ trung hạn chưa tốt, sự phối hợp quản lý, vận hành các hồ chứa hiện có trên các lưu vực sông chưa hợp lý. Trên lưu vực sông Cả đã và đang xây dựng nhiều hồ chứa nước lớn như hồ chứa Bản Mông trên sông Hiếu, hồ sông Sào trên sông Sào (nhánh đổ vào sông Hiếu), hồ chứa Bản Vẽ, hồ chứa Khe Bô trên sông Cả, và hồ Thác Muối trên sông Giăng. Đây đều là các hồ chứa đa mục tiêu như phòng lũ, phát điện, cấp nước cho các ngành kinh tế trên lưu vực sông Cả. Tuy nhiên, các hồ chứa nước vẫn chưa có quy trình phối hợp vận hành để phòng chống lũ cho khu vực.

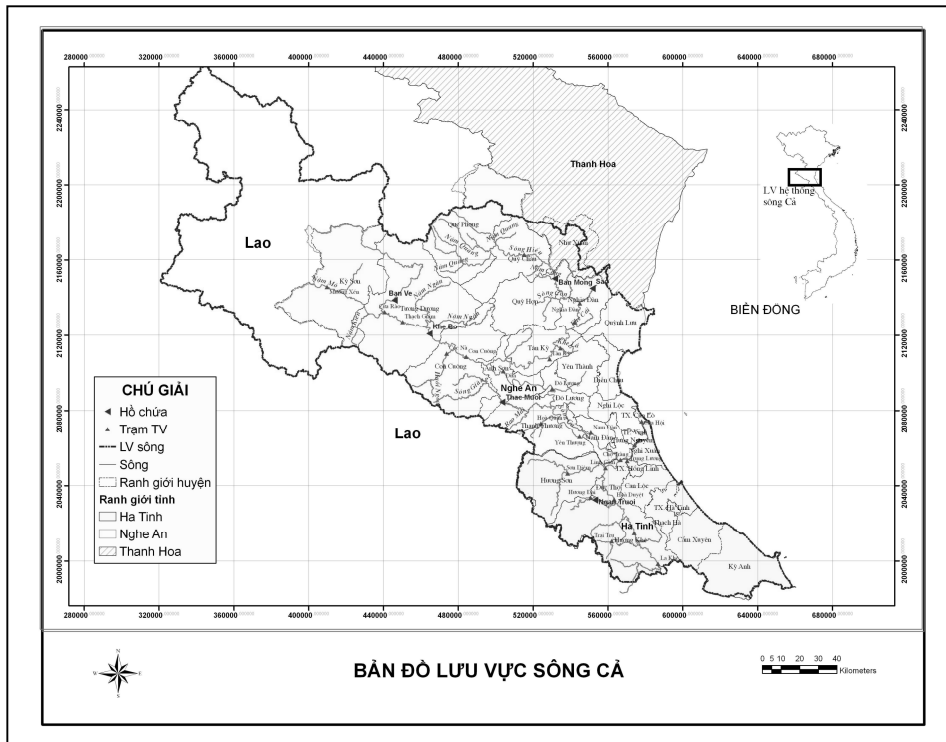
Giảm nhẹ thiệt hại do lũ lụt gây ra, tăng cường hiệu quả kinh tế - xã hội và môi trường từ việc vận hành hệ thống liên hồ chứa lớn trên lưu vực là những mục tiêu chính đặt ra cho chúng ta. Để đạt được mục tiêu đó thì việc nghiên cứu xây dựng cơ sở khoa học vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ là một công việc rất cần thiết và cấp bách cho lưu vực sông Cả. Tác giả đã kết hợp mô hình mô phỏng với mô hình điều khiển hệ thống để nghiên cứu và xây dựng cơ sở khoa học vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng

lũ cho lưu vực sông Cả trong địa phận tỉnh Nghệ An, từ biên giới Việt-Lào đến cầu Yên Xuân, cách điểm nhập lưu của sông La với sông Cả tại Chợ Tràng 4km về phía thượng lưu.

Giới thiệu tóm tắt khu vực nghiên cứu

Sông Cả là sông chính của hệ thống sông Lam, một trong 9 hệ thống sông lớn của nước ta. Sông bắt nguồn từ nước bạn Lào, chảy qua hầu hết địa phận tỉnh Nghệ An, được gọi là sông Cả. Đến hạ lưu vùng Nam Đàn (tại Chợ Tràng) sông tiếp nhận nhánh sông La từ Hà Tĩnh chảy sang. Từ ngã ba này ra tới biển sông được gọi là sông Lam. Lưu vực sông Cả nằm ở vùng Bắc Trung bộ, có tọa độ địa lý từ 18⁰15' đến 20⁰10'30" vĩ độ Bắc; 103⁰45'20" đến 105⁰15'20" kinh độ Đông. Điểm đầu của lưu vực nằm ở tọa độ 20⁰10'30" vĩ độ Bắc; 103⁰45'20" kinh độ Đông. Cửa ra của lưu vực nằm ở tọa độ 18⁰45'27" vĩ độ Bắc; 105⁰46'40" kinh độ Đông (xem hình 1). Điểm sông Cả chảy vào đất Việt Nam tại Biên giới Việt Lào trên dòng Nậm Mô có tọa độ: 19⁰24'59" vĩ độ Bắc; 104⁰04'12" kinh độ Đông.

Phần lớn đất đai trong lưu vực thuộc dạng đồi núi bị chia cắt mạnh. Sông suối có độ dốc lớn, vùng trung du nổi chuyên tiếp giữa miền núi và đồng bằng ngăn cho nên khi có mưa lớn, lũ tập trung nhanh, ít bị điều tiết dẫn tới nước lũ tập trung về đồng bằng rất nhanh gặp mưa lớn ở hạ du và triều cường thường gây lũ lụt trên diện rộng.



Hình 1: Bản đồ lưu vực sông Cà

Trên lưu vực hệ thống sông Cà đang xây dựng nhiều hồ chứa nước lớn như hồ Bản Mòng trên sông Hiếu, Bản Vẽ và Khe Bó trên sông Cà, Thác Muối trên sông Giăng. Đây đều là các hồ chứa đa mục tiêu như phòng lũ, phát điện, cấp nước cho lưu vực sông Cà. Ngoài những hồ chứa này, trên hệ thống sông Cà còn

rất nhiều các hồ chứa trên các sông suối nhỏ, với dung tích nhỏ chủ yếu phục vụ nông nghiệp. Chính vì vậy chỉ những hồ nói trên được đưa vào để nghiên cứu phối hợp vận hành phòng lũ trên lưu vực. Tóm tắt các thông số chính của các hồ này được đưa ra trong Bảng 1 dưới đây.

Bảng 1: Các hồ chứa lớn trên lưu vực sông Cà.

Tên hồ chứa	Bản Mòng	Bản Vẽ	Khe Bó	Thác Muối	Sông Sào
Sông	Hiếu	Cà	Cà	Giăng	Sào
Flv (km ²)	2800	8700	14300	785	132
MNDBT (m)	76,4	200	65	62,0	75,7
MNC (m)	71	177,5	63	45,0	68,0
MNGC (m)	78,08	202,24		67,06	76,66
Vtb (triệu m ³)	235,50	1834,6	97,8	588,1	51,42
Vc (triệu m ³)	121,74	451,6	80,6	150,3	11,5
Vhi (triệu m ³)	113,76	1383	17,2	437,8	39,92
Vplũ (triệu m ³)	-	300,00	-	110,89	-
Nlm (MW)	42	320	100	23	-
Ftưới (ha)	18871	-	-	8000 CN + SH + MT	6616 SH + MT

Ghi chú: CN: công nghiệp; SH: sinh hoạt; MT: môi trường

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

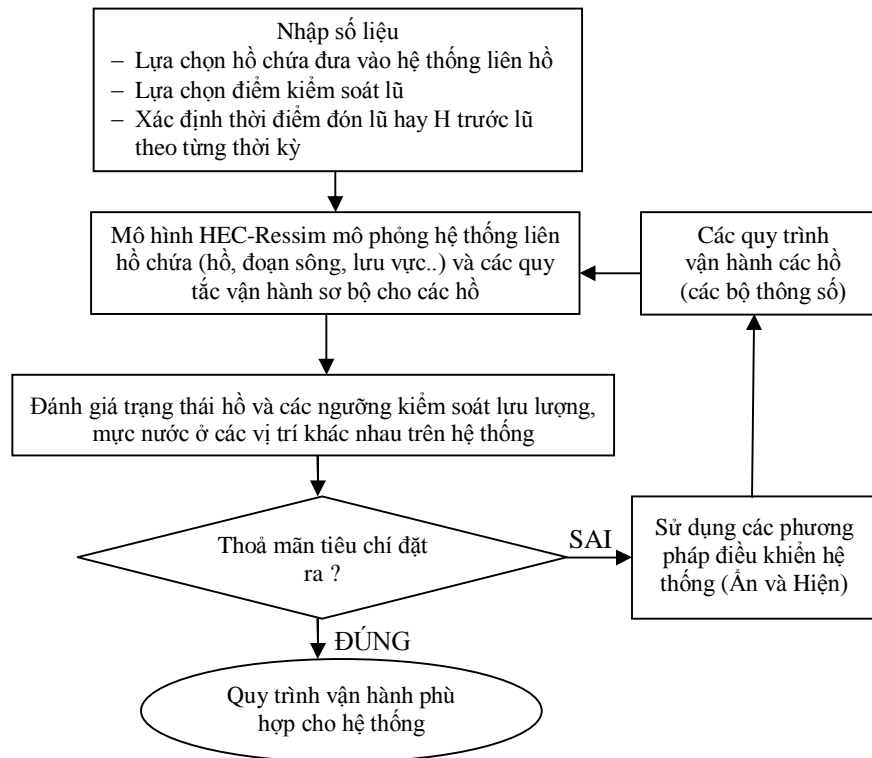
Trong những năm gần đây, người ta thường kết nối các mô hình mô phỏng với các mô hình

điều khiển hay tối ưu để phối hợp vận hành hệ thống liên hồ chứa. Trong đó các mô hình mô phỏng cho phép mô tả một cách chi tiết các đặc

tính vật lý, thủy văn của hệ thống tài nguyên nước (các hồ chứa, đoạn sông, lưu vực bộ phận..vv), còn các mô hình điều khiển hỗ trợ tìm kiếm các giải pháp ưu tiên trong vùng khả thi của quá trình vận hành hệ thống. Quy trình kết nối trong nghiên cứu được tóm tắt sơ đồ Hình 2 dưới đây.

Sự khác biệt cơ bản giữa việc vận hành hệ thống liên hồ chứa bậc thang và song song là: đối với hồ chứa nước bậc thang, lượng nước xả từ hồ thượng lưu sẽ ảnh hưởng đến việc tích và

xả ở các hồ hạ lưu. Do đó, quyền ưu tiên tích nước hoặc xả nước giữa các hồ chứa cần được xem xét cân nhắc cẩn thận. Ngược lại, trong hệ thống liên hồ chứa song song lượng nước xả từ một hồ chứa không ảnh hưởng đến các hồ khác, nhưng trên thực tế việc vận hành hệ thống liên hồ chứa thường phải xem xét đến các nút hay các vị trí kiểm soát ở hạ du, chính vì vậy việc xác định các ưu tiên về tích và xả từ mỗi hồ chứa để vận hành theo hướng phối hợp trong mỗi bước thời gian là rất quan trọng.



Hình 2: Hướng nghiên cứu vận hành hệ thống liên hồ chứa.

Trong mỗi bước tính, dung tích ở cuối thời đoạn sẽ được ước tính dựa trên cơ sở cộng dung tích ở đầu thời đoạn với lượng nước đến trung bình trừ đi lượng nước rút (lượng nước xả hoặc cấp từ hồ chứa). Dung tích ước tính ở cuối thời đoạn cho mỗi hồ chứa sẽ được so sánh với dung tích mong muốn được xác định bằng việc sử dụng quy tắc cân bằng dung tích của hệ thống. Ưu tiên rút nước hay tích nước sẽ được đưa ra cho hồ có dung tích khác xa nhất so với dung tích mong muốn ở thời đoạn tiếp ngay sau đó. Khi đưa ra một quyết định cuối cùng, các dung tích sẽ được tính toán lại ở cuối mỗi thời đoạn. Tùy thuộc vào các ràng buộc khác nhau hay các ưu tiên mà việc vận hành hệ thống sẽ cố gắng

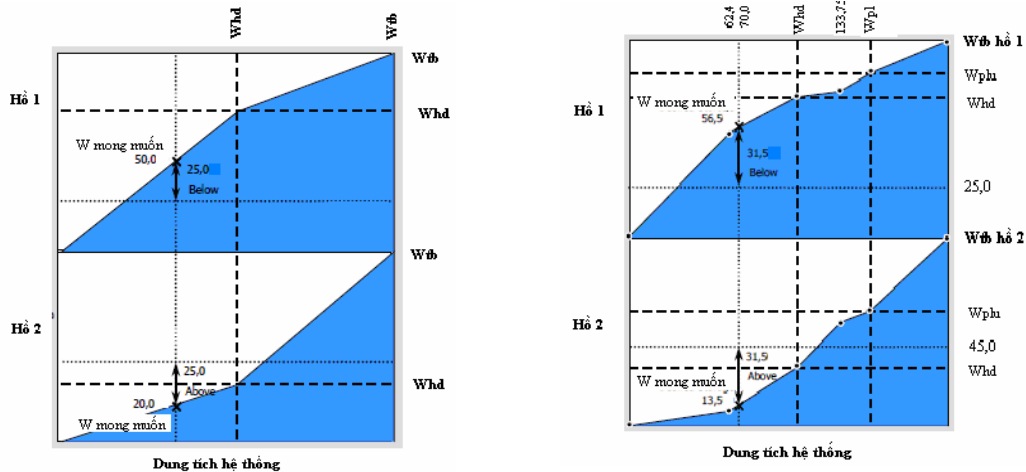
vận hành sao cho các hồ chứa trong hệ thống hoặc là đạt được dung tích mong muốn hoặc ít nhất nằm trong vùng của các biểu đồ vận hành trong từng hồ.

Hiện có 2 phương pháp cơ bản được dùng để xác định cân bằng dung tích mong muốn: Phương pháp Ẩn (Implicit) và phương pháp Hiện (Explicit) được minh họa ở hình 3 dưới đây. Dung tích mong muốn của mỗi hồ chứa được xác định thông qua một “đường cân bằng”. Đường cân bằng này là một mối quan hệ tuyến tính giữa dung tích của mỗi hồ chứa với dung tích tổng cộng. Với mỗi hồ chứa, đường cân bằng này xoay quanh giao điểm của đường điều phối của mỗi hồ chứa với đường điều phối

hệ thống. Ở cuối mỗi thời khoảng, dung tích mong muốn của mỗi hồ sẽ tương ứng với mỗi 1 điểm trên đường cân bằng trùng với tổng dung tích ước tính cho 2 hồ.

Trong khi phương pháp Ấn cho phép đưa ra đường phối hợp dung tích giữa các hồ chứa của hệ thống hơi cứng nhắc thì phương pháp Hiện

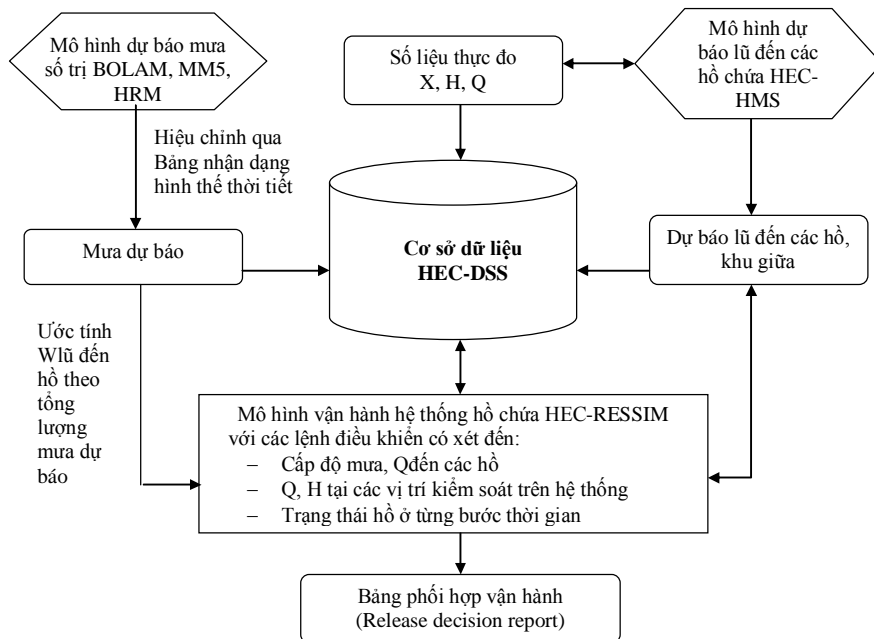
cho phép xác định sự phối hợp cân bằng giữa các hồ chứa một cách mềm dẻo hơn và vì vậy sẽ giúp nhiều trong quá trình tối ưu từng bước bằng việc đưa vào các ưu tiên vận hành khác nhau trong từng vùng dung tích của hồ chứa cũng như các ràng buộc về mực nước và lưu lượng ở các vùng ảnh hưởng dưới hạ lưu.



Hình 3: Cân bằng dung tích theo phương pháp Ấn (bên trái) và phương pháp Hiện (bên phải)

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình mô phỏng là bộ mô hình họ HEC trong đó HEC-Ressim mô phỏng hệ thống các hồ chứa, đoạn sông, các công trình đầu mối của hồ chứa như các loại tràn, công lấy nước, nhà máy điện..., còn mô hình HEC-HMS mô phỏng dòng chảy đến các hồ chứa và các nhập lưu khu giữa. Cả hai phương pháp Ấn và Hiện đều được sử dụng

như mô hình điều khiển trong hệ thống các hồ chứa. Bên cạnh đó, nghiên cứu đã tiến hành tích hợp mô hình dự báo mưa, lũ với mô hình vận hành hệ thống liên hồ chứa (xem sơ đồ kết nối hình 4) để hướng tới việc vận hành hệ thống liên hồ chứa theo thời gian thực, là phương pháp mà các nước phát triển trên thế giới đang thực hiện.



Hình 4: Sơ đồ tích hợp mô hình dự báo mưa, lũ với mô hình vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ cho lưu vực sông Cả.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Sau khi mô hình hóa hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả, thiết lập các quy tắc vận hành cho từng vùng dung tích, các quy tắc kiểm soát lưu lượng dưới hạ lưu (bằng việc thiết lập và tích hợp các lệnh điều khiển vào trong phần mềm HEC-Ressim), kết nối giữa dự báo dòng chảy với vận hành hệ thống liên hồ chứa, nghiên cứu đã thử nghiệm phối hợp vận hành các hồ chứa phòng lũ cho lưu vực sông Cả ứng với các kịch bản lũ đã chọn (trận lũ lịch sử tháng 10/1978, trận lũ đặc biệt lớn tháng 10/1988, và trận lũ lớn tháng 9/1996), từ đó thiết lập cơ sở khoa học cho việc vận hành phối hợp hệ thống liên hồ chứa. Cơ sở khoa học vận hành phối hợp hệ thống liên hồ chứa được tóm tắt dưới đây bao gồm:

1) *Kết quả nghiên cứu về dòng chảy lũ trên lưu vực sông Cả.* Qua nghiên cứu ta thấy thời gian xuất hiện lũ lớn trên các khu vực thượng nguồn sông Cả, sông Hiếu, và phần trung và hạ du sông Cả là lệch nhau. Đây là điều kiện thuận lợi khi phối hợp vận hành các hồ chứa phòng lũ cho hạ du. Những đặc điểm chính của dòng chảy lũ phục vụ việc vận hành phối hợp hệ thống liên hồ chứa được tóm tắt như sau:

- Những trận lũ lớn ở thượng nguồn không gặp mưa lớn ở hạ du thì nước lũ ở hạ du sông Cả không lớn.
- Lũ xảy ra vào tháng 7, 8 thường không nguy hiểm cho vùng hạ du phần vì các tháng

này bão chưa hoạt động mạnh ở phần lưu vực.

- Lũ lớn ở các lưu vực sông nhánh lớn của sông Cả không xuất hiện cùng thời gian với lũ lớn ở thượng nguồn của dòng chính sông Cả cho nên chưa xuất hiện tổ hợp lũ bất lợi cho hạ du. Bên sông Hiếu lũ lớn nhất thường xuất hiện vào tháng 10 trong khi đó lũ lớn ở thượng nguồn sông Cả lại xuất hiện vào tháng 8.

- Số liệu quan trắc từ năm 1960 - 2008 cũng chưa thấy lũ đặc biệt lớn ở thượng nguồn gặp lũ khu giữa lớn.

2) Bảng Nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa lớn trên lưu vực sông Cả. Bảng nhận dạng này được dùng để hiệu chỉnh giá trị dự báo mưa từ các mô hình dự báo số trị như BOLAM, MM5, HRM.vv... từ đó đưa vào mô hình dự báo dòng chảy hoặc sơ bộ ước tính tổng lượng lũ vào từng hồ chứa [1].

3) Kết quả mô phỏng mô hình toán thủy văn tính toán và dự báo dòng chảy đến các hồ chứa. Bộ thông số tìm được của mô hình cho các lưu vực bộ phận sẽ được sử dụng để tính toán dòng chảy đến hồ khi có các giá trị mưa dự báo [2].

4) Kết quả mô phỏng hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả bao gồm các quy tắc vận hành cho từng vùng dung tích, các quy tắc kiểm soát lưu lượng dưới hạ lưu bằng các lệnh điều khiển đã được tích hợp vào hệ thống. Các lệnh điều khiển được tích hợp vào hệ thống được viết dựa trên những quy tắc, được tóm tắt sau đây cho các hồ (Bảng 2)

Bảng 2: Quy tắc phối hợp vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ trên lưu vực sông Cả

Hồ	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
Bản Vẽ	Zhồ luôn duy trì ở 192,5m			Zhồ luôn duy trì ở 200m		
	Nếu Qđến ≤ 1.500m ³ /s --> Qxả = 65%Qđến			Nếu Qđến > 1500m ³ /s --> Qxả = Qđến		
	Nếu Qđến > 1.500m ³ /s hoặc Zhồ ≥ 200m --> Qxả = Qđến					
	Kiểm soát Qythượng ≤ 7.160 m ³ /s			Kiểm soát Qythượng ≤ 13.480m ³ /s		
Khe Bó	Zhồ luôn duy trì ở 65m			Zhồ luôn duy trì ở 65m		
	Nếu Qkg (Nậm Mô + Khu giữa từ Cửa Rào) < 950m ³ /s --> Qxả = Qbvẽ + 65%Qkg			Nếu Qkg (Nậm Mô + Khu giữa từ Cửa Rào) < 950m ³ /s --> Qxả = Qbvẽ + 65%Qkg		
	Nếu Qkg > 950m ³ /s --> Qxả = Qbvẽ + Qkg			Nếu Qkg > 950m ³ /s --> Qxả = Qbvẽ + Qkg		
	Kiểm soát Qythượng ≤ 7.160 m ³ /s			Kiểm soát Qythượng ≤ 13.480m ³ /s		
Thác Muối	Zhồ luôn duy trì ở 62m			Zhồ luôn duy trì ở 62m		
	Nếu Qđến ≤ 1.190 --> Qxả = 70%Qđến			Nếu Qđến ≤ 1.190 --> Qxả = 70%Qđến		
	Nếu Qđến > 1.190 --> Qxả = Qđến			Nếu Qđến > 1.190 --> Qxả = Qđến		
	Kiểm soát Qythượng ≤ 7.160 m ³ /s			Kiểm soát Qythượng ≤ 13.480 m ³ /s		

Hồ	Tháng 6	Tháng 7	Tháng 8	Tháng 9	Tháng 10	Tháng 11
Bản Mông	Zhồ luôn duy trì ở 76,5m			Zhồ luôn duy trì ở 76,5m		
	Nếu Qđến ≤ 2.750 m ³ /s --> Qxả = 50% Qđến			Nếu Qđến ≤ 2.750 m ³ /s --> Qxả = 70% Qđến		
	Nếu Qđến > 2.750 m ³ /s --> Qxả = Qđến			Nếu Qđến > 2.750 m ³ /s --> Qxả = Qđến		
	Kiểm soát Qnkhánh ≤ 6.200 m ³ /s			Kiểm soát Qnkhánh ≤ 6.200 m ³ /s		
Sông Sào	Zhồ luôn duy trì ở 72,49m			74,73m	75,70m	75,70m
	Nếu Qđến ≤ 130 m ³ /s --> Qxả = 60% Qđến			Nếu Qđến > 130 m ³ /s Qxả = Qđến		
	Nếu Qđến ≤ 130 m ³ /s hoặc Zhồ $\geq 75,7$ m --> Qxả = Qđến			Nếu Zhồ $\geq 77,02$ m --> Xả tối đa		
	Kiểm soát Qnkhánh ≤ 6.200 m ³ /s			Kiểm soát Qnkhánh ≤ 6.200 m ³ /s		

Do dự báo mưa, lũ đã được tích hợp vào mô hình vận hành hệ thống liên hồ chứa nên bên cạnh việc vận hành hệ thống liên hồ chứa theo các quy tắc vận hành đề ra, chúng ta còn có thể tiếp cận vận hành hệ thống liên hồ chứa theo thời gian thực như: căn cứ vào dự báo mưa, lũ, tiến hành thử dần các giá trị lưu lượng kiểm soát lũ ở các điểm không chế ở hạ lưu, mô hình sẽ tự vận hành và đưa ra trạng thái của từng hồ để ta đánh giá, từ đó đưa ra được bảng phối hợp vận hành có lợi nhất. Như vậy việc phối hợp vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ cho hạ du lưu vực sông Cả sẽ rất mềm dẻo và hiệu quả.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tiến hành kết hợp mô hình mô

phỏng với mô hình điều khiển hệ thống để xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống liên hồ chứa sông Cả, đã tiến hành tích hợp mô hình dự báo mưa, lũ với mô hình vận hành hồ chứa, tiến hành vận hành thử nghiệm cho các kịch bản dòng chảy lũ khác nhau đến các hồ chứa, từ đó xây dựng cơ sở khoa học vận hành hệ thống liên hồ chứa phòng lũ cho lưu vực sông Cả. Bên cạnh đó, với sự tích hợp mô hình dự báo mưa, lũ với mô hình vận hành hồ chứa, nghiên cứu đã đưa ra tiền đề cho việc vận hành hồ chứa theo thời gian thực giúp việc vận hành hồ mềm dẻo và hiệu quả, đây là phương pháp mà các nước phát triển trên thế giới đang thực hiện và cần được nghiên cứu chuyên sâu để áp dụng ở Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO CHÍNH

1. Hoàng Thanh Tùng, và nnk (12-2009). Chuyên đề nghiên cứu Nhận dạng hình thể thời tiết gây mưa trên lưu vực Sông Cả - *Chuyên đề NCS*. Trường Đại học Thủy lợi.
2. Hoàng Thanh Tùng, và nnk (8-2009). Chuyên đề nghiên cứu Dự báo lũ trung hạn cho lưu vực sông Cả - *Chuyên đề NCS*. Trường Đại học Thủy lợi.
3. US Army Cooperation of Engineer (2009). User Guide and Technical References of HEC-geo-HMS 1.1, HEC-HMS 3.4, and HEC-ResSim 3.4.

Summary

STUDY ON SCIENTIFIC BASE FOR OPERATION OF RESERVOIR SYSTEM IN THE CA RIVER BASIN

Flood damage mitigation, improvement of socio-economic and environment affects from operation of the reservoir system in Central province of Vietnam has become an urgent matter, especially when water hazards occurring more and more frequently and seriously. This article presents results achieved from the study on scientific base for operation of reservoir system in the Ca River basin.