

MỤC LỤC

MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ HỒ CHỨA CHÍNH TRÊN THƯỢNG NGUỒN SÔNG CẢ	3
1.1. Xác định các điều kiện vật lý của hệ thống các hồ chứa trên hệ thống sông Cả...3	
1.1.1 Thủy điện Bản vẽ.....5	
1.1.2. Thủy điện Khe Bó.....5	
1.1.3 Thủy điện Bản Mòng.....6	
1.1.4. Thủy điện Chi Khê.....7	
1.2. Các thông số về lưu vực các hồ chứa	8
1.3. Các thông số về hồ chứa phục vụ tính toán phát điện và vận hành hồ chứa...11	
1.4. Các đặc tính mô phỏng hồ chứa	11
1.4.1. Hồ Thủy điện Bản Vẽ.....12	
1.4.2. Hồ Khe Bó	13
1.4.3. Hồ Bản Mòng.....14	
CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG HÀM MỤC TIÊU VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN RÀNG BUỘC CỦA BÀI TOÁN VẬN HÀNH TỐI ƯU KINH TẾ	16
2.1. Cơ sở thiết lập hệ mô hình toán.....16	
2.2 Thiết lập hàm mục tiêu của bài toán tối ưu kinh tế	21
2.2.1. Hàm mục tiêu tổng thể về lợi ích phát điện của các hồ chứa phát điện...21	
2.2.2. Hàm lợi ích của phát điện tổng quát trong năm	22
2.2.3. Hàm lợi ích cụ thể đối với từng hồ chứa	22
2.2.4. Hàm lợi ích của cấp nước tưới nông nghiệp.....23	
2.3. Các ràng buộc liên quan đến bài toán tối ưu lợi ích	24
2.3.1. Ràng buộc về hồ chứa.....25	
2.3.2. Ràng buộc tại các nút.....28	
2.3.3. Ràng buộc về dòng chảy.....29	
2.3.4. Ràng buộc yêu cầu sử dụng nước tại Dừa	30
2.3.5. Ràng buộc yêu cầu sử dụng nước tại các nút sử dụng nước	30

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TỐI ƯU TRÊN CÔNG CỤ GAMS....	32
3.1. Xây dựng mô hình toán tối ưu sử dụng ngôn ngữ GAMS	32
3.2. Phương pháp xác định chế độ vận hành	35
3.2.1. Tính theo phương pháp quan hệ toán học chặt chẽ	36
3.2.2. Tính theo phương pháp thả lỏng.....	42
CHƯƠNG 4. XÂY DỰNG CÁC KỊCH BẢN TÍNH TOÁN TRÊN GAMS..	45
CHƯƠNG 5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ MÔ HÌNH GAMS VÀ LỰA CHỌN KỊCH BẢN	51
5.1. Phân tích và lựa chọn kịch bản lưu lượng tối thiểu tại Dừa	51
5.2. Luận chứng lựa chọn kịch bản.....	60
5.2.1. Về cấp nước	61
5.2.2. Về xâm nhập mặn	62
5.3.3. Về hiệu ích phát điện	63
5.2.4. Khả năng đáp ứng của điều kiện thủy văn trên lưu vực	64
KẾT LUẬN.....	66
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68
PHỤ LỤC TÍNH TOÁN.....	69

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. 1. Thống kê các thông số về lưu vực Hồ thủy Bản Vẽ	9
Bảng 1. 2. Thống kê các thông số về lưu vực hồ Bản Mòng	9
Bảng 1. 3. Thống kê các thông số về lưu vực hồ Chi Khê	10
Bảng 1. 4. Thống kê các thông số về lưu vực Hồ Khe Bó	10
Bảng 1. 5. Thống kê các thông số về đập và nhà máy phát điện.....	11
Bảng 1. 6. Quan hệ giữa Z- F- W của hồ thủy điện Bản Vẽ	12
Bảng 1. 7. Quan hệ giữa Z- F- W của hồ Khe Bó	13
Bảng 1. 8. Quan hệ giữa Z-F-W hồ thủy điện Bản Mòng	14
Bảng 2. 1. Bảng tính giá điện theo thời điểm khác nhau.....	23
Bảng 3. 1. Cấu trúc mã chương trình tối ưu GAMS.....	32
Bảng 3. 2. Một số dạng tối ưu có thể giải bằng phiên bản GAMS.....	33
Bảng 4. 1: Các kịch bản duy trì mực nước tại điểm không chế Nam Đàn	47
Bảng 4. 2: Các kịch bản sử dụng để tính vận hành tối ưu hồ chứa	47
Bảng 5. 1. Tính toán các năm thủy văn điển hình phục vụ tính toán cho các	51
Bảng 5. 2. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 1	55
Bảng 5. 3. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 2.....	56
Bảng 5. 4. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 3.....	57
Bảng 5. 5. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 3	58
Bảng 5. 6. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 4.....	59
Bảng 5. 7. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 4	59
Bảng 5. 8. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 5.....	60
Bảng 5. 9. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 5	60
Bảng 5. 10. So sánh khả năng lấy nước vào cống Nam Đàn theo các kịch bản.	62
Bảng 5. 11. Tỷ lệ % thời gian lấy được nước tại các vị trí theo các kịch bản....	62
Bảng 5. 12. So sánh giá trị phát điện theo các kịch bản	63
Bảng 5. 13. Khả năng đáp ứng của điều kiện thủy văn trên lưu vực theo các KB	65
Bảng 5. 14. Kết quả tính toán các kịch bản theo các năm thủy văn điển hình...	65
Bảng 5. 15. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 5- KB5.....	65

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1. 1. Thủy điện Bản Vẽ trên dòng sông Nậm Non	5
Hình 1. 2. Thủy điện Khe Bó trên dòng sông Cả	6
Hình 1. 3. Hồ Bản Mòng và nhà máy thủy điện Bản Mòng	7
Hình 1. 4. Nhà máy thủy điện Chi Khê, Con Cuông, Nghệ An	8
Hình 1. 5. Sơ đồ các hồ chứa trên lưu vực sông Cả	9
Hình 1. 6. Đường quan hệ Z-F-W của hồ thủy điện Bản Vẽ.....	12
Hình 1. 7. Đường quan hệ Z-F-W của hồ Khe Bó	13
Hình 1. 8. Đường quan hệ Z-F-W hồ Bản Mòng	14
Hình 2. 1. Sơ đồ hệ thống liên kết giữa các Hồ chứa trên lưu vực sông Cả	17
Hình 2. 2. Hình mô tả nhà máy thủy điện và cột nước H_0	21
Hình 2. 3. Mô phỏng các biến liên quan đến hồ chứa	25
Hình 2. 4. Thuật toán tính Q chuyển nước tại nút có yêu cầu chuyển nước	29
Hình 2. 5. Mô phỏng thuật toán cho Q_{min}	30
Hình 3. 1. Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Bản Vẽ.....	39
Hình 3. 2. Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Khe Bó.....	39
Hình 3. 3. Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Bản Mòng.....	39
Hình 3. 4. Mô tả xây dựng tính toán các hệ số đường quan hệ giữa Dung tích- Cao trình và diện tích các hồ chứa.....	40
Hình 3. 5. Quan hệ công suất phát điện theo diễn biến dung tích hồ	41
Hình 3. 6. Giới hạn dung tích MNDBT-CPH.....	43
Hình 3. 7. Giới hạn dung tích MNDBT-Hmin	44
Hình 4. 1. Sơ đồ tính toán trên phần mềm GAMS	45
Hình 4. 2. Sơ đồ tính toán nhu cầu nước hạ lưu sông Cả quy về Dừa	48
Hình 4. 3. Mô phỏng code của chương trình GAMS	49
Hình 4. 4. Mô phỏng quá trình chạy chương trình trên phần mềm GAMS	49
Hình 4. 5. file đọc kết quả và thể hiện kết quả chạy của mô hình.....	50
Hình 5. 1: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ với Q_x ứng với KB1	54

Hình 5. 2. Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mông và Qxả ứng với KB1 ..	54
Hình 5. 3: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với Qxả của KB2	55
Hình 5. 4: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mông ứng với Qxả của KB2	56
Hình 5. 5: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với Qxả của KB3	57
Hình 5. 6. Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mông ứng với Qxả của KB3	57
Hình 5. 7: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với Qxả của KB4	58
Hình 5. 8: Quan hệ giữa dung tích hồ Bản Mông và lưu lượng Qxa ứng KB4	.59
Hình 5. 9: Giá trị hàm mục tiêu chạy theo các năm thủy văn 2002-2019	63

DANH MỤC VIẾT TẮT

CHỮ VIẾT TẮT	Ý NGHĨA
CPH	Đường chống phá hoại
ĐĐQG	Trung tâm điều độ Hệ thống điện Quốc gia
HTĐ	Hệ thống điện
KTTV	Khí tượng thủy văn
MN	Mực nước
MNC	Mực nước chết
MNDBT	Mực nước dâng bình thường
NMTĐ	Nhà máy thủy điện
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn
TTĐ	Thị trường điện

MỞ ĐẦU

Sông Cả trong hệ thống ở Việt Nam là sông Quốc tế nằm trên lãnh thổ của hai nước Cộng hòa dân chủ nhân dân Lào và Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam. Trên lãnh thổ Việt Nam sông Cả nằm trên địa giới hành chính của 3 tỉnh: Nghệ An, Hà Tĩnh và Thanh Hóa với diện tích 27.000 km² sông Cả gồm nhiều nhánh sông hợp thành: phía thượng nguồn dòng chính sông Cả có sông Nậm Mô nhập lưu với sông Cả tại Tương Dương, suối Huối Nguyên. Sông Choang nhập lưu vào sông Cả đoạn từ Tương Dương đến ngã ba cây chanh. Sông Giăng phía hữu nhập lưu với sông Cả phía dưới đập Đô Lương và từ sau cửa sông Giăng đến ngã ba chợ Tràng sông Cả còn nhận một nhánh phía tả là sông Gang. Đến ngã ba chợ Chàng sông Cả nhập lưu với sông La tạo thành dòng sông Lam và đổ ra biển tại cửa Hới. Sông La là một phụ lưu được hình thành từ sông Ngàn Sâu, Ngàn Phố nhập lưu tại Linh Cảm và từ Linh Cảm đến Chợ Tràng được gọi là sông La. Trên nhánh Ngàn Sâu còn một phụ lưu lớn là Ngàn Trươi.

Sông Cả là con sông đóng vai trò quan trọng trong việc phát triển kinh tế xã hội của tỉnh Nghệ An và phần phía Bắc tỉnh Hà Tĩnh bằng việc cấp nước cho phát triển kinh tế trước hết là nông nghiệp. Vùng hưởng lợi từ hệ thống sông Cả nằm chủ yếu ở hạ du thuộc địa bàn của hai tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh, trong đó có hàng loạt các hệ thống lấy nước lớn như: Hệ thống tưới Đô Lương 45.700 ha; Hệ thống Nam Hưng Nghi 30.200 ha; Sông Nghèn 27.000 ha... Chống lũ trên hệ thống sông Cả hiện tại bằng hệ thống đê bắt đầu từ đập Đô Lương xuống đến cửa sông. Phía sông La có hệ thống đê trên sông Ngàn Phố đê tường đoạn trên sông Ngàn phố và đê sông La từ Linh Cảm đến cửa sông. Tuy nhiên đê trên sông Cả có từng đoạn tiêu chuẩn khác nhau. Việc tôn cao đê là rất khó khăn và tốn kém cần phải huy động sức chứa lũ (cắt lũ) của các công trình thượng nguồn.

- Hệ thống các hồ chứa thủy lợi, thủy điện lớn hiện nay trên lưu vực sông Cả như sau:

+ Dòng chính sông Cả có: Hồ Bản Vẽ (hoàn thành năm 2010), thủy điện Khe Bó (2011), thủy điện Chi Khê (2017);

+ Dòng chính sông Hiếu: Có hồ Sông Sào (2003), hồ Bản Mòng (đang

xây dựng);

+ Dòng chính hệ thống sông La: Thủy điện Hồ Hồ (2010), hồ Ngàn Trươi (XD xong đầu môi 2016), Đá Hàn (2014).

Đến nay trên lưu vực sông Cả mới có quy trình vận hành liên hồ chứa theo (QĐ số 2125/QĐ-TTg ngày 1/12/2015) gồm hồ Bản Vẽ + thủy điện Khe Bó + thủy điện Chi Khê (chưa đề cập đến các hồ trên nhánh sông Hiếu, sông La). Ngoài ra trong quy trình vận hành, biểu đồ điều phối cũng chưa xem xét được tối ưu hiệu quả sử dụng nước giữa các hệ thống lấy nước ở hạ du với các nhiệm vụ khác như chống lũ, phát điện... Vì vậy nghiên cứu đề tài: ***“Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên lưu vực sông cả phục vụ cấp nước và phòng chống lũ cho hạ du”*** là hết sức cần thiết đặc biệt trong điều kiện có nhiều ảnh hưởng của biến đổi khí hậu như hiện nay.

Trong phạm vi đề tài nêu trên, nội dung của sản phẩm: ***“ Báo cáo phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý hồ chứa thủy lợi, thủy điện và các công trình thủy lợi lớn trên lưu vực sông Cả phục vụ cấp nước và phòng chống lũ cho hạ du”*** có các mục tiêu nghiên cứu như sau:

- Xác định các thông số cơ bản của vận hành đa hồ chứa trên hệ thống sông Cả.
- Xây dựng Hàm mục tiêu lợi ích kinh tế của nước trên hệ thống sông Cả
- Xác định các ràng buộc trong bài toán tối ưu lợi ích kinh tế của nước trên hệ thống sông Cả.
- Lựa chọn công cụ mô hình toán thiết lập bài toán tối ưu trên phần mềm GAMS thiết lập và viết bài toán tối ưu kinh tế trên công cụ GAMS
- Lựa chọn giải bài toán tối ưu trên GAMS để lựa chọn phương án phối hợp vận hành điều tiết hợp lý các hồ chứa thủy điện, thủy lợi trong mùa cạn.
- Phân tích đánh giá sự phối hợp vận hành điều tiết hợp lý trong điều kiện xem xét giữa các điều kiện tối ưu kinh tế, phân bổ thực tế và quy trình vận hành liên hồ chứa trên sông Cả.

CHƯƠNG 1. XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ HỒ CHỨA CHÍNH TRÊN THƯỢNG NGUỒN SÔNG CẢ

1.1. Xác định các điều kiện vật lý của hệ thống các hồ chứa trên hệ thống sông Cả

Phân tích, đánh giá diễn biến mực nước, lưu lượng dòng chính sông Cả các năm từ 2009 đến 2015 cho thấy: Tại trạm thủy văn Dừa: Đây là điểm khống chế diện tích lưu vực 20.800km², chiếm khoảng 76% diện tích toàn lưu vực sông Cả. Phía thượng lưu có thủy điện Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê hoạt động và có nhánh sông Hiếu (5.340km²) đổ vào tại ngã ba Cây Chanh. Qua số liệu thống kê cho thấy lưu lượng đo được tại trạm thủy văn Dừa trong các năm từ 2009 đến 2015 có sự biến động rất lớn trong thời kỳ mùa kiệt, đặc biệt là những năm 2010 đến nay khi đã có 2 công trình thủy điện đi vào hoạt động. Cụ thể: Năm 2009 là năm khi chưa có các công trình trên dòng chính hoạt động, lượng nước đến thấp nhất rơi vào tháng 4, tháng 5 với lưu lượng 88,4m³/s cao hơn lưu lượng ứng với tần suất 85% là 16,9m³/s. Trong 6 năm từ 2010-2015, là những năm có các công trình thủy điện trên dòng chính hoạt động, chỉ có năm 2012 là lưu lượng tương đối tốt, với lưu lượng thấp nhất là 114m³/s rơi vào thời kỳ cuối tháng 4, đầu tháng 5. Các năm 2010, 2011 và 2013 lưu lượng tại Dừa thời điểm kiệt nhất rất thấp: Năm 2010 thời kỳ kiệt kéo dài từ giữa tháng 2 đến giữa tháng 5, thời điểm thấp nhất lưu lượng chỉ còn 51m³/s thấp hơn lưu lượng ứng với tần suất 85% là 20,5m³/s. Năm 2011 lưu lượng thấp nhất chỉ đạt 50,4m³/s, dòng chảy kiệt rơi vào thời kỳ tháng 2, tháng 4. Năm 2013 lưu lượng thấp nhất chỉ đạt 48,1m³/s, dòng chảy kiệt rơi vào thời kỳ tháng 4.

Qua diễn biến lưu lượng tại Dừa cho thấy lưu lượng ở hạ du bị tác động rất mạnh theo hoạt động của việc vận hành thủy điện Bản Vẽ và Khe Bó, ảnh hưởng bất lợi rất lớn đến các hoạt động lấy nước và xâm nhập mặn ở hạ du. Như sau: Năm 2010 tại cống Nam Đàn mực nước xuống thấp nhất chỉ còn 0,51m diễn ra trong tháng 4 và mực nước kiệt nằm dưới cao trình thiết kế +1,15m kéo dài từ tháng 2 đến tháng 4, tháng 5. Tại Ba ra Đô Lương đo được vào ngày 31/3

là 9,72m (thiết kế là 9,95m). Năm 2011 mực nước tại cống Nam Đàn thấp nhất rơi vào tháng 2, tháng 4, thấp nhất chỉ còn 0,76m, không đảm bảo cao trình lấy nước cống Nam Đàn mới. Năm 2013 mực nước thấp nhất rơi vào tháng 4, tại cống Nam Đàn mới mực nước thấp chỉ đạt 0,49m. Năm 2015 mực nước đo được ngày 14/7/2015 tại cống Nam Đàn là -0,3m; Tại Bara Đô Lương ngày 15/7 là 9,93 m (thiết kế là 9,95m).

Phía Hà Tĩnh, việc lấy nước vào đồng bằng Sông Nghèn qua 2 cống Trung Lương, Đức Xá cũng gặp nhiều khó khăn do mặn xâm nhập sâu; Cống Trung Lương có thời điểm chỉ lấy được nước 4-6 tiếng/ngày.

Trên lưu vực sông Cả từ năm 2010 đến nay mặc dù đã có các hồ điều tiết lớn như Bản Vẽ, Khe Bó, sông Sào đi vào hoạt động nhưng diễn biến ở hạ du lại có chiều hướng xấu đi:

- Về mùa kiệt mực nước tại thượng lưu đập Đô Lương vào thời kỳ tháng 3, tháng 4 thường xuyên ở mức +9,35m (thấp so với thiết kế 40cm) tại cống Nam Đàn cũ thường xuyên ở mức nước dưới +0,95m thậm chí có năm như đầu năm 2015 xuống chỉ còn +0,53m gây khó khăn cho khu vực kinh tế Diễn - Yên - Quỳnh, Nam - Hưng - Nghi. Tại cống Trung Lương thời kỳ tháng 3, tháng 4 chỉ mở cống lấy nước được 4-6 tiếng/ngày do độ mặn lên cao.

Ngoại trừ yếu tố biến đổi khí hậu vấn đề diễn biến xấu ở hạ du như đã xảy ra từ 2010 đến nay có thể là do phối hợp điều tiết các hồ chứa trên sông Cả chưa hợp lý. Năm 2017 trong đợt khảo sát tổng hợp của Viện Quy hoạch Thủy lợi vào tháng 4-5, hồ Bản Vẽ có thời kỳ kéo dài 15 ngày không hề xả về hạ du hoặc có xả thì chỉ 8 tiếng trong ngày. Thủy điện Khe Bó cũng có những ngày đóng không phát điện. Điều này dẫn đến về đến Dừa (trạm thủy văn) lưu lượng có lúc chỉ còn 52 m³/s. Trong khi nhu cầu phải có khoảng trên 150 m³/s mới đủ cho các nhu cầu ở hạ du.

Từ những phân tích trên cho thấy các công trình hồ chứa thủy lợi, thủy điện ở thượng nguồn: Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê, Sông Sào, Hồ Hồ, Đá Hàn, Ngàn Trươi hiện chưa làm tốt vai trò điều phối nguồn nước dẫn đến các hệ thống tưới

ở hạ du trong thời kỳ căng thẳng không lấy đủ nước, hàng ngàn ha đất canh tác bị hạn hán gây thiệt hại không nhỏ cho sản xuất nông nghiệp, ảnh hưởng đến đời sống của người dân. Trong sơ đồ nghiên cứu chính của hệ thống vận hành liên hồ chứa trên sông Cả thì, mô hình thiết kế vận hành tối ưu lợi ích kinh tế của các hồ chứa chính sau: hồ Bản Mòng, hồ Khe Bó, hồ Chi Khê và Hồ Bản Vẽ.

1.1.1 Thủy điện Bản Vẽ

Thủy điện Bản Vẽ là công trình thủy điện xây dựng tại thượng nguồn Nậm Non (sông Lam). Đập chính và nhà máy điện đặt tại bản Vẽ, xã Yên Na, huyện Tương Dương, tỉnh Nghệ An, Việt Nam. Thủy điện Bản Vẽ có công suất thiết kế 320 MW, sản lượng điện bình quân theo công suất thiết kế phát điện hàng năm là 1.037.000.000 KWh. Nhà máy phát điện từ tháng 4/2010. Đập của thủy điện tạo ra hồ Bản Vẽ, diện tích mặt nước 8.700 km², thuộc địa bàn bốn xã: Yên Na, Hữu Khuông, Mai Sơn và Nhôn Mai. Đây là công trình thủy điện lớn nhất khu vực bắc miền Trung và tỉnh Nghệ An. Công trình đồng thời cung cấp một phần điện cho nước bạn Lào. Ngoài ra, thủy điện Bản Vẽ còn cung cấp nước sinh hoạt, sản xuất, đẩy mặn, chống lũ cho vùng hạ lưu sông Cả.



Hình 1. 1. Thủy điện Bản Vẽ trên dòng sông Nậm Non

1.1.2. Thủy điện Khe Bó

Thủy điện Khe Bó là thủy điện xây dựng trên sông Cả (sông Lam) tại

vùng đất xã Tam Quang huyện Tương Dương tỉnh Nghệ An, Việt Nam. Thủy điện Khe Bó có công suất 100 MW với 2 tổ máy, sản lượng điện hàng năm 442,8 triệu KWh, khởi công tháng 09/2007 hoàn thành tháng 05/2013.



Hình 1. 2. Thủy điện Khe Bó trên dòng sông Cả

Vị trí đập chính ở thôn Khe Bó. Thủy điện Khe Bó cũng có tác dụng đa mục tiêu như bản Vẽ, tức là ngoài mục tiêu phát điện, còn có tác dụng điều tiết nước sông Cả (cắt lũ về mùa mưa), cung cấp nước sinh hoạt, nước tưới, đầy mặn, cho hạ lưu phát triển thủy sản, du lịch, điều hòa khí hậu cho vùng miền phía tây Nghệ An.

1.1.3 Thủy điện Bản Mông

Thủy điện Bản Mông là thủy điện được xây dựng trên sông Hiếu, gồm một đập ngăn sông và 1 tràn xả lũ. Thủy điện Bản Mông gồm có 3 tổ máy và công suất lắp máy 42MW. Nhiệm vụ của Hồ chứa nước Bản Mông là cấp nước trực tiếp cho 7.871 ha (trong đó 2.731 ha tự chảy, còn lại tưới động lực) và cấp cho sinh hoạt, chăn nuôi, lượng nước còn lại được đổ xuống sông Hiếu qua nhà máy thủy điện để cấp cho các trạm bơm dọc sông, tưới cho diện tích 11.000 ha và cấp cho khu công nghiệp, sinh hoạt, chăn nuôi; trả lại sông Cả khoảng 22m³/s trong mùa kiệt. Tổng mức đầu tư nhà máy thủy điện Bản Mông khoảng 4.455 tỷ đồng. Với dung tích thiết kế 235 triệu m³, công trình Hồ chứa nước Bản Mông

sẽ cấp nước tưới cho 18.871 ha đất nông nghiệp ven sông Hiếu đang bị hạn hán nghiêm trọng để phát triển một nền nông nghiệp hàng hoá, thâm canh, năng suất, hiệu quả cao.



Hình 1.3. Hồ Bản Mông và nhà máy thủy điện Bản Mông

1.1.4. Thủy điện Chi Khê

Thủy điện Chi Khê được xây dựng tại vùng đất bản Chăn Năn xã Chi Khê huyện Con Cuông, Nghệ An. Lưu vực lòng hồ gồm địa phận của 4 xã Chi Khê, Khê Châu, Cam Lâm, Khe Choăng. Thủy điện có tổng mức đầu tư 1.370 tỷ đồng, cao trình thiết kế đập thủy điện là 38m, công suất 2 tổ máy, Công suất lắp máy là 41 MW, hàng năm sản xuất điện lượng trung bình đạt 19,767 triệu KW, do Công ty Cổ phần năng lượng AGRITA – Nghệ Tĩnh làm chủ đầu tư. Dự án được khởi công vào năm 2013 và vận hành vào 2016.



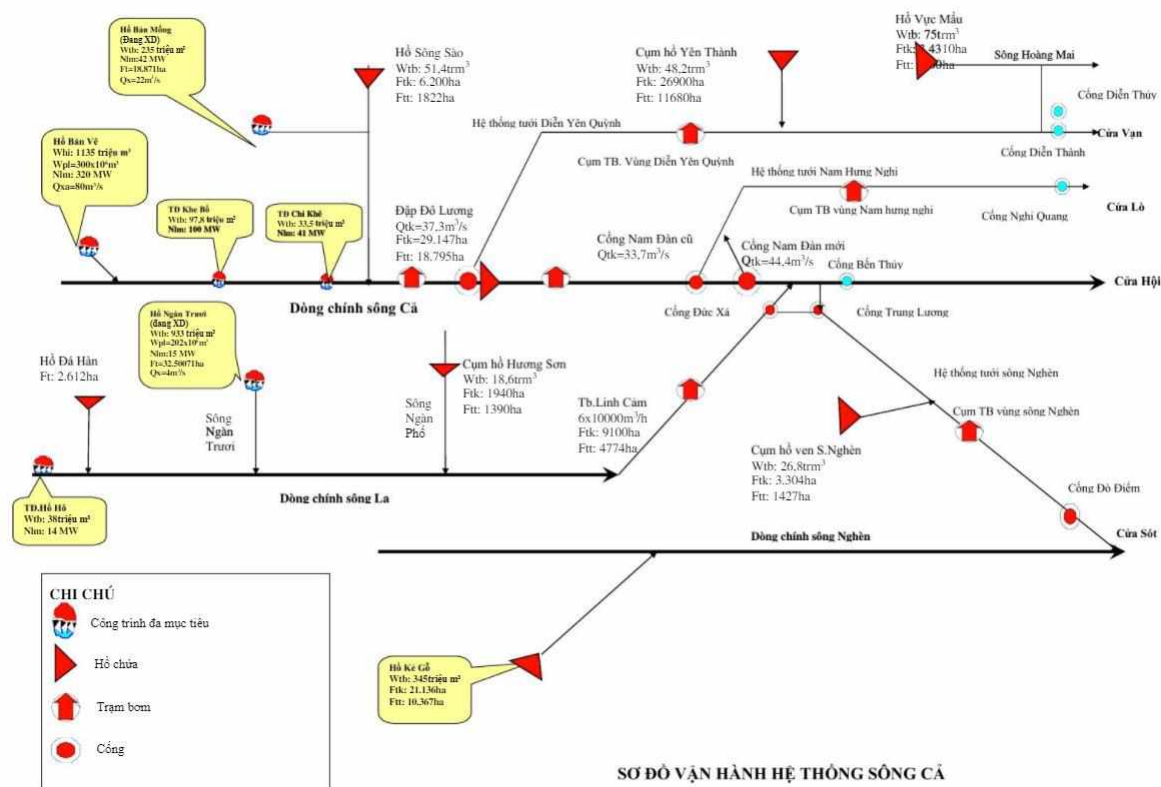
Hình 1. 4. Nhà máy thủy điện Chi Khê, Con Cuông, Nghệ An

1.2. Các thông số về lưu vực các hồ chứa

Các số liệu liên quan đến các thông số kỹ thuật dưới đây được tổng hợp từ Văn bản về quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả, và được cụ thể theo Quyết định số 1605/QĐ-TTg, ngày 13 tháng 11 năm 2019 của Thủ tướng Chính phủ.

Các thông số liên quan đến lưu vực và diện tích lòng hồ cũng như các số liệu liên quan đến thiết kế của Hồ chứa phát điện sẽ ảnh hưởng đến chế độ hoạt động của Hồ cũng như các số liệu này sẽ được tính toán trong cân bằng hồ chứa, cũng như các ràng buộc liên quan đến chế độ vận hành Hồ và xả phát điện.

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du



Hình 1. 5. Sơ đồ các hồ chứa trên lưu vực sông Cả

Bảng 1. 1. Thống kê các thông số về lưu vực Hồ thủy Bản Vẽ

Thông số	Số lượng	Đơn vị
Diện tích lưu vực hồ	8.700	km ²
Lưu lượng trung bình nhiều năm	134	m ³ /s
Lưu lượng lũ kiểm tra	10.500	m ³ /s
Lưu lượng lũ thiết kế	7.770	m ³ /s
Mực nước dâng bình thường	200	m
Mực nước chết	155	m
Mực nước lũ kiểm tra	204,76	m
Mực nước lũ thiết kế	202,23	m
Dung tích toàn bộ (Wtb)	1.834,6	10 ⁶ m ³
Dung tích hữu ích (Whi)	1.383	10 ⁶ m ³
Dung tích chết (Wc)	451,6	10 ⁶ m ³

Bảng 1. 2. Thống kê các thông số về lưu vực hồ Bản Mông

Thông số	Số lượng	Đơn vị
Diện tích lưu vực hồ	2.800	km ²
Lưu lượng trung bình nhiều năm	95,90	m ³ /s
Lưu lượng lũ kiểm tra	7.750	m ³ /s

Lưu lượng lũ thiết kế	6.180	m ³ /s
Mực nước dâng bình thường	76,40	m
Mực nước chết	65,00	m
Mực nước lũ kiểm tra	77,37	m
Mực nước lũ thiết kế	76,40	m
Dung tích toàn bộ (Wtb)	224,78	10 ⁶ m ³
Dung tích hữu ích (Whi)	170,45	10 ⁶ m ³
Dung tích chết (Wc)	54,33	10 ⁶ m ³

Bảng 1. 3. Thống kê các thông số về lưu vực hồ Chi Khê

Thông số	Số lượng	Đơn vị
Diện tích lưu vực hồ	15.380	km ²
Lưu lượng trung bình nhiều năm	273	m ³ /s
Lưu lượng lũ kiểm tra	11.080	m ³ /s
Lưu lượng lũ thiết kế	7.438	m ³ /s
Mực nước dâng bình thường	38	m
Mực nước chết	38	m
Mực nước lũ kiểm tra	44,77	m
Mực nước lũ thiết kế	40,87	m
Dung tích toàn bộ (Wtb)	33,49	10 ⁶ m ³
Dung tích hữu ích (Whi)	-	10 ⁶ m ³
Dung tích chết (Wc)	-	10 ⁶ m ³

Bảng 1. 4. Thống kê các thông số về lưu vực Hồ Khe Bô

Thông số	Số lượng	Đơn vị
Diện tích lưu vực hồ	14.300	km ²
Lưu lượng trung bình nhiều năm	254	m ³ /s
Lưu lượng lũ kiểm tra	10.420	m ³ /s
Lưu lượng lũ thiết kế	7.981	m ³ /s
Mực nước dâng bình thường	65	m
Mực nước chết	63	m
Mực nước lũ kiểm tra	67,52	m
Mực nước lũ thiết kế	65,05	m
Dung tích toàn bộ (Wtb)	97,8	10 ⁶ m ³
Dung tích hữu ích (Whi)	17,2	10 ⁶ m ³
Dung tích chết (Wc)	80,6	10 ⁶ m ³

1.3. Các thông số về hồ chứa phục vụ tính toán phát điện và vận hành hồ chứa

Các số liệu, thông số về hồ chứa thể hiện các đại lượng liên quan đến chế độ hoạt động của hồ chứa phát điện.

Bảng 1. 5. Thống kê các thông số về đập và nhà máy phát điện

TT	Thông số	Đơn vị	Hồ chứa			
			Khe Bó	Chi Khê	Bản Mòng	Bản Vẽ
I	Đập dâng chính					
1	Cao trình đỉnh đập	m	70	46	78,9	206
2	Chiều cao đập lớn nhất	m	38	26	45,4	135
3	Chiều dài đập theo đỉnh	m	365	28	383	480
II	Đập tràn					
1	Số cửa van	bộ	8	8	5	6
2	Cao trình ngưỡng tràn	m	53	25,5	63,6	188,5
3	Số lượng và kích thước cửa van n (BxH)	m	8(11x12)	8(14x12,5)	5(15x12,8)	6(10x11,5)
4	Lưu lượng xả tràn ứng với lũ thiết kế	m ³ /s	6.565,95	7.212	6.180	5.981,6
5	Lưu lượng xả tràn ứng với lũ kiểm tra	m ³ /s	8.826,91	10.691	7.467	
III	Nhà máy					
1	Lưu lượng thiết kế (Q _{tk})	m ³ /s	487,7	506	198,2	340,4
2	Công suất lắp máy (N _{lm})	MW	100	41	45	320
3	Số tổ máy	Tổ	2	2	2	2

1.4. Các đặc tính mô phỏng hồ chứa

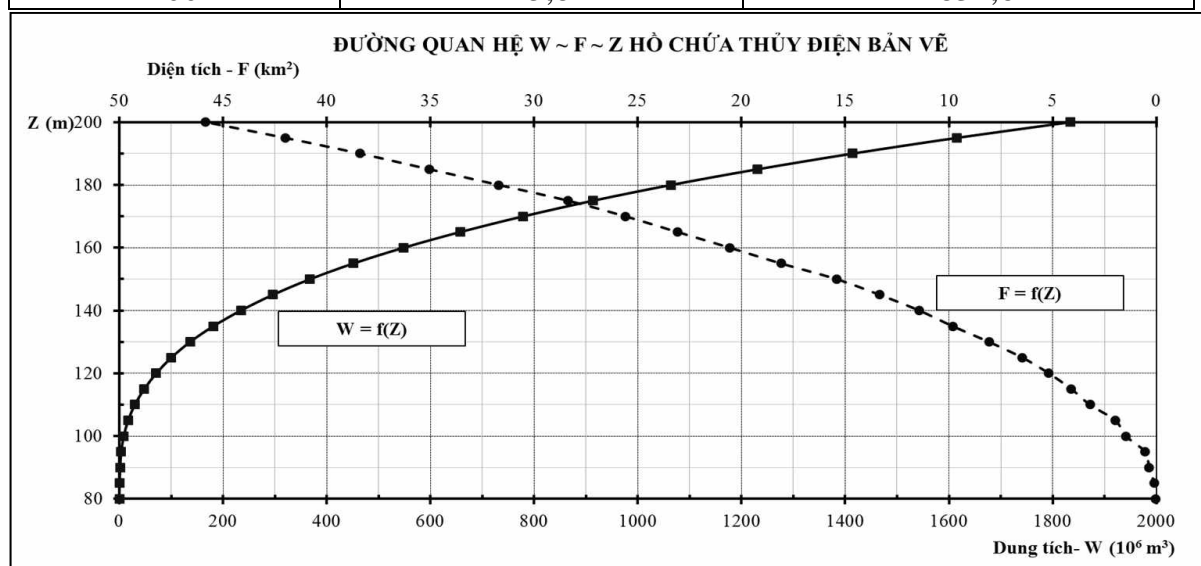
Đặc tính mô phỏng của hồ chứa thể hiện các quan hệ giữa các đại lượng của hồ chứa như quan hệ giữa cao trình mực nước với dung tích nước (Z~W); cao trình mực nước với diện tích thoáng của mặt hồ (F~Z); hoặc một số quan hệ khác như quan hệ giữa cao trình mực nước của hồ với lưu lượng xả ra từ hồ chứa (bao gồm lưu lượng xả qua tràn và lưu lượng qua nhà máy thủy điện). Những thông số mô phỏng của hồ chứa sẽ giúp xác định được tương quan, hay hàm quan hệ phụ thuộc lẫn nhau của các đại lượng. Khi đưa vào mô hình phân tích và mô hình toán tối ưu các đại lượng được tính toán thông qua các hàm quan hệ, giúp cho tại mỗi một thời điểm khi biết một đại lượng sẽ xác định được các đại

lượng còn lại. các quan hệ này được xem như những quan hệ phục vụ công tác vận hành hồ chứa.

1.4.1. Hồ Thủy điện Bản Vẽ

Bảng 1. 6. Quan hệ giữa Z- F- W của hồ thủy điện Bản Vẽ

Cao trình (m)	Diện tích (km ²)	Dung tích (10 ⁶ m ³)
78,5	0	0
80	0,03	0,02
85	0,11	0,35
90	0,35	1,44
95	0,54	3,65
100	1,47	8,47
105	1,98	17,1
110	3,20	29,9
115	4,10	48,1
120	5,18	71,2
125	6,46	100,3
130	8,07	136,5
135	9,82	181,2
140	11,4	234,3
145	13,3	296,1
150	15,4	367,9
155	18,1	451,6
160	20,6	548,2
165	23,1	657,2
170	25,6	778,9
175	28,4	913,8
195	42,0	1615,1
200	45,8	1834,6

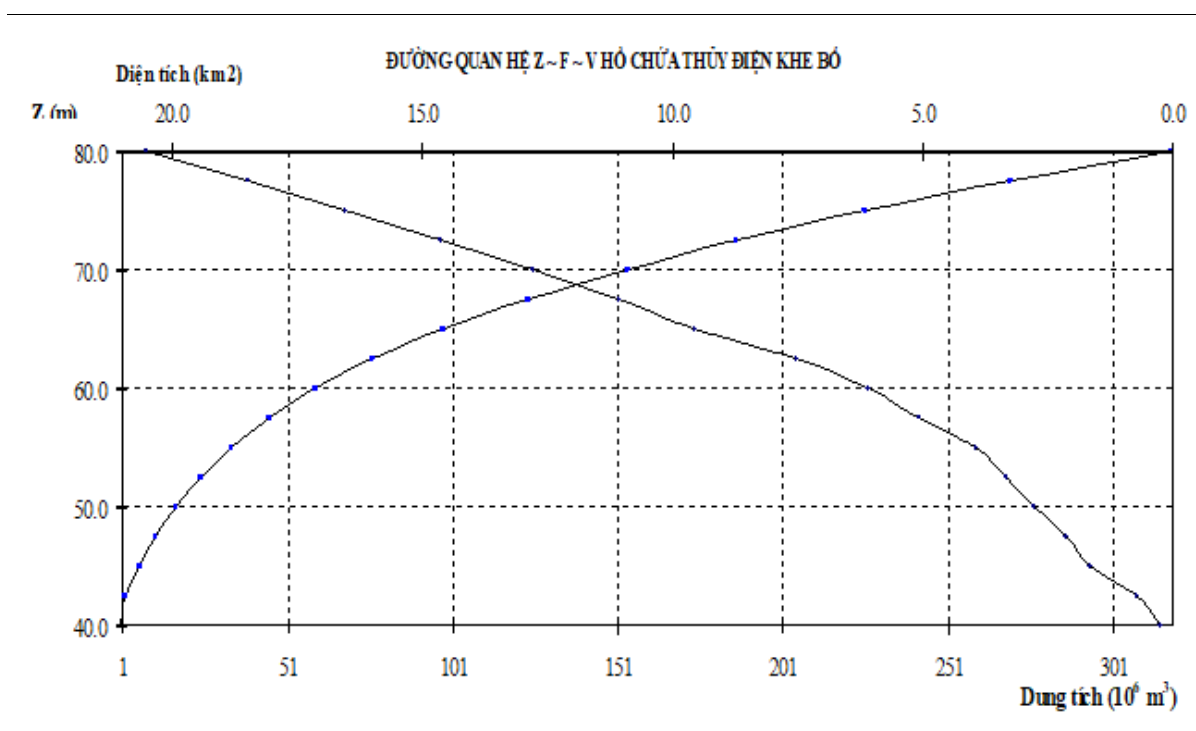


Hình 1. 6. Đường quan hệ Z-F-W của hồ thủy điện Bản Vẽ

1.4.2. Hồ Khe Bó

Bảng 1. 7. Quan hệ giữa Z- F- W của hồ Khe Bó

Cao trình (m)	Diện tích (km ²)	Dung tích (10 ⁶ m ³)
40,0	0,257	0,47
42,5	0,732	1,73
45,0	1,656	5,92
47,5	2,134	10,7
50,0	2,771	16,9
52,5	3,337	24,6
55,0	3,937	33,8
57,5	5,082	45,2
60,0	6,104	59,2
62,5	7,540	76,4
65,0	9,566	97,8
67,5	11,08	123,7
70,0	12,81	153,6
72,5	14,65	186,8
75,0	16,56	225,8
77,5	18,52	269,6
80,0	20,54	318,4

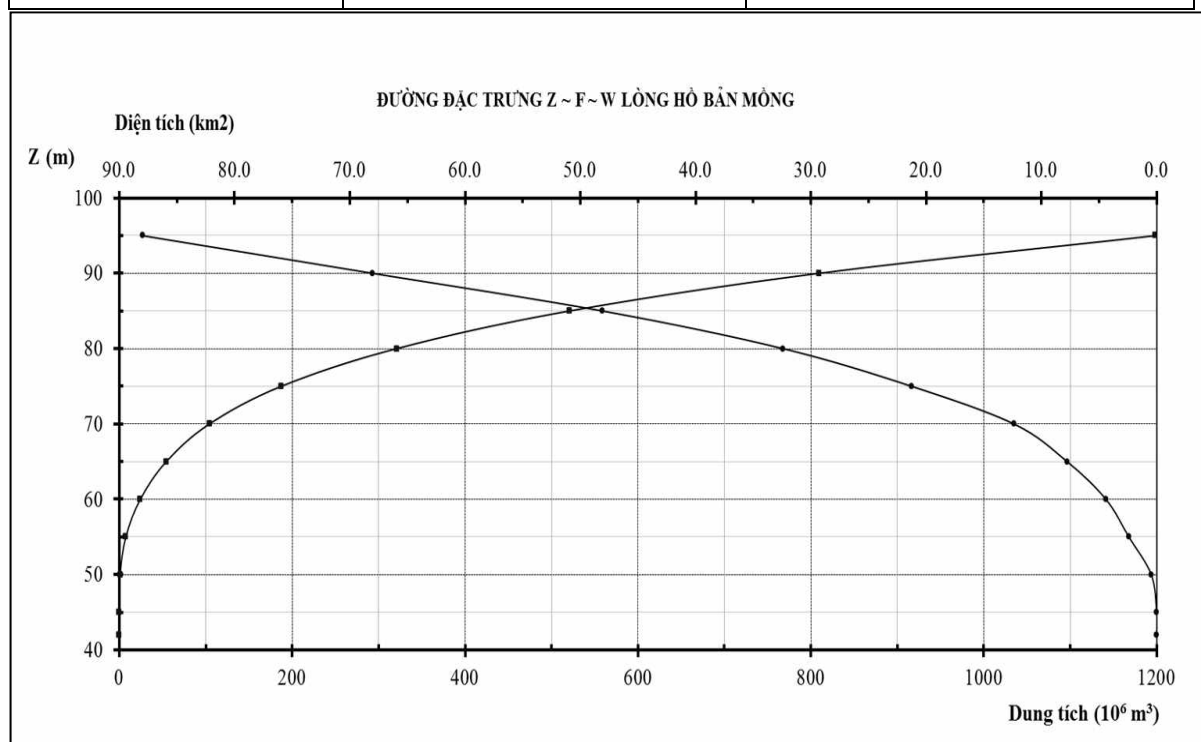


Hình 1. 7. Đường quan hệ Z-F-W của hồ Khe Bó

1.4.3. Hồ Bản Mông

Bảng 1. 8. Quan hệ giữa Z-F-W hồ thủy điện Bản Mông

Cao trình (m)	Diện tích (km ²)	Dung tích (10 ⁶ m ³)
42	0	0
45	0,006	0,01
50	0,470	0,89
55	2,417	7,47
60	4,407	24,29
65	7,769	54,33
70	12,393	104,29
75	21,277	187,47
80	32,418	320,73
85	48,091	520,72
90	68,045	809,62
95	87,999	1.198,67



Hình 1. 8. Đường quan hệ Z-F-W hồ Bản Mông

Đối với Hồ Chi Khê thì hàng ngày hồ phải thực hiện vận hành xả nước về hạ du để bảo đảm duy trì dòng chảy tối thiểu sau đập theo quy định và bảo đảm

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

việc vận hành cấp nước như sau: Khi hồ Khe Bó vận hành xả nước, vận hành hồ xả nước liên tục về hạ du với tổng lưu lượng xả tương đương với lưu lượng đến hồ (với sai số cho phép +/- 10%).

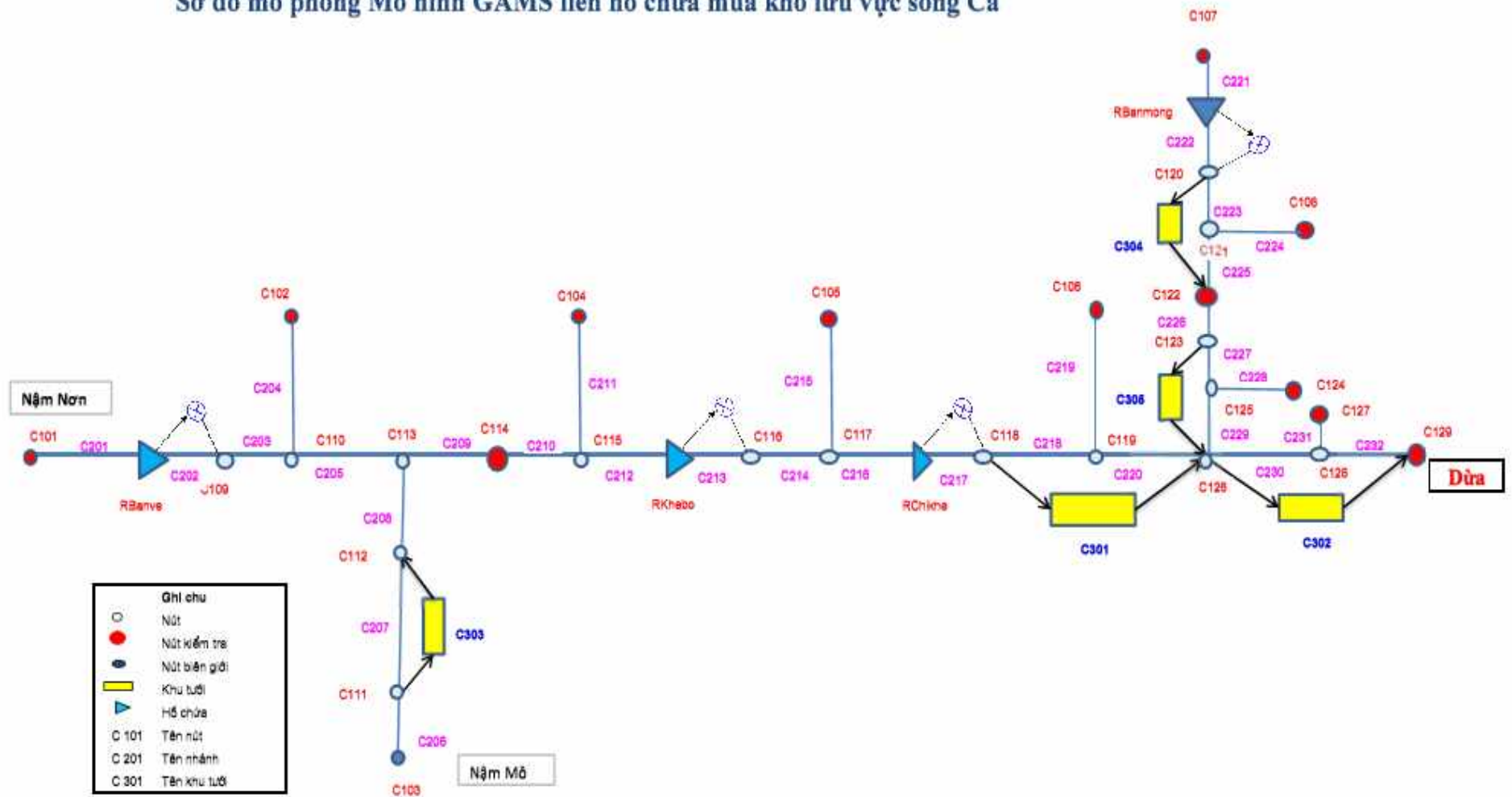
CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG HÀM MỤC TIÊU VÀ CÁC ĐIỀU KIỆN RÀNG BUỘC CỦA BÀI TOÁN VẬN HÀNH TỐI ƯU KINH TẾ

2.1. Cơ sở thiết lập hệ mô hình toán

Để giải quyết bài toán trên một mô hình toán tối ưu được xây dựng sử dụng công nghệ GAMS. Mô hình toán tối ưu sẽ kết nối hệ thống hồ chứa, nhà máy thủy điện với hệ thống biên dòng chảy vào hệ thống, dòng chảy nhập lưu, các khu sử dụng nước và yêu cầu phải đáp ứng của hạ du tại nút ra của mô hình tại Dừa. Mỗi ràng buộc liên quan phức tạp của các thành phần trên chỉ có thể mô tả bằng một bài toán tối ưu phi tuyến và được mô tả bằng ngôn ngữ GAMS.

Kết quả của mô hình, biến tối ưu độc lập chính là lưu lượng trung bình của các hồ xả ra trong bước thời gian tính toán là giờ tại các hồ chứa, lưu lượng chuyển cho từng khu sử dụng nước trong các bước thời gian tính toán. Để mô tả hệ thống bằng ngôn ngữ GAMS một loạt các biến tối ưu hỗ trợ cũng đã được sử dụng trong quá trình thiết lập bộ mã chương trình ví dụ như mực nước hồ, dung tích hồ, lượng nước bốc hơi, nước thấm từ hồ chứa, dòng hồi quy từ khu sử dụng nước... Trong mô hình tính toán phân bổ tối ưu của hệ thống gồm nhiều hồ chứa với nhiệm vụ vừa phát điện vừa trữ nước điều tiết dòng chảy dưới hạ lưu, đặc biệt có các hồ Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mòng, được chia làm hai phần, đó là hàm mục tiêu (tổng lợi ích kinh tế của phát điện và cấp nước cho tưới nông nghiệp và các ràng buộc liên quan đến số liệu thủy văn (lưu lượng dòng chảy đến các hồ và lưu lượng của các dòng nhập lưu sau hồ), ràng buộc liên quan đến hồ chứa (quá trình tích nước và vận hành các hồ chứa như dung tích, lưu lượng xả, khống chế cao trình mực nước), các ràng buộc về dòng chảy dưới hạ lưu tại các điểm kiểm soát (dòng chảy yêu cầu cho cấp nước và duy trì dòng chảy môi trường..), ngoài ra còn có các ràng buộc liên quan đến lượng nước cấp cho các mục tiêu ở dưới hạ lưu. Trong mô hình phân bổ tối ưu của các hồ chứa có các thành phần như biên dòng chảy thủy văn đến, các hồ chứa, các khu sử dụng nước, nút cân bằng nước, hợp lưu dòng chảy cũng như các nút phân lưu kết nối thành một mạng lưới hoàn chỉnh trong mô hình tối ưu Gams.

Sơ đồ mô phỏng Mô hình GAMS liên hồ chứa mùa khô lưu vực sông Cà



Hình 2. 1. Sơ đồ hệ thống liên kết giữa các Hồ chứa trên lưu vực sông Cà

Biên trên mô hình gồm có các biên dòng chảy vào hệ thống theo dòng chính các nhánh sông:

- Biên dòng chảy đến hồ thủy điện Bản Vẽ trên dòng sông Nậm Non (C101);
- Biên dòng chảy đến hồ Bản Mòng (C107);
- Biên dòng chảy trên dòng sông Nậm Mô (C103).

Hệ thống các biên trên mô hình được thu thập từ số liệu thực đo và tính toán cho năm một liệt các năm. Trường hợp dòng chảy đến các hồ chứa do không có số liệu đo đạc sẽ được tính toán phục hồi bằng phương pháp mô hình toán mưa rào dòng chảy trên cơ sở số liệu đo lưu lượng tại một số vị trí trạm trên lưu vực cùng số liệu mưa đo đạc.

Ngoài biên trên thì biên lưu lượng dòng chảy phát sinh từ mưa trên phạm vi lưu vực không chế giữa hai nút tính toán mô hình cũng được đưa vào dưới dạng biên (biên nhập lưu khu giữa, hay biên khu giữa). Do biên nhập lưu không có số liệu đo đạc nên được tính toán bằng mô hình toán mưa rào dòng chảy sử dụng phương pháp lưu vực tương tự để xác định các chuỗi dòng chảy nhập lưu. Hệ thống các biên nhập lưu trong mô hình tối ưu bao gồm:

- Biên nhập lưu khu giữa sông Nậm Non sau hồ Bản Vẽ và đến nhập lưu giữa sông Nậm Non và Nậm Mô (C102);
- Biên nhập lưu khu giữa đoạn nhập lưu giữa sông Nậm Non và Nậm Mô đến hồ Khe Bó (C104);
- Biên nhập lưu khu giữa Hồ thủy điện Khe Bó và hồ thủy điện Chi Khê(C105)
- Biên nhập lưu trên sông Cả khu giữa sau hồ thủy điện Chi Khê đến ngã ba Chanh. (C106);
- Biên giữa hồ thủy điện Bản Mòng và Ngã sông Hiếu và sông Cả có 2 biên giữa (C106, C124);
- Biên giữa khu giữa đoạn ngã ba sông Hiếu, sông Cả đến Dừa (C127);
- Ràng buộc trong mô hình tối ưu mô tả các biên nhập lưu đơn giản là

phương trình cân bằng nước tại nút với một dòng chảy vào và một dòng chảy ra.

Loại hình ràng buộc tiếp theo được đưa vào trong bài toán tối ưu là ràng buộc về các khu sử dụng nước. Thực tế nhu cầu nước tại các khu sử dụng nước phía hạ lưu được tính toán nhu cầu và tính dồn lên tại điểm Dừa đảm bảo nhu cầu cung cấp nước tại Dừa là $280 \text{ m}^3/\text{sv}$ và nghiên cứu mô hình điều tiết nước chính là điều tiết mùa khô giữa 4 hồ, thủy điện Bản Vẽ, Hồ Khe Bó, Hồ Chi Khê và hồ thủy điện Bản Mòng. Tuy nhiên trong nghiên cứu để đơn giản hóa hệ thống tính toán (chọn Dừa (C129) là vị trí khống chế toàn phần hạ du đã tách các khu dùng nước này ra khỏi khu dùng nước hạ du và được đưa vào xem như là các khu dùng nước trong sơ đồ tính tối ưu.

Biện pháp xử lý này là rất cần thiết, có thể nói là rất hiệu quả, để giảm bớt khối lượng tính toán cho mô hình tối ưu cũng như để kết nối với bài toán thủy động lực học vùng hạ du chịu ảnh hưởng nước mặt với mô hình tối ưu vùng thượng lưu sau các hồ mà hiện mô hình thủy động lực học không thể đưa vào vận hành tối ưu. Thực tế hai công cụ mô hình tính toán được sử dụng trong nghiên cứu là mô hình tối ưu (công nghệ GAMS) và mô hình thủy động lực học dòng chảy trong sông (mô hình toán MIKE) hiện là hai công cụ có thể đánh giá là tiên tiến nhất hiện nay trong mô phỏng tối ưu và thủy động lực học dòng chảy trong kênh hở tuy vậy đơn độc áp dụng từng mô hình cũng không thể đáp ứng được yêu cầu của bài toán đặt ra trong nghiên cứu này. Với phương pháp xử lý đề xuất hai mô hình giúp có thể giải quyết được vấn đề.

Trong mô hình tối ưu có các khu sử dụng nước được đưa vào tính toán bao gồm:

- Khu sử dụng nước trên dòng chính sông Cả gồm sau thủy điện Chi Khê và ngã ba sông Hiếu và sông Cả (C301); nhu cầu nước giữa ngã ba sông Hiếu và sông Cả đến Dừa (C302);
- Nhu cầu nước tưới nông nghiệp trên dòng sông Nậm Mô (C303);
- Nhu cầu nước tưới trên dòng sông Hiếu gồm có 2 khu (C304 và C305);

Ràng buộc toàn bộ phía hạ lưu tính từ Dừa trở xuống được tính toán và quy đổi

về ràng buộc tối thiểu dòng chảy tại Dừa theo các kịch bản.

Ràng buộc đối với các khu sử dụng nước trong sơ đồ tối ưu có thể kể đến như sau:

- Ràng buộc ở nút chuyển nước thượng lưu khu sử dụng nước phải đảm bảo lượng nước chuyển vào khu sử dụng nước không được thấp hơn yêu cầu sử dụng nước trong mọi thời đoạn tính toán;
- Ràng buộc về dòng chảy hồi quy từ khu sử dụng nước trả về nút hạ lưu của khu sử dụng nước được tính toán theo mức độ, tỉ lệ tùy theo loại hình sử dụng nước tại các khu sử dụng nước.

Ràng buộc tại các nút kết nối trong sơ đồ tính bao gồm các thành phần dòng chảy đến và ra khỏi nút:

- Dòng chảy đến từ nút thượng nguồn gần nhất với nút tính toán;
- Dòng chảy đến từ nhập lưu khu giữa thượng nguồn với nút tính toán;
- Dòng chảy chuyển từ hồ chứa thượng nguồn gần nhất với nút tính toán;
- Dòng chảy từ khu sử dụng nước thượng nguồn gần với nút tính toán (dòng hồi quy);

Trong sơ đồ tính các nút kết nối có thể kể đến là:

- Các nút sau hồ Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mòng
- Các nút sau biên lưu lượng thượng nguồn như biên Nậm Non, Nậm Mô, và trên thượng nguồn hồ chứa nước Bản Mòng
- Các nút kết nối các nhánh sông như nút hợp lưu giữa Nậm Mô và sông Cả, nút hợp lưu giữa sông Hiếu và sông Cả.

Do mô hình tối ưu chỉ xem xét quá trình vận hành liên hồ chứa theo quy trình vận hành song song và nối tiếp của hệ thống hồ chứa thuộc thượng lưu đối với vị trí Dừa. Do đó các ràng buộc về giao thông thủy chỉ xét trên phần Dừa. Toàn bộ nhu cầu nước phía dưới hạ lưu tính từ điểm Dừa được tính toán theo phương pháp động lực học cộng dồn tới vị trí Dừa, lúc này Dừa được coi như là một nút kiểm soát lưu lượng dòng chảy theo thời đoạn tính toán trong mô hình. Mục tiêu của bài toán là đảm bảo yêu cầu tại Dừa và tối đa về phát điện hệ thống

bốn nhà máy thủy điện có thể hiểu là hệ thống phải thỏa mãn ràng buộc về cấp nước tại nút Dừa cũng như các nhu cầu nước tại các khu sử dụng nước và dòng chảy tối thiểu cho giao thông thủy và môi trường cho phần phía thượng lưu sông Cả tính từ điểm Dừa.

2.2. Thiết lập hàm mục tiêu của bài toán tối ưu kinh tế

2.2.1. Hàm mục tiêu tổng thể về lợi ích phát điện của các hồ chứa phát điện

Công thức tính công suất của nhà máy thủy điện tính như sau [1]:

$$N_{\text{TĐ}} = 9,81 \cdot \eta \cdot Q \cdot H_0 \quad (\text{kW}) \quad (2.1)$$

Trong đó: H_0 : Chênh lệch mức nước phía trước và phía sau NMTĐ, còn gọi là cột nước tính toán của nhà máy.

Q : Lưu lượng nước chảy qua NMTĐ;

η : Hiệu suất chung của NMTĐ;

Công thức (1.1) tính toán công suất cho NMTĐ chính là công suất phát điện của các tổ máy phát điện với hiệu suất gần đúng như sau.

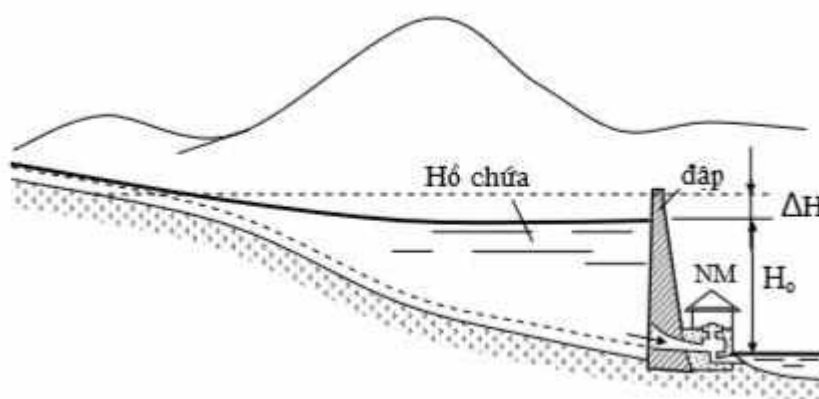
$$\eta = \eta_T \cdot \eta_F \quad (2.2)$$

Trong đó: η_T : Hiệu suất của tua bin nước kể cả đến tổn thất năng lượng đường ống

η_F : Hiệu suất của máy phát;

Với $\eta_T = (0,88 - 0,91)$, $\eta_F = (0,95 - 0,98)$ do đó khi tính toán ta lấy gần đúng ta có công thức tính toán công suất điện của nhà máy sẽ là:

$$N_{\text{TĐ}} \approx 8,5 \cdot Q \cdot H_0 \quad (\text{kW}) \quad (2.3)$$



Hình 2. 2. Hình mô tả nhà máy thủy điện và cột nước H_0

2.2.2. Hàm lợi ích của phát điện tổng quát trong năm

$$B_{HP} = \sum_1^n Bi = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^m 8,5 \times Q_{it} \times H_{0i} \times T \times (P_E - C_E) \quad (2.4)$$

Trong đó: B_{HP} : Lợi ích của phát điện

B_i : Lợi ích phát điện của hồ chứa i ($i=1..n$)

Q_{it} : Lưu lượng xả qua hồ chứa i trong thời đoạn tính toán t (m^3/s)

H_{0i} : Cột nước tính toán phát điện của hồ chứa i (m)

T : Tổng thời gian tính toán đơn vị của T (giờ) do đó nếu thời đoạn tính toán là ngày thì $T=24$. Nếu m tính bằng thời đoạn ngày trong năm hay $m=365$ thì $T= m \times 24$

P_E : Giá thành bán điện của 1 kWh

C_E : Chi phí cho sản xuất 1kWh điện.

2.2.3. Hàm lợi ích cụ thể đối với từng hồ chứa

$$B_{HP} = B_{BV} + B_{KB} + B_{CK} + B_{BM} \rightarrow \text{Max} \quad (2.5)$$

Trong đó:

- B_{BV} : Là lợi ích của phát điện trong hồ Bản Vẽ (tỷ đồng)
- B_{KB} : Là lợi ích phát điện của hồ Khe Bó (tỷ đồng)
- B_{CK} : Là lợi ích phát điện của hồ Chi Khê (tỷ đồng)
- B_{BM} : Là lợi ích phát điện của hồ Bản Mòng (tỷ đồng)

Một số lưu ý:

Khi tính toán tối ưu trong thời đoạn cả năm thì $T = 365 \times 24$ giờ. Do các nhà máy thủy điện đều hòa lưới điện quốc gia do đó, giả sử giá thành bán điện và chi phí cho sản xuất một đơn vị điện là giống nhau. Vì vậy khi thực hiện cùng mục tiêu tối ưu $B_{HP} \rightarrow \text{Max}$ thì ta có thể thay lợi nhuận của thủy điện bằng lợi ích của bán điện và khi đó P_E và C_E được thay bằng \bar{P} (giá bán điện bình quân cho một kWh trên toàn hệ thống).

Khi đó với thời đoạn tính toán là ngày xả nước theo ngày (2.4) có thể viết lại như sau:

$$B_{HP} = \sum_1^n Bi = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^m 8,5 \times Q_{it} \times H_{0i} \times T \times \bar{P} \quad (2.6)$$

Trong nghiên cứu này giả thiết việc sử dụng điện từ các nhà máy được cấp cho

các khu công nghiệp theo giá bán buôn được EVN quy định cụ thể như sau:

Bảng 2. 1. Bảng tính giá điện theo thời điểm khác nhau

TT	Nhóm đối tượng khách hàng	Giá bán điện (đồng/kWh)
1	Giá bán buôn điện tại thanh cái 110 kV của trạm biến áp 110 kV/35-22-10-6 kV	
1.1	Tổng công suất đặt các MBA của trạm biến áp lớn hơn 100 MVA	
	a) Giờ bình thường	1.480
	b) Giờ thấp điểm	945
	c) Giờ cao điểm	2.702
1.2	Tổng công suất đặt các MBA của trạm biến áp từ 50 MVA đến 100 MVA	
	a) Giờ bình thường	1.474
	b) Giờ thấp điểm	917
	c) Giờ cao điểm	2.689
1.3	Tổng công suất đặt các MBA của trạm biến áp dưới 50 MVA	
	a) Giờ bình thường	1.466
	b) Giờ thấp điểm	914
	c) Giờ cao điểm	2.673
2	Giá bán buôn điện phía trung áp của trạm biến áp 110/35-22-10-6 kV	
2.1	Cấp điện áp từ 22 kV đến dưới 110 kV	
	a) Giờ bình thường	1.526
	b) Giờ thấp điểm	989
	c) Giờ cao điểm	2.817
2.2	Cấp điện áp từ 6 kV đến dưới 22 kV	
	a) Giờ bình thường	1.581
	b) Giờ thấp điểm	1.024
	c) Giờ cao điểm	2.908

Giá bán điện trong quá trình vận hành phát điện các hồ chứa được lấy bằng giá bán điện trung bình trong ngày của cả 3 khung giờ cao điểm, thấp điểm và bình thường đối với khách hàng có tổng công suất đặt các MBA của trạm biến áp lớn hơn 100 MVA, tương ứng 1.692,2 đ/kWh.

2.2.4. Hàm lợi ích của cấp nước tưới nông nghiệp

$$B_{NN} = \sum_{i=1}^N w_i \times (P_{lúa} \times NS_i - (P_K \times K + P_G \times G + P_{ld} \times LD + P_{Máy} \times M + P_{oth} \times Oth))$$

(2.6)

Trong đó:

B_{NN} : Lợi ích của cung cấp nước tưới

W_i : Diện tích khu tưới i (ha)

NS_i : Năng suất lúa/ha của khu tưới i

P_K, K : là giá và khối lượng tiêu tốn Kali trên 1 ha

P_G, G : là giá của giống và tổng khối lượng giống /1 ha

P_{ld}, LD : giá nhân công và tổng số lao động tiêu tốn cho 1 ha gieo trồng

$P_{Máy}, M$: Giá ca máy và số ca máy dùng cho 1 ha

P_{other}, Oth : Là giá, và khối lượng của những thứ khác ảnh hưởng đến chi phí sản xuất 1ha

Thông thường để tính toán hàm mục tiêu tối ưu về kinh tế của vận hành hệ thống liên hồ chứa sẽ bao gồm các lợi ích kinh tế của sử dụng tổng hợp nguồn nước trên thượng nguồn sông Cả, bao gồm các mục đích như phát điện, cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản và cả lợi ích của phòng chống lũ. Tuy nhiên để sử dụng nước nông nghiệp theo mô hình xây dựng gồm có 5 khu tưới được thiết lập sử dụng nước cho mục đích sản xuất nông nghiệp. Tuy nhiên về mặt kinh tế xã hội thì khu vực miền trung là một khu vực khó khăn về nguồn nước và đặc biệt quan tâm đến vấn đề sản xuất nông nghiệp phải được đảm bảo do đó yêu cầu về sản xuất nông nghiệp về nước phải được cung cấp đầy đủ và đảm bảo vấn an sinh xã hội của vùng. Do đó bài toán tối ưu kinh tế được viết gọn lại là vận hành điều phối giữa các hồ xả nước sao cho lợi ích của phát điện là lớn nhất mà vẫn phải đảm bảo yêu cầu nước tại hạ du (Điểm khống chế lưu lượng tại Dừa), lúc này cung cấp nước cho sản xuất nông nghiệp được quy định đưa vào ràng buộc của bài toán là cung cấp đủ (nhu cầu nước cho nông nghiệp được quy đổi về m^3/s).

2.3. Các ràng buộc liên quan đến bài toán tối ưu lợi ích

Ràng buộc cho cho bài toán tối ưu thì bao gồm 3 loại ràng buộc mô tả theo toán học [2]

- Ràng buộc cân bằng :

$$\sum_{n=1}^N a_{kn} x_n = r_k \quad \text{for } k = 1, 2, \dots, \quad (2.7)$$

- Ràng buộc không cân bằng:

$$\sum_{n=1}^N a_{kn} x_n \geq r_k \quad \text{for } k = k_{e+1}, \dots, k \quad (2.8)$$

- Ràng buộc về giới hạn của giá trị:

$$x_n^L \leq x_n \leq x_n^U \quad (2.9)$$

Trong đó:

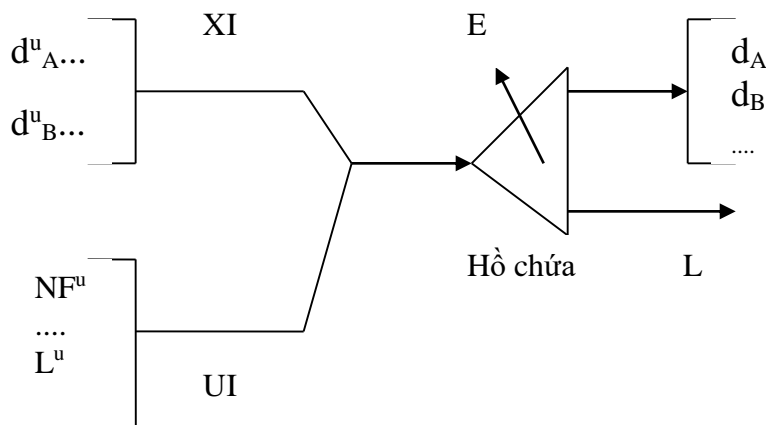
X: Là các biến của bài toán.

K: Là tổng các ràng buộc của bài toán.

K_e : Là tổng số các ràng buộc cân bằng của bài toán.

n: Là tổng số các biến của bài toán.

2.3.1. Ràng buộc về hồ chứa



Hình 2. 3 Mô phỏng các biến liên quan đến hồ chứa

$$d(s)/d(t) = I(t) - O(t) \quad (2.10)$$

Trong đó: UI: Dòng chảy đến hồ không kiểm soát được.

NF^u : Dòng chảy tự nhiên

L^u : Những biến không kiểm soát trên thượng lưu (xả tràn của hồ thượng lưu).

XI: Dòng chảy đến hồ kiểm soát được (do hồ thượng lưu điều tiết)

d^u_A, d^u_B: Là những biến kiểm soát trên thượng lưu.

E: Lượng nước bốc hơi mặt thoáng của hồ chứa.

d_A, d_B : Là những biến xả ra kiểm soát của hồ chứa.

L: Là lượng nước xả qua tràn của hồ chứa không kiểm soát được.

Trong phương trình (2.10) thì $d(s)/d(t)$ là lượng biến thiên dung tích của hồ chứa trong thời đoạn tính toán t , $I(t)$ và $O(t)$ là tổng lượng nước đến và lượng nước ra khỏi hồ chứa (bao gồm có kiểm soát và không kiểm soát được) trong thời đoạn tính toán t .

+ Tính toán cân bằng tổng lượng nước trong hồ:

$$S_{t+1,l} = S_{t,l} + QD_{t,l} - ELOS_{t,l} - TLOS_{t,l} - QX_{t,l} \quad \forall t, \forall l \quad (2.11)$$

t thời đoạn (ngày)

l Hồ chứa thứ l

$S_{t,l}$ Dung tích trữ trong hồ l trong thời gian t (m^3)

$QD_{t,l}$ Lượng dòng chảy đến hồ l trong thời đoạn t ($m^3/ngày$)

$ELOS_{t,l}$ Tổng thất do bốc hơi của hồ l trong thời đoạn t ($m^3/ngày$)

$TLOS_{t,l}$ Tổng thất do thấm của hồ l trong thời đoạn t ($m^3/ngày$)

$QX_{t,l}$ Lượng xả từ hồ l trong thời đoạn t ($m^3/ngày$)

+ Tính toán giới hạn về dung tích của hồ chứa:

$$S_{t,l} < K_l \quad \forall t, \forall l \quad (2.12)$$

K_l Dung tích hồ l tính đến MNDBT (m^3)

$S_{t,l}$ Dung tích trữ trong hồ l trong thời gian t (m^3)

+ Tính toán tổn thất do bốc hơi của hồ chứa:

$$ELOS_{t,l} = 10x \left[\frac{(FS_{t+1,l} + FS_{t,l})}{2} \right] E_{t,l} \quad \forall t, \forall l \quad (2.13)$$

$ELOS_{t,l}$ Tổng thất do bốc hơi của hồ chứa (m^3)

$E_{t,l}$ Tổng thất do bốc hơi từ hồ l trong tháng t ($mm/tháng$)

$FS_{t,l}$ Diện tích mặt thoáng của hồ ứng với dung tích trữ trong hồ l trong

thời gian t (ha)

Trong trường hợp không có số liệu về diện tích mặt thoáng ứng với dung tích trữ của hồ thì tổn thất do bốc hơi được tạm tính theo dung tích trữ:

$$ELOS_{t,l} = \left[\frac{(S_{t+1,l} + S_{t,l})}{2} \right] Ek_{t,l} \quad \forall t, \forall l \quad (2.14)$$

$ELOS_{t,l}$ Tổn thất do bốc hơi của hồ chứa (m^3)

$Ek_{t,l}$ Hệ số bốc hơi từ hồ l trong tháng t (không thứ nguyên = 0.01)

$S_{t,l}$ Dung tích trữ trong hồ l trong thời gian t (ha)

+ Tính toán cao trình mực nước của hồ tương ứng với lượng trữ:

$$EL_{t,l} = F(S_{t,l})$$

$EL_{t,l}$ Cao độ mực nước của hồ l trong thời đoạn t (m)

$S_{t,l}$ Dung tích trữ trong hồ l trong thời gian t (m^3)

F Hàm quan hệ giữa dung tích hồ chứa và cao trình mực nước. Thường được xác định là hàm đa thức bậc tùy thuộc vào quan hệ chặt chẽ của từng hồ chứa. Trong mô hình tính toán hàm thường là hàm bậc cao 3 hoặc bậc 4.

+ Tính toán cao trình mực nước tối thiểu của hồ để phát điện:

$$EL_{t,l} > EL_{\min,l} \quad \forall l \quad (2.15)$$

$EL_{t,l}$ cao độ của hồ l trong thời đoạn t (m)

$EL_{\min,l}$ cao độ tối thiểu cho phép của hồ l (m)

+ Tính toán tổn thất do thấm của hồ chứa:

$$(2.16) \quad TLOS_{t,l} = \left[\frac{(S_{t+1,l} + S_{t,l})}{2} \right] TLO_l \quad \forall t, \forall l$$

$TLOS_{t,l}$ Tổng thất do thấm của hồ chứa ($m^3/ngày$)

TLO_l Hệ số thấm từ hồ l (không thứ nguyên=0.01~0.015)

St,l Dung tích trữ trong hồ l trong thời gian t (m^3)

2.3.2. Ràng buộc tại các nút

+ *Điều kiện về cân bằng nút*

Ràng buộc cân bằng tại các nút: Đảm bảo rằng tổng lượng dòng chảy đi ra khỏi nút bằng tổng lượng dòng chảy đi vào nút

$$\sum_{k=1}^n Q_k = 0 \quad + \text{Điều kiện về nút chuyển nước}$$

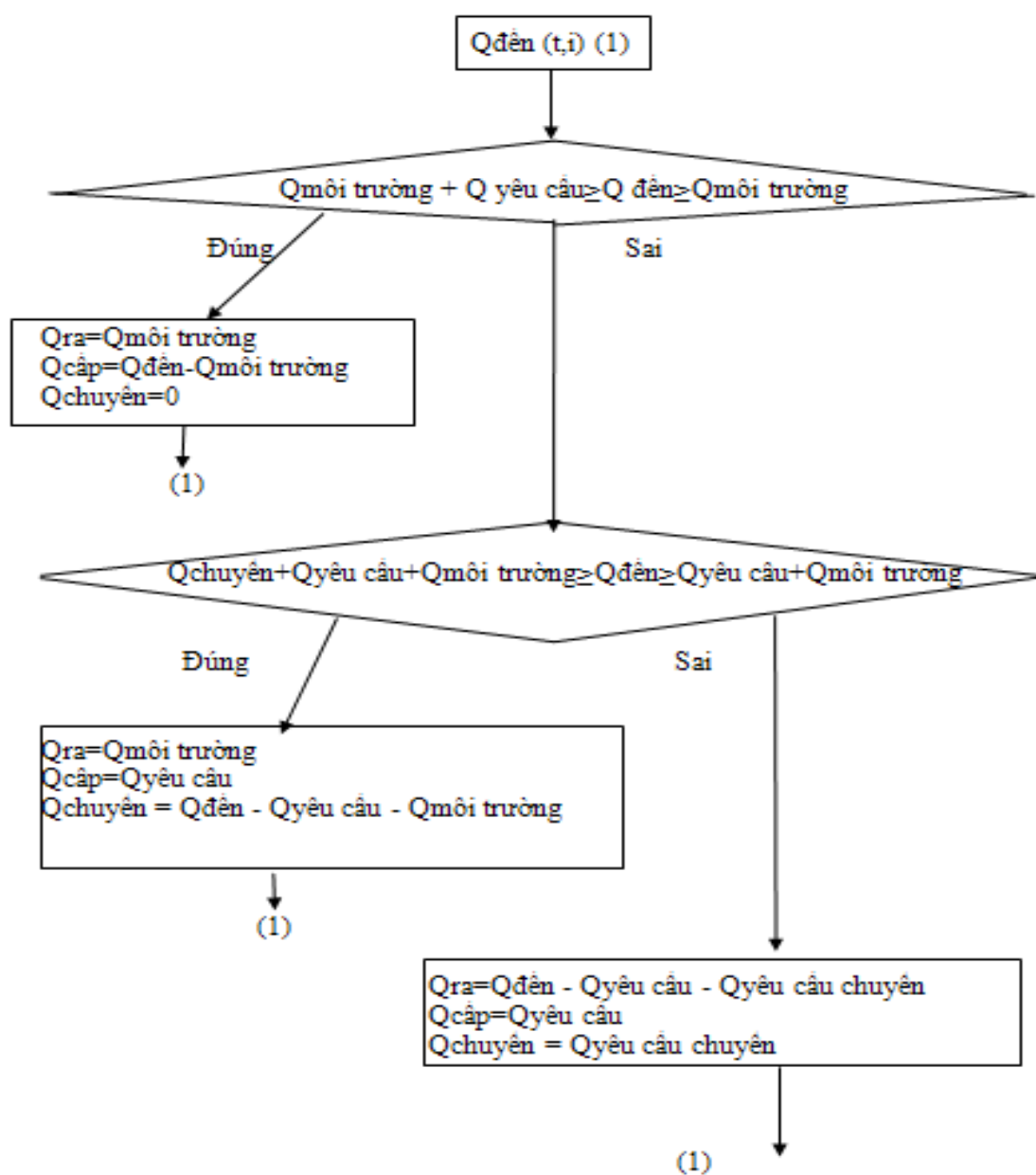
$$Q_{\text{yêu cầu chuyển}} \geq Q_{\text{chuyển}} \geq Q_{\text{đến}} - Q_{\text{môi trường}} - Q_{\text{cấp}} \quad (2.17)$$

Trong đó:

$Q_{\text{yêu cầu}}$: Giá trị lưu lượng đảm bảo các yêu cầu tưới, sinh hoạt, công nghiệp....

$Q_{\text{yêu cầu chuyển}}$: Giá trị lưu lượng cần chuyển tại công trình chuyển nước

$Q_{\text{chuyển}}$: Giá trị lưu lượng có thể chuyển từ nút chuyển nước



Hình 2. 4. Thuật toán tính Q chuyên nước tại nút có yêu cầu chuyển nước

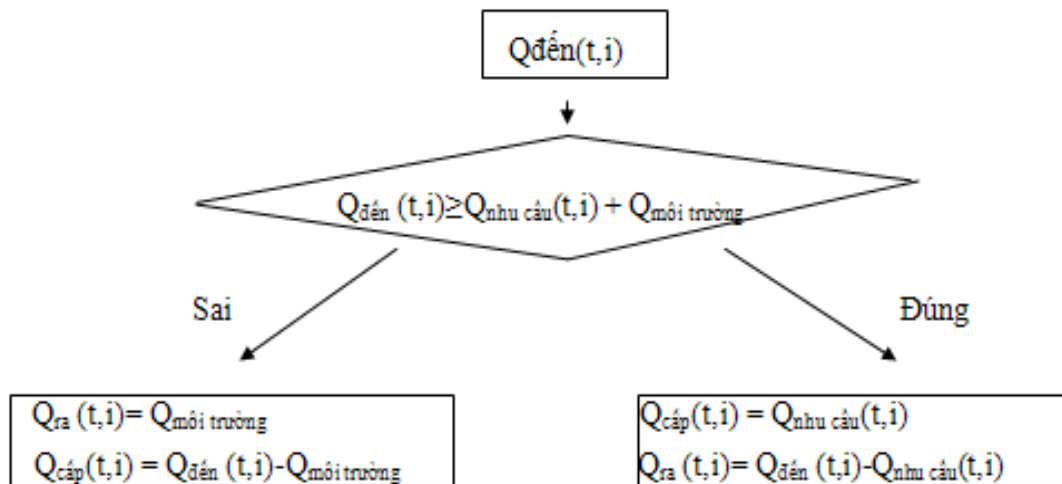
2.3.3. Ràng buộc về dòng chảy

+ Ràng buộc cân bằng của dòng chảy:

$$Q_{\text{hạ lưu}} = Q_{\text{thượng lưu}} + Q_{\text{tăng thêm}} + Q_{\text{hồi quy}} - Q_{\text{tồn thất}} \quad (2.18)$$

+ Ràng buộc dòng chảy tối thiểu

Với điều kiện ràng buộc này dùng cho đảm bảo giao thông thủy và dòng chảy môi trường trên mỗi nhánh sông hoặc Qnhu cầu trên mỗi nhánh sông, trong mô hình được thể hiện bằng các điểm kiểm soát dòng chảy hay nút kiểm soát.



Hình 2. 5. Mô phỏng thuật toán cho Qmin

2.3.4. Ràng buộc yêu cầu sử dụng nước tại Dừa

Trong mô hình tính toán tối ưu 4 hồ thủy điện trong mùa kiệt, không xét đến ảnh hưởng của phần nhu cầu nước hạ lưu dưới điểm Dừa. Một giả thuyết được xây dựng trong mô hình là Nhu cầu nước tại Dừa đã được tính toán dựa trên tổng hợp các nhu cầu sử dụng nước, và tính dồn lên tại điểm Dừa. Lúc này điểm Dừa được xem như một nút kiểm soát dòng chảy ứng với Qmin theo các thời đoạn mà mô hình phải đáp ứng trong điều kiện tối ưu lượng điện phát ra, hay tối ưu lợi ích của phát điện.

$$Q_{Dừa} \geq Q_{\text{Yêu cầu tại Dừa}} \quad (2.19)$$

2.3.5. Ràng buộc yêu cầu sử dụng nước tại các nút sử dụng nước

+ Ràng buộc về giá trị cung cấp tối đa:

Đảm bảo rằng lượng nước cung cấp cho nông nghiệp hay cấp nước đô thị không vượt quá một giá trị cho phép nào đó:

$$d_i^u \geq -OF_{M_i} + (NF_i^u + L_i^u) \quad i = 1, 2, \dots, np \quad (2.20)$$

+ Ràng buộc về giá trị cung cấp tối thiểu:

Đảm bảo rằng giá trị cung cấp cho nông nghiệp hay cung cấp nước cho đô thị không được nhỏ hơn một giá trị tối thiểu nào đó.

$$d_i^u \geq OF_{m_i} - (NF_i^u + L_i^u) \quad i = 1, 2, \dots, np \quad (2.21)$$

+ Ràng buộc về giá trị cung cấp theo thời vụ (ràng buộc theo thời gian):

$$d_i^u - \alpha_i \sum_{k=1}^{npc} d_k^u = -UI_i^u + \alpha_i \sum_{k=1}^{npc} UI_k^u \quad (1.22)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq 1 \quad \text{và} \quad \sum_{k=1}^{npc} \alpha_k = \mathbf{1}$$

npc: tổng thời đoạn tính toán thường tính theo tháng và thời vụ thường tính cho 1 vụ, hay 1 năm.

Chú thích:

d: biến của bài toán (lưu lượng dòng chảy hay khối lượng nước có kiểm soát)

d_M : Giá trị cận trên của biến d.

d_m : Giá trị cận dưới của biến d.

NF: Dòng chảy tự nhiên .

L: Lượng nước xả tràn của hồ chứa,

OF_M : Dòng chảy ra lớn nhất.

OF_m : Dòng chảy ra nhỏ nhất.

Trong chương 2 đưa ra cách xây dựng hàm mục tiêu và các ràng buộc trên quan điểm tiếp cận các hàm toán học, và sử dụng các hàm toán học để mô tả các đặc tính của hồ chứa, thể hiện được hàm mục tiêu và các phương trình quan hệ thể hiện các ràng buộc của bài toán, với mỗi mục tiêu được đặt ra mà các hàm toán học được phân tích xây dựng và mô tả một cách chi tiết cụ thể hay chỉ thể hiện tính đại diện.

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH TỐI ƯU TRÊN CÔNG CỤ GAMS

3.1. Xây dựng mô hình toán tối ưu sử dụng ngôn ngữ GAMS

Mô hình tối ưu hệ thống liên hồ chứa Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mông được thiết lập trên nền ngôn ngữ lập trình GAMS [3].

Như phần đầu của báo cáo đã giới thiệu GAMS là một công nghệ, ngôn ngữ lập trình máy tính, hỗ trợ xây dựng và giải các hệ thống tối ưu lớn, phức tạp, có khả năng giải nhiều loại hình tối ưu từ tối ưu tuyến tính, tối ưu biến gián đoạn, tối ưu biến nguyên, tối ưu động và đặc biệt là có thể giải các bài tối ưu phi tuyến phức tạp.

Bộ mã chương trình máy tính được phát triển trong môi trường GAMS. Là một ngôn ngữ lập trình, GAMS, như mọi ngôn ngữ lập trình khác đều có các quy tắc chặt chẽ cần phải tuân thủ khi sử dụng để phát triển mã nguồn. Cấu trúc chung của bộ mã GAMS (Bảng 3.1).

Bảng 3. 1. Cấu trúc mã chương trình tối ưu GAMS

Đầu vào	Đầu ra
<ul style="list-style-type: none">• <i>Sets</i> Khai báo – Xác định các phần tử• <i>Data</i> (<i>Parameters, Tables, Scalars</i>) Khai báo - Gán giá trị• <i>Variables</i> Khai báo -Xác định loại biến• Gán các giá trị biến/các giá trị ban đầu (tùy chọn)• <i>Equations</i> Khai báo - Định nghĩa• <i>Model and solve</i> statements• <i>Display</i> statement (tùy chọn)	<ul style="list-style-type: none">• Echo Print• Reference Maps• Equation listings• Status reports• Results

Nhìn chung cấu trúc các thành phần tương đối giống với các ngôn ngữ lập trình

thông thường. Điểm khác biệt ở đây là khi giải mã nguồn không chạy lần lượt từng câu lệnh như các ngôn ngữ máy lập trình thông thường (Pascal, Fortran, Basic, Delphi, VB, C+).

Khi nhận được lệnh giải, toàn bộ cấu trúc, ràng buộc đã được xác lập trong bộ mã sẽ được chuyển vào bộ giải tối ưu để dò tìm điểm cực trị.

Với cấu trúc TB-GAMS cũng có thể được phân ra thành các nội dung chính sau:

- Khai báo, khởi tạo các biến;
- Thiết lập bộ số liệu đầu vào và đường dẫn;
- Thiết lập hàm mục tiêu;
- Khai báo các ràng buộc;
- Thiết lập các ràng buộc;
- Thiết lập các phương án giải tối ưu;
- Giải tối ưu;
- Khai thác và truy xuất kết quả.

Tuỳ vào các phương án chạy hệ thống độ lớn của bài toán tối ưu phi tuyến có thể lên tới hàng trăm nghìn biến tối ưu [4]. Trong nghiên cứu này sử dụng bộ giải tối ưu phi tuyến CONOPT2 cho các lần chạy đã cho kết quả khá ổn định.

Bảng 3. 2. Một số dạng tối ưu có thể giải bằng phiên bản GAMS

Ký hiệu	Mô tả dạng tối ưu
LP	Bài toán tuyến tính. Không có quan hệ phi tuyến, không có biến rời rạc (nhị phân)
NLP	Bài toán phi tuyến. Có các quan hệ phi tuyến thông thường nhưng chỉ là những hàm liên tục trong mô hình, không có các biến rời rạc.
DNLP	Bài toán phi tuyến có đạo hàm không liên tục. Giống như NLP nhưng các hàm không liên tục. Bài toán này khó giải hơn nhiều so với bài toán NLP. Người sử dụng không nên dùng loại mô hình này.
RMIP	Bài toán nguyên tổng hợp linh hoạt. Mô hình có thể có các biến rời rạc nhưng các yêu cầu rời rạc rất linh hoạt, có nghĩa là các

	biến nguyên và biến nhị phân có thể nhận bất cứ giá trị nào trong giới hạn của chúng.
MIP	Bài toán nguyên tổng hợp. Tương tự như RMIP nhưng yêu cầu rời rạc là bắt buộc: Các biến rời rạc phải nhận các giá trị nguyên trong khoảng giới hạn của chúng.
RMINLP	Bài toán phi tuyến - nguyên - tổng hợp linh hoạt. Mô hình có thể có cả các biến rời rạc và các quan hệ tuyến tính thông thường. Yêu cầu rời rạc là không bắt buộc. Loại bài toán này giống NLP ở chỗ rất khó giải.
MINLP	Bài toán phi tuyến – nguyên - tổng hợp. Các đặc điểm tương tự như RMINLP nhưng yêu cầu về rời rạc là bắt buộc.
MPEC	Bài toán toán học với các ràng buộc cân bằng
MCP	Bài toán bổ sung tổng hợp
CNS	Hệ thống phi tuyến ràng buộc

Như đã trình bày ở trên yêu cầu số liệu đầu vào của hệ thống gồm có:

- Số liệu biên dòng chảy: biên trên, biên nhập lưu của khu giữa
- Biên sử dụng nước khu giữa.
- Biên sử dụng nước tại vị trí không chế Dừa
- Yêu cầu lưu lượng dòng chảy cho các tuyến giao thông thủy.
- Thống số thiết kế vận hành hệ thống các hồ chứa.
- Thống số thiết kế, vận hành hệ thống các nhà máy thủy điện.

Kết quả chính của hệ thống giải tối ưu có thể kể đến như sau:

- Diễn biến lưu lượng xả, dung tích cụ thể của từng hồ Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mòng phối hợp vận hành theo tiến trình thời gian.
- Diễn biến lưu lượng về điểm không chế Dừa theo thời gian
- Diễn biến lưu lượng trên các đoạn sông theo thời gian tại các điểm kiểm soát hoặc cần kiểm tra lưu lượng của dòng chảy.

Diễn biến công suất phát, điện lượng của từng hồ Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mòng theo thời gian.

Giá trị lợi ích của phát điện các hồ Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mòng.

3.2. Phương pháp xác định chế độ vận hành

Khi thực hiện nghiên cứu vận hành liên hồ chứa đặc biệt có các hồ Bản Vẽ, Hồ Khe Bó, hồ Bản Mòng, với hồ Chi Khê được vận hành theo dạng một đập tràn tự do không có dung tích hữu ích và vẫn có phối hợp phát điện, do đó đặc thù lưu lượng đến sẽ bằng với lưu lượng xả, lưu lượng xả có thể lớn hơn hoặc bằng lưu lượng đi qua nhà máy phát điện để tạo ra điện năng.

Trong vận hành các hồ chứa thủy điện vùng thượng lưu sông Cả thì có các cơ chế vận hành như: (1) Vận hành nối tiếp gồm có Hồ thủy điện Bản Vẽ, hồ thủy điện Khe Bó, và thủy điện Chi Khê; (2) Vận hành song song như hồ thủy điện Chi Khê và hồ thủy điện Bản Mòng. Do vậy trong quá trình vận hành điều tiết liên hồ chứa phải có sự tính toán phức tạp đòi hỏi phải có sự mềm dẻo giữa các hồ vì vừa có sự vận hành song song và vừa có sự vận hành nối tiếp giữa các hồ trong hệ thống.

Thực tế tình hình vận hành hệ thống hồ chứa, và liên hồ chứa mục tiêu phát điện mặc dù đã được quan tâm đầu tư nghiên cứu từ lâu nhưng hiện cũng chưa xây dựng được phương pháp chung có thể áp dụng cho mọi hệ thống do tính chất bất thường trong quá trình khí tượng thủy văn là đầu vào cho hệ thống, cũng như tính phức tạp của hệ thống các yêu cầu sử dụng nước đa mục tiêu tùy theo đặc thù của từng hệ thống.

Những lý do trên dẫn đến các quy trình vận hành cho hồ chứa và hệ thống liên hồ chứa đa mục tiêu sử dụng thường dừng ở mức hạn chế.

Trong nghiên cứu này như đã trình bày ở trên hệ thống hồ chứa xem xét gồm có 3 hồ chứa có dung tích hữu ích phát điện vận hành và một tràn phát điện Chi Khê sẽ thể hiện được đầy đủ tính phức tạp của hệ thống hồ chứa đa mục tiêu và vận hành song song. Nghiên cứu này sẽ tiếp cận hàm mục tiêu là tốt đa lượng điện phát ra trên các hệ thống đồng thời đảm bảo được đúng quy trình vận hành các hồ chứa đã được phê duyệt trong quyết định số 1605/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ ký ngày 13 tháng 11 năm 2019 về việc Ban hành quy chế vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả [5].

Cách tiếp cận xây dựng quy trình vận hành hồ chứa như đã trình bày ở trên bao gồm các nội dung chính như sau:

- Kết hợp phương pháp mô hình toán mô phỏng và mô hình toán tối ưu;
- Xác định diễn biến yêu cầu nước cho vùng hạ du (hạ lưu điểm không chế là Dừa);
- Vận hành hệ thống hồ chứa phục vụ cấp đủ nước theo yêu cầu hạ du đồng thời tối đa lợi ích của phát điện.

Trong nghiên cứu này phương pháp tối ưu xác định quy trình vận hành hệ thống có thể chia thành hai hướng chính như sau:

+ *Xác định quy trình vận hành theo các quan hệ toán học chặt chẽ*: Đây có thể xem là loại quy trình vận hành lý tưởng, tức là thao tác vận hành hệ thống tại từng thời điểm trong mùa khô được xác định chính xác dựa trên điều kiện hiện trạng của hệ thống.

+ *Xác định theo phương pháp thả lỏng*, khuyến cáo về quy trình theo diễn biến thời gian mùa kiệt: Đây là loại quy trình có thể coi là linh hoạt hơn cho phép (i) cho phép cơ quan quản lý vận hành hệ thống có thể linh hoạt hơn khi đưa ra các quyết định vận hành, (ii) có thể linh hoạt đối phó với các diễn biến bất thường có thể của chế độ khí tượng thủy văn là dòng chảy đến của hệ thống.

Mô hình tối ưu cũng được xây dựng một các khoa học với các file dữ liệu đầu vào được tác biệt riêng rẽ sẽ thuận tiện cho thay đổi và tính toán các kịch bản trong tương lai cũng như điều chỉnh kịp thời tùy theo tình hình thực tế khi có yêu cầu cụ thể.

3.2.1. Tính theo phương pháp quan hệ toán học chặt chẽ

Quan hệ toán học chặt chẽ trong quy trình vận hành là hệ thống các phương trình toán học giúp cơ quan quản lý hệ thống, hoặc từng hồ chứa riêng biệt quyết định nên giữ mực nước hồ chứa, quyết định lưu lượng xả từ từng hồ chứa ở mức độ nào trên cơ sở số liệu về điều kiện hiện trạng của từng hồ chứa riêng biệt và điều kiện của các thành phần khác của hệ thống trong suốt quá trình các tháng mùa kiệt.

Theo hướng tiếp cận này qua nghiên cứu đánh giá các nguồn tài liệu tham khảo trong và ngoài nước về vận hành hồ chứa, hệ thống hồ chứa đa mục tiêu sử dụng đã xác định hai phương pháp xác định quy trình vận hành trong nghiên cứu này.

+ Vận hành mang tính “độc lập”

Vận hành mang tính độc lập trong hệ thống liên hồ chứa được mô tả các quyết định vận hành một hồ chứa cụ thể ở bất kỳ giai đoạn nào chỉ phụ thuộc vào trạng thái (điều kiện hiện tại) của chính hồ chứa đang được xem xét tại thời điểm tính toán. Quyết định vận hành ở đây là lưu lượng xả ra khỏi hồ chứa-lưu lượng qua turbine-còn trạng thái của hồ chứa tại thời điểm là dung tích trữ của hồ tại thời điểm cần ra quyết định vận hành.

Mặc dù tên gọi cũng như mô tả quyết định vận hành mỗi hồ chứa là độc lập tuy vậy trong thực tế các hồ chứa vẫn phải phối hợp vận hành do đã được kết nối trong mô hình toán GAMS để cùng thỏa mãn yêu cầu của hạ du (tại Dừa) và đồng thời tối đa lợi ích của phát điện của hệ thống hồ.

Có thể biểu diễn quan hệ dưới dạng toán học như sau:

$$Q_{x\grave{a}}(t+1,n) = F[S(t,n)] \quad \text{với mọi } t, n \quad (3.1)$$

Trong đó:

t là biến thời gian thể hiện thời đoạn cần ra quyết định vận hành.

n là hồ chứa cần được xác định chế độ vận hành

$Q_{x\grave{a}}(t,n)$ là lưu lượng xả từ hồ chứa n trung bình thời đoạn t (m^3/s)

$S(t,n)$ là dung tích hồ chứa n tại cuối thời đoạn t (triệu m^3).

Hàm số F thể hiện quá trình, quan hệ giữa dung tích nước hiện có của hồ chứa và lưu lượng quyết định xả trong thời gian kế tiếp từ hồ [6] [7]. Để thể hiện quan hệ này có thể dùng nhiều loại phương trình mô tả toán học ví dụ như quan hệ tuyến tính, quan hệ hàm số mũ và nhiều loại quan hệ khác.

Để đảm bảo yêu cầu của công nghệ GAMS trong nghiên cứu này đã thử tính toán cho nhiều dạng hàm số mũ có đặc tính đảm bảo đạo hàm của phương trình quan hệ $Q \sim S$ liên tục và không biến đổi bất thường. Một dạng hàm toán học ví dụ có thể sử dụng mô tả dạng quan hệ này là hàm toán học bậc cao [8].

Để đảm bảo vận hành được các hồ chứa chặt chẽ theo lưu lượng đến và tính toán lưu lượng xả qua phát điện đồng thời phải đảm bảo các điều kiện ràng buộc về hồ chứa như giới hạn dung tích tối đa trong vận hành (đối với vận hành hồ chứa mùa kiệt thì chủ yếu là hồ sẽ xả nước đáp ứng hạ du do đó giới hạn trên của hồ chứa là cao trình ứng với dung tích ứng với mực nước dâng bình thường. Giới hạn dưới của hồ chứa là dung tích ứng với mực nước chết. Phương trình xác định $Q_{xá}$ của các hồ chứa theo phương trình toán học cân bằng hồ chứa như sau:

$$S_t = S_{t-1} + (Q_{đến(t)} - Q_{xá(t)}) * T + F_{av(t)} * E_{av(t)} / 1000 - R_{thấm} * S_{(t-1)} \quad (3.2)$$

Trong đó:

S_t : Dung tích hồ chứa thời đoạn t (triệu m^3)

S_{t-1} : Dung tích hồ chứa thời đoạn trước đó $(t-1)$ (triệu m^3)

$Q_{đến(t)}$: Lưu lượng đến hồ chứa thời đoạn t (m^3/s)

$Q_{xá(t)}$: Lưu lượng xả của hồ chứa thời đoạn t (m^3/s)

T : thời gian thời đoạn tính toán T nếu tính theo Ngày thì:

$$T = 24 * 3600 / 1000000$$

$F_{av(t)}$: Diện tích trung bình của hồ chứa trong thời đoạn t

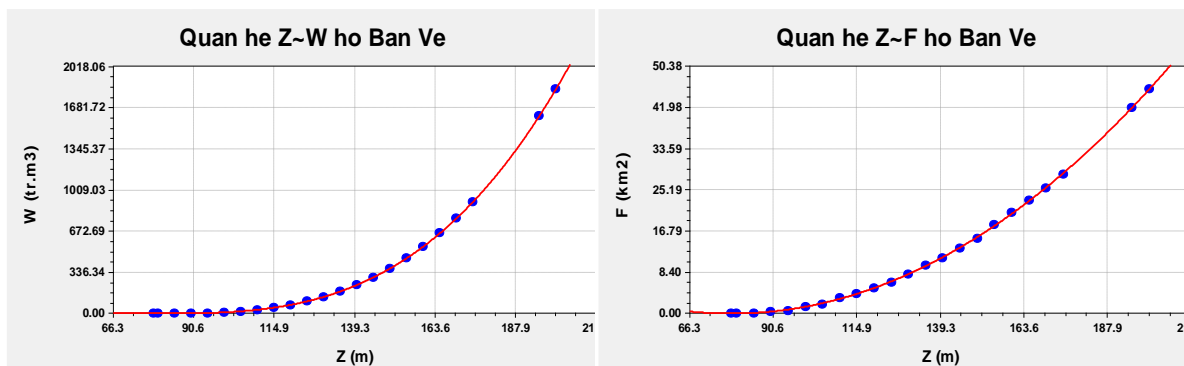
$$(F_{av(t)} = (F_{t-1} + F_t) / 2). (Km^2).$$

$E_{av(t)}$: Lượng mưa trung bình thời đoạn tính toán (mm)

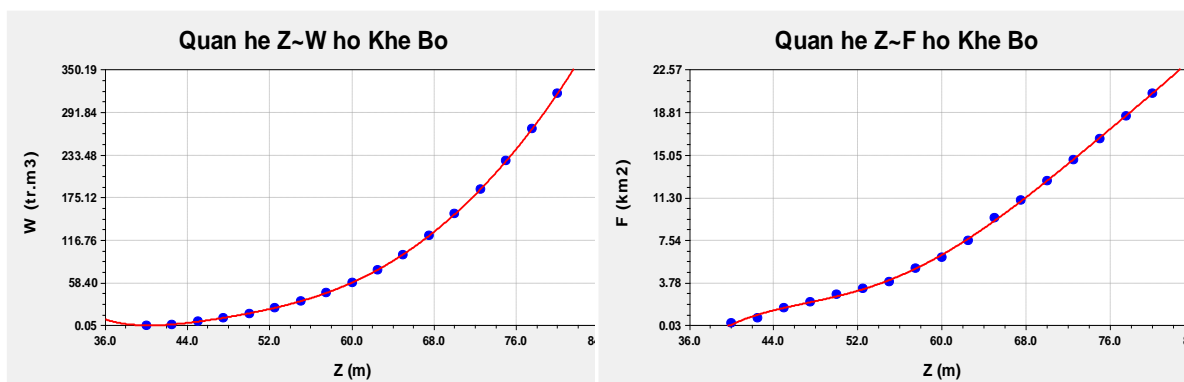
$R_{thấm}$: Hệ số tổn thất nước do thấm.

Khi tính toán quan hệ hồ chứa trong hệ thống 4 hồ thuộc lưu vực thượng nguồn sông Cả thì phương trình tính toán quan hệ $W \sim Z$ và Quan hệ $F \sim Z$ vô cùng quan trọng vì khi hàm tính toán không được lựa chọn phù hợp sẽ có sự sai số lớn trong quá trình xác định S và Z của các hồ chứa và ảnh hưởng đến các quyết định xả nước tối ưu của các hồ chứa. Trong nghiên cứu này, việc lựa chọn các hàm toán học phù hợp với từng hồ chứa là một trong những công việc xác định khó khăn do đặc thù các hồ chứa rất khác nhau ví dụ như hồ thủy điện Bản vẽ thì chênh lệch cột nước trong quá trình vận hành từ 155 m đến 200 m tương đối sát, trong khi đó đối với vận hành hồ chứa Khe Bó chỉ vận hành theo ngày dao động mực nước chỉ có 2m từ 63 đến 65 m, chưa kể đối dung tích của hồ chứa là rất bé do

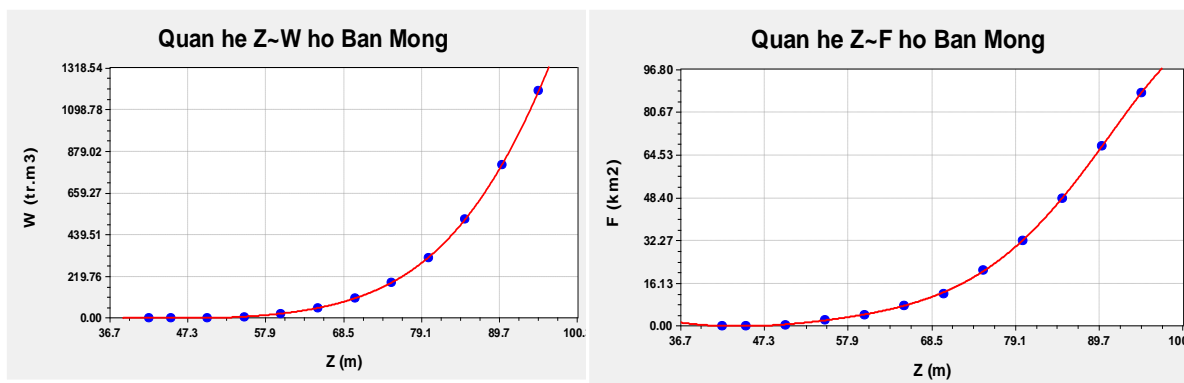
diện tích lòng hồ nhỏ, và là hồ nhỏ. Còn hồ thủy điện Chi Khê thì không có dung tích hữu ích của hồ chứa, lưu lượng đến bằng với lưu lượng xả, vừa phải đảm bảo quan hệ lưu lượng đến bằng lưu lượng xả vừa đảm bảo quá trình mô phỏng vận hành phát điện của một hồ chứa bình thường.



Hình 3. 1 Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Bản Vẽ



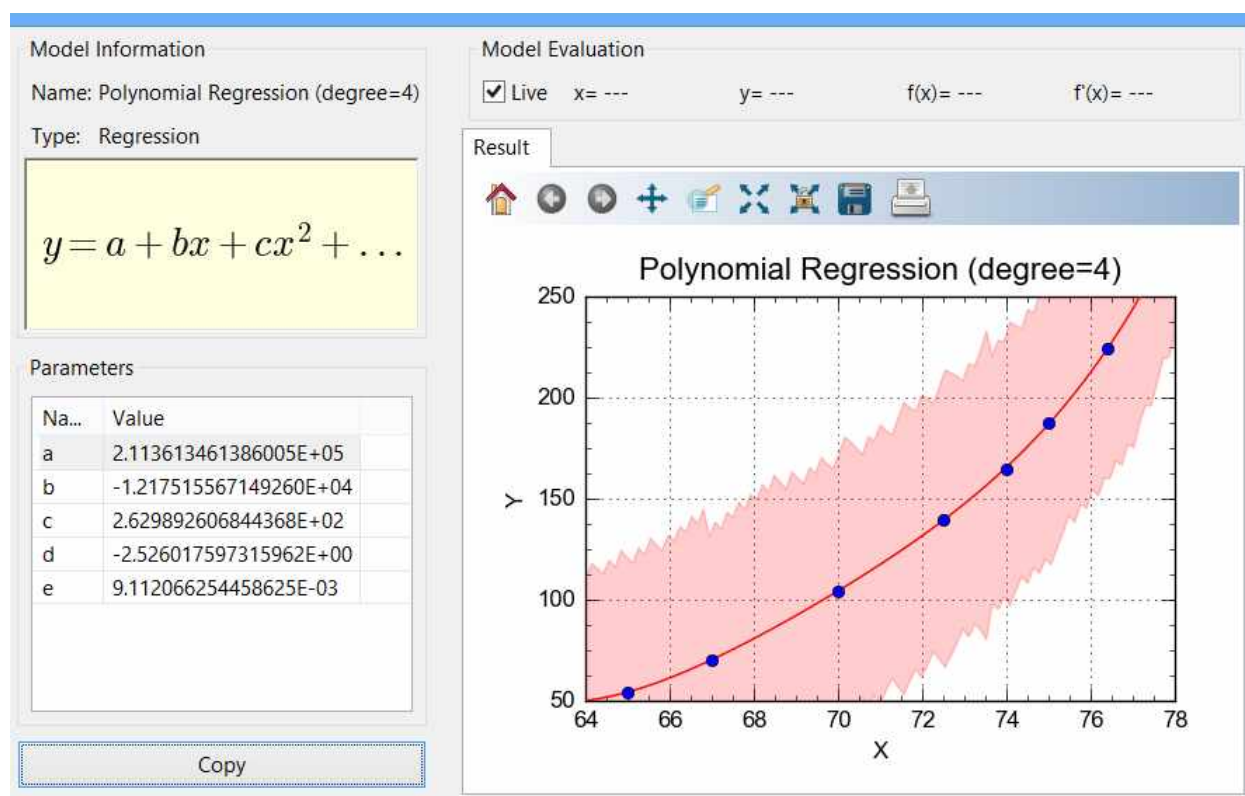
Hình 3. 2. Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Khe Bô



Hình 3. 3. Quan hệ tương quan Z~W và Z~F của hồ Bản Mông

Đối với bài toán GAMS trong mô hình sông Cả thì hàm quan hệ sẽ là đa thức bậc 6 và một số hồ chứa thì hàm bậc thấp hơn như Bậc 5 hoặc 4. Lựa chọn các bậc đa thức sẽ phụ thuộc vào mức độ chặt của hàm tương quan cũng như liệt các

số liệu tính toán hàm tương quan.



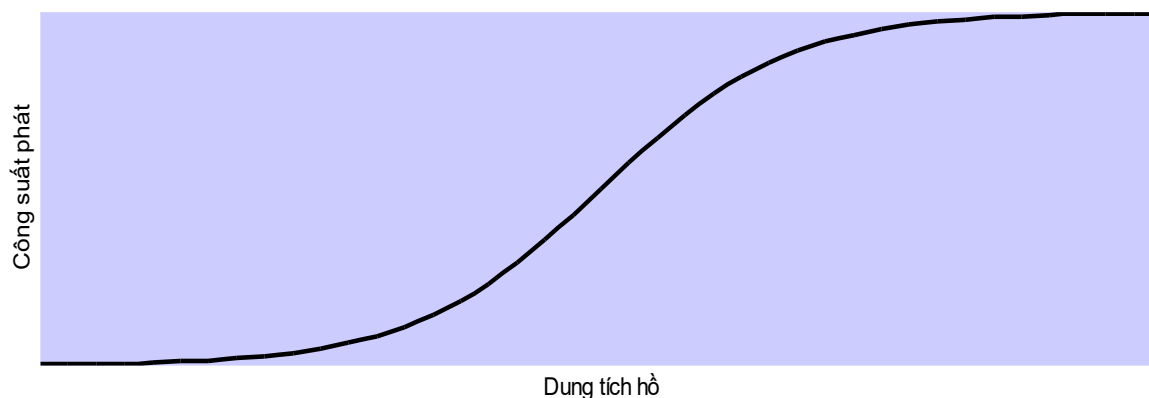
Hình 3. 4. Mô tả xây dựng tính toán các hệ số đường quan hệ giữa Dung tích-Cao trình và diện tích các hồ chứa

Trong quy trình tính toán vận hành hồ chứa nước thượng nguồn sông Cả, nghiên cứu đã tuân thủ các yêu cầu được quy định trong Quyết định về yêu cầu xả nước mùa kiệt để đảm bảo giao thông thủy và đảm bảo môi trường sinh thái cũng như yêu cầu chuyển nước trên sông Hiếu.

Đối với hàm mục tiêu là tối đa lợi ích phát điện do đó, lưu lượng xả của hồ chứa sẽ bao gồm lưu lượng xả qua tuốc bin nhà máy và lưu lượng xả tràn nếu dung tích hồ chứa vượt quá yêu cầu về giới hạn cao trình chống lũ hoặc cao trình đảm bảo an toàn cũng như cao trình đảm bảo dung tích đón lũ của các hồ chứa. Đối với vận hành các hồ chứa trên thượng nguồn sông Cả thì đang xem xét riêng đối với mùa kiệt và thực tế thường xuyên xảy ra hiện tượng thiếu nước trầm trọng cho phát điện, điều tiết nước dưới hạ du. Nên điều đó dễ dàng cho thấy trong thời kỳ mùa kiệt sẽ không có xả tự do và lưu lượng xả qua tuốc bin của nhà máy để phát điện.

Thực tế trong tính toán mô hình quan hệ Q~S được thay thế bằng quan hệ N~S

tức là công suất phát tương ứng với điều kiện hiện tại tại dung tích của hồ chứa. Hồ chứa sẽ phát với dung tích lấp máy khi mực nước hồ đạt mực nước dâng bình thường và phát với công suất đảm bảo khi mực nước hồ hạ xuống đến mức đường chống phá hoại.



Hình 3. 5. Quan hệ công suất phát điện theo diễn biến dung tích hồ

Ví dụ thông số vận hành trong trường hợp này có thể coi là bộ các đường vận hành theo các thời đoạn tính toán trong mùa khô thể hiện bằng các thông số xây dựng quyết định dạng, mức độ cong của đường quan hệ.

+ Vận hành mang tính “phối hợp”

Cũng thuộc loại sử dụng loại sử dụng quan hệ toán học chặt chẽ có thể kể ra đây phương pháp thứ hai là phương pháp có xem xét đến hiện trạng của toàn hệ thống khi quyết định lưu lượng xả tại một hồ chứa thủy điện.

Hướng tiếp cận này thể hiện rõ ràng hơn tính phối hợp qua lại giữa các hồ chứa trong vận hành hệ thống liên hồ chứa sử dụng đa mục tiêu, vừa phát điện vừa đảm bảo cung cấp nước cho yêu cầu dưới hạ lưu cấp nước cho sinh hoạt công nghiệp, nông nghiệp và đảm bảo dòng chảy tối thiểu cho giao thông thủy và dòng chảy môi trường.

Quyết định vận hành của mỗi hồ chứa trong hệ thống ba hồ chứa và một tràn tự do được thể hiện là một hàm của các về điều kiện hiện trạng của các thành phần trong hệ thống như dung tích hiện trạng của từng hồ, dòng chảy đến của từng hồ ở thời đoạn trước. Tức là để quyết định vận hành mỗi hồ chứa ở từng thời đoạn người vận hành phải sử dụng thông tin của toàn hệ thống như dung tích hiện

trạng của hai hồ chứa còn lại trên hệ thống. Dòng chảy đến thời đoạn trước của hồ chứa đang xem xét cũng được đưa vào trong phương trình quan hệ thể hiện quan hệ chặt chẽ của dòng chảy đến trong các thời đoạn liên tiếp ở từng sông trong mùa kiệt (dòng chảy trong mùa kiệt ít biến đổi).

Quan hệ toán học quan hệ vận hành của hệ thống từng hồ có thể trình bày dưới dạng:

$$Q(t+1,n) = a_{BV}(t,n) \times S_{BV}(t) + a_{KB}(t,n) \times S_{KB}(t) + a_{BM}(t,n) \times S_{BM}(t) + a_{đến}(t,n) \times Q_{đến}(t,n) \quad (3.2)$$

Trong đó:

$Q(t+1,n)$: Là lưu lượng xả trung bình thời đoạn $t+1$ từ hồ n (m^3/s)

$S(t,n)$: Là lưu lượng cuối thời đoạn $t+1$ của hồ n (triệu m^3)

$Q_{đến}(t,n)$: Lưu lượng dòng chảy đến hồ n trung bình thời đoạn t (m^3/s)

$a_{xx}(t,n)$: Thông số vận hành của hồ n tại bước thời gian thứ t - là hệ số nhân tương ứng với dung tích trữ của hồ thủy điện tại cuối thời đoạn t .

Hai phương pháp quan hệ chặt chẽ giữa quyết định vận hành với điều kiện hiện trạng của hệ thống trình bày ở trên đã được phát triển dưới dạng mã chương trình GAMS. Với đầu vào là hệ thống các số liệu biên thủy văn, số liệu sử dụng nước, số liệu yêu cầu nước hạ lưu điểm không chế Dừa cùng hệ thống các ràng buộc đặc tính hồ chứa và nhà máy thủy điện mô hình tối ưu sẽ xử lý cho chuỗi số số liệu thủy văn năm đến năm 2019.

3.2.2. Tính theo phương pháp thả lỏng

Khác với phương pháp quan hệ toán học chặt chẽ mô tả ở trên phương pháp thả lỏng trong phần này cho phép hệ thống mô hình tối ưu sẽ chỉ dựa trên các ràng buộc về đặc tính của hồ chứa, của nhà máy thủy điện cùng với các chuỗi số liệu biên đầu vào, số liệu về yêu cầu nước để vận hành quá trình tích nước, xả nước của hệ thống ba hồ đảm bảo yêu cầu nước hạ du vào tối đa tổng điện lượng phát từ hệ thống cho chuỗi số liệu tính toán. Phương pháp thả lỏng vận hành thường được sử dụng khi hệ mô hình toán tối ưu không có lời giải quan hệ toán học

chặt chẽ về quy trình vận hành hệ thống hồ.

+ *Sử dụng MNDBT-CPH*

Loại điều khiển thứ nhất được thể hiện với hồ chứa được mô phỏng tối ưu với điều kiện mực nước (hay dung tích) luôn được giữ chỉ dao động trong khoảng từ mực nước dâng bình thường (MNDBT) đến đường chống phá hoại (CPH).



Hình 3. 6. Giới hạn dung tích MNDBT-CPH

+ *Sử dụng MNDBT-Hmin*

Do thực tế trong hệ thống các ràng buộc về vận hành hồ chứa, vận hành nhà máy thủy điện đã đưa vào các ràng buộc về công suất đảm bảo do vậy có thể xem xét trường hợp hồ chứa được vận với ràng buộc lỏng hơn trường hợp đã trình bày ở trên, ví dụ như không đưa vào ràng buộc về đường chống phá hoại mà thay vào đó sử dụng mực nước min, được giữ không đổi trong suốt quá trình tính toán mùa kiệt.



Hình 3. 7. Giới hạn dung tích MNDBT-Hmin

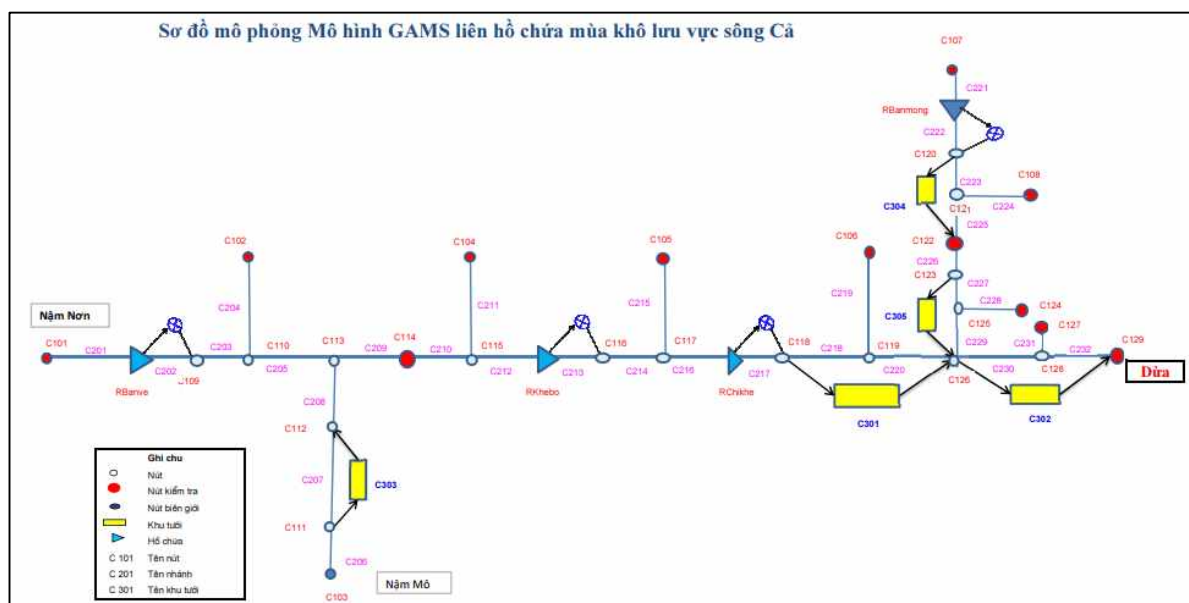
Hệ thống các ràng buộc này được xem xét đưa vào được coi như các trường hợp tính toán tối ưu trong các phương pháp tính toán vận hành tối ưu ở trên. Ví dụ như:

- + *Tính toán tối ưu sử dụng phương pháp thả lỏng trong trường hợp sử dụng hai đường giới hạn MNDBT-Hmin.*
- + *Tính toán tối ưu sử dụng phương pháp thả lỏng trong trường hợp sử dụng hai đường giới hạn MNDBT-CPH.*

Tương tự có thể xác định các phương án tính tối ưu với trường hợp sử dụng phương pháp quan hệ toán học chặt chẽ.

CHƯƠNG 4. XÂY DỰNG CÁC KỊCH BẢN TÍNH TOÁN TRÊN GAMS

Trong mô hình vận hành tính toán tối ưu về kinh tế (bao gồm cả phát điện và cấp nước cho tưới nông nghiệp) của các hồ chứa thủy điện trên thượng nguồn sông Cả và vẫn đảm bảo nhu cầu cấp nước cho phần hạ lưu của sông Cả. Phần nhu cầu nước được tính toán dựa trên tính toán nhu cầu cấp nước cho các hoạt động kinh tế xã hội dưới hạ lưu bao gồm cấp nước cho nông nghiệp, công nghiệp, sinh hoạt và đảm bảo yêu cầu tối thiểu về giao thông thủy và điều kiện dòng chảy môi trường. Các nhu cầu về lưu lượng nước được tính toán và quy đổi về tại nút biên của mô hình là Dừa.



Hình 4. 1. Sơ đồ tính toán trên phần mềm GAMS

Sau khi tính toán cân bằng nước, bằng bài toán thủy lực trong mùa cạn để tính nhu cầu nước ở hạ du về tại vị trí Dừa và với mực nước yêu cầu duy trì mực nước thì sẽ có các lưu lượng tại Dừa tương ứng của các kịch bản. Trong nghiên cứu này, đề tài tập trung nghiên cứu, tính toán cho 2 thời kỳ căng thẳng và thường xuyên thiếu nước là thời kỳ 4 và thời kỳ 5.

Từ khi các hồ chứa thủy điện trên sông Cả đi vào vận hành, khai thác, Chính phủ đã ban hành Quy trình vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả năm 2014, 2015 và gần nhất là Quyết định số 1605/QĐ-TTg ngày 13/11/2019.

Qua thực tiễn khai thác sử dụng nước ở hạ du những năm gần đây cho thấy:

- Về tình hình lấy nước: Đập Đô Lương và cống Nam Đàn đã được thiết kế để đảm bảo lấy đủ nước cung cấp cho các khu tưới. Do đập Đô Lương là công trình ở thượng lưu, chắn ngang sông nên được ưu tiên lấy nước trước, vì vậy việc cấp nước tại hệ thống Đô Lương tương đối thuận lợi.

Đối với cống Nam Đàn lấy nước cấp cho vùng Nam Hưng Nghi:

+ Nếu căn cứ theo các thời kỳ xả nước được quy định trong Quy trình vận hành liên hồ chứa trên sông Cả thì các thời kỳ 1, thời kỳ 2, thời kỳ 3 việc lấy nước các công trình cung cấp cho vụ Đông Xuân là thuận lợi.

+ Thời kỳ 4, thời kỳ 5 là giai đoạn cuối vụ Đông Xuân và đầu vụ Hè Thu - Mùa, việc cấp nước cực kỳ căng thẳng. Mực nước tại đầu mối cống Nam Đàn chỉ khoảng $0,2 \div 0,5$ m. Diễn hình như trong giai đoạn từ tháng 4 đến cuối tháng 5/2018 tổng số giờ mực nước đạt $0,8$ m chỉ là 187h, chiếm 15% số giờ cần cấp nước. Với mực nước này thì tổng lưu lượng lấy vào kênh Tháp (tuyến kênh chính khu tưới Nam Hưng Nghi) chỉ dao động từ $15 \div 20$ m³/s so với thiết kế là 40,56m³/s. Thời điểm thấp nhất chỉ lấy được $4 \div 6$ m³/s.

- Về tình hình khai thác nguồn nước phục vụ sản xuất: Qua nhiều năm các địa phương và các công ty khai thác CTTL trên sông Cả đã thay đổi tập quán canh tác (lịch thời vụ), thực hiện nhiều giải pháp như tưới luân phiên, tích trữ nước, chuyển đổi cơ cấu cây trồng để phục vụ công tác chống hạn.

- Mực nước thiết kế của các công trình thủy lợi lấy nước ở hạ du sông Cả như HTTL Đô Lương (mực nước thiết kế là +10m), cống Nam Đàn (mực nước thiết kế thượng lưu cống là +1,15m), cống Trung Lương, cống Đức Xá, các trạm bơm dọc sông...

- Mực nước vùng trung, hạ thấp sông Cả bị hạ thấp nhiều trong những năm gần đây (từ 2010 đến nay) không đảm bảo theo thiết kế tại các công trình thủy lợi, do hiện tượng lòng dẫn sông Cả đang bị hạ thấp.

Căn cứ các cơ sở trên, Đề tài đề xuất các kịch bản duy trì mực nước tại

trạm thủy văn Nam Đàn cho thời kỳ 4 và thời kỳ 5 như sau:

Bảng 4. 1: Các kịch bản duy trì mực nước tại điểm khống chế Nam Đàn

TT	Kịch bản	Mực nước tại Nam Đàn (m)		Ghi chú
		Thời kỳ 4	Thời kỳ 5	
1	Kịch bản 1	1,15	1,15	Thời gian duy trì MN theo các kịch bản đạt trên 50% tổng thời gian vận hành của CTTL
2	Kịch bản 2	0,83	0,83	
3	Kịch bản 3	0,70	0,70	
4	Kịch bản 4	0,60	0,60	
5	Kịch bản 5	0,60	0,70	

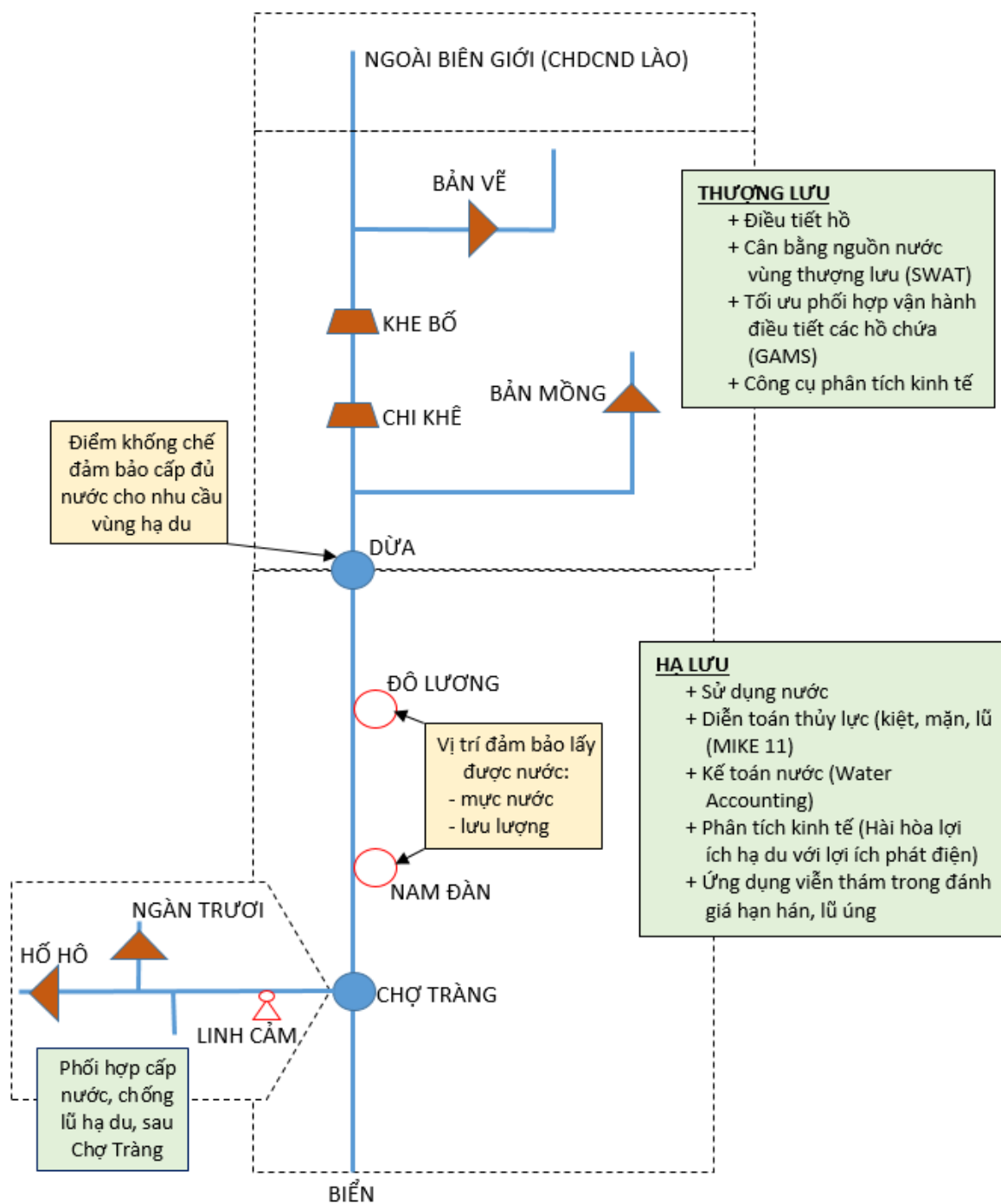
Căn cứ vào các kịch bản mực nước tại trạm thủy văn Nam Đàn, Đề tài sử dụng mô hình thủy lực Mike11 để tính toán, xác định lưu lượng cần duy trì tại trạm thủy văn Dừa và lưu lượng có thể lấy được vào hệ thống Nam Hưng Nghi trong thời kỳ 4 và 5 ứng với từng kịch bản mực nước như sau:

Bảng 4. 2: Các kịch bản sử dụng để tính vận hành tối ưu hồ chứa

Kịch bản	MN tại cống Nam Đàn thời kỳ 4&5 (m)	Q_{yc-min} tại trạm Dừa thời kỳ 4&5 (m^3/s)
Kịch bản 1	1,15	560
Kịch bản 2	0,83	360
Kịch bản 3	0,70	300
Kịch bản 4	0,60	260
Kịch bản 5	Thời kỳ 4: 0,6 Thời kỳ 5: 0,7	Thời kỳ 4: 260 Thời kỳ 5: 300

Dựa trên mô hình tính toán tối ưu, đã có xem xét đến tính trễ của thời gian vận vận chuyển lưu lượng, bằng cách thiết lập tương quan giữa lưu lượng tại Dừa và lưu lượng xả qua các Hồ phát điện là hồ Bản Vẽ, Hồ Khe Bó, Hồ Chi Khê và Hồ Bản Mông. Vì vậy mà khi vận hành hồ chứa để đảm bảo lưu lượng, hay cao trình lấy nước tưới cụ thể tại điểm khống chế Dừa. Mô hình bài toán tối ưu sẽ là dựa trên số liệu biên thủy văn dòng chảy đến các hồ và khu giữa, dựa trên số liệu thông số vận hành phát điện của từng hồ chứa, các hồ chứa sẽ vận hành liên hồ và song song để vừa tạo ra giá trị điện năng lớn nhất (giá trị lợi nhuận lớn nhất) mà vẫn đảm bảo yêu cầu cung cấp nước cho nông nghiệp trên vùng thượng lưu sông Cả và đảm bảo lưu lượng tối thiểu tại Dừa qua các giai đoạn.

1

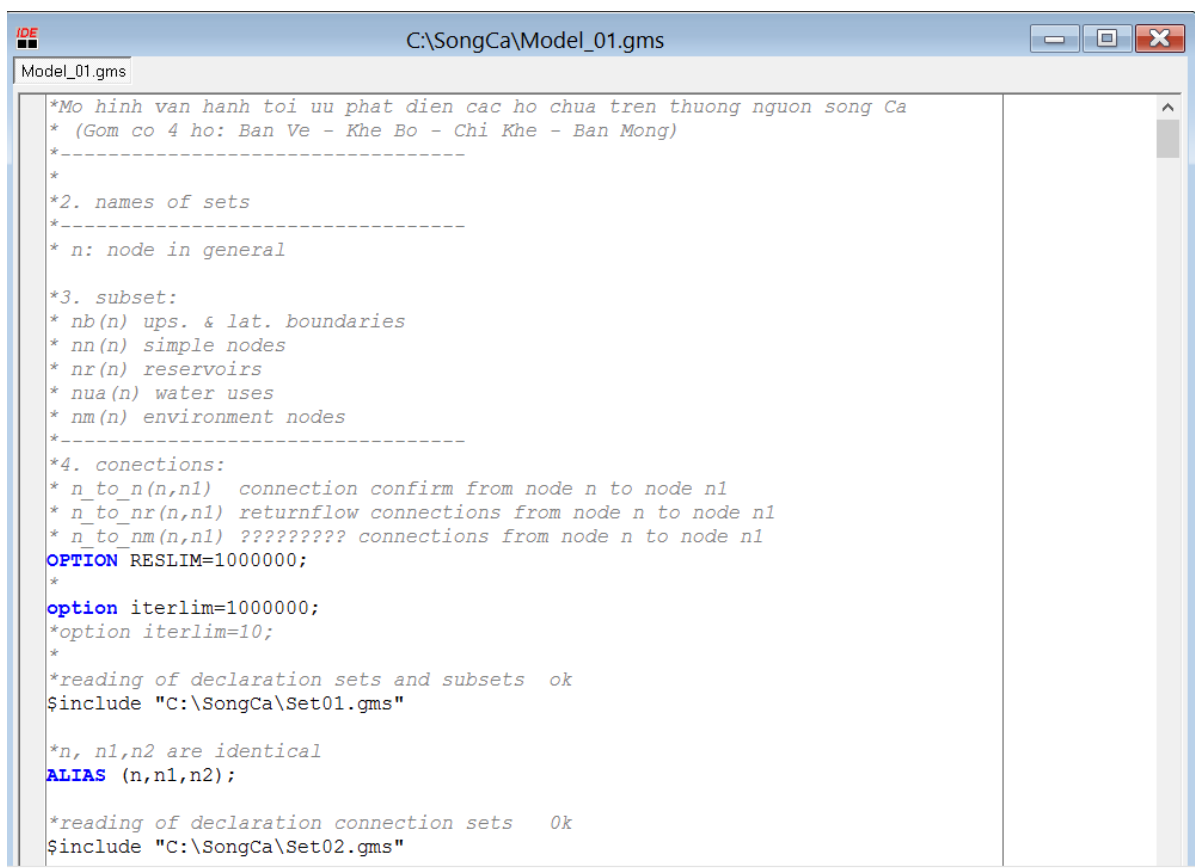


Hình 4. 2 . Sơ đồ tính toán nhu cầu nước hạ lưu sông Cả quy về Dừa

Các kịch bản từ 1-5 được tính toán và sử dụng vận hành cho liên hồ chứa Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mông với cùng với lưu lượng biên đầu vào các hồ chứa, và biên thủy văn khu giữa tạo dòng chảy gia tăng. Như vậy cùng với một mô hình với các yêu cầu về thủy văn và yêu cầu về vận hành hồ chứa là như không thay đổi với từng kịch bản, và chỉ khác nhau với 5 kịch bản trên là điều kiện ràng buộc yêu cầu lưu lượng tối thiểu tại Dừa là khác nhau.

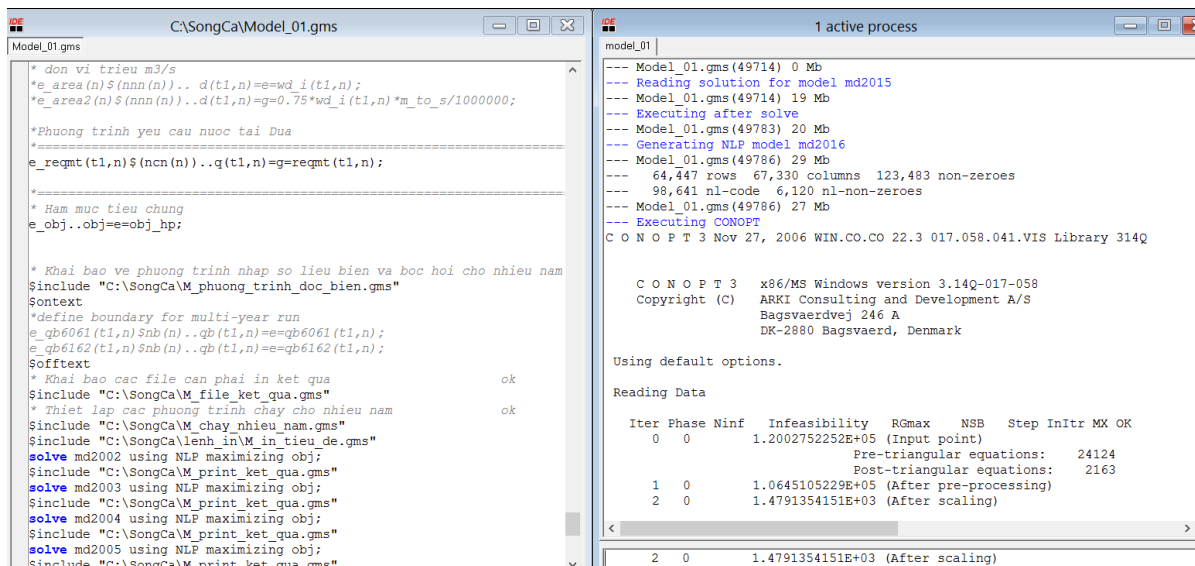
Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

Cả 5 kịch bản đều được tính toán mô phỏng chạy tối ưu cho liệt số liệu thủy văn là 10 năm từ 2001 đến năm 2019.



```
Model_01.gms
*Mo hình van hanh toi uu phat dien cac ho chua tren thuong nguon song Ca
*(Gom co 4 ho: Ban Ve - Khe Bo - Chi Khe - Ban Mong)
*-----
*2. names of sets
*-----
* n: node in general
*3. subset:
* nb(n) ups. & lat. boundaries
* nn(n) simple nodes
* nr(n) reservoirs
* nua(n) water uses
* nm(n) environment nodes
*-----
*4. connections:
* n_to_n(n,n1) connection confirm from node n to node n1
* n_to_nr(n,n1) returnflow connections from node n to node n1
* n_to_nm(n,n1) ????????? connections from node n to node n1
OPTION RESLIM=1000000;
*
option iterlim=1000000;
*option iterlim=10;
*
*reading of declaration sets and subsets ok
$include "C:\SongCa\Set01.gms"
*
*n, n1,n2 are identical
ALIAS (n,n1,n2);
*
*reading of declaration connection sets Ok
$include "C:\SongCa\Set02.gms"
```

Hình 4. 3. Mô phỏng code của chương trình GAMS

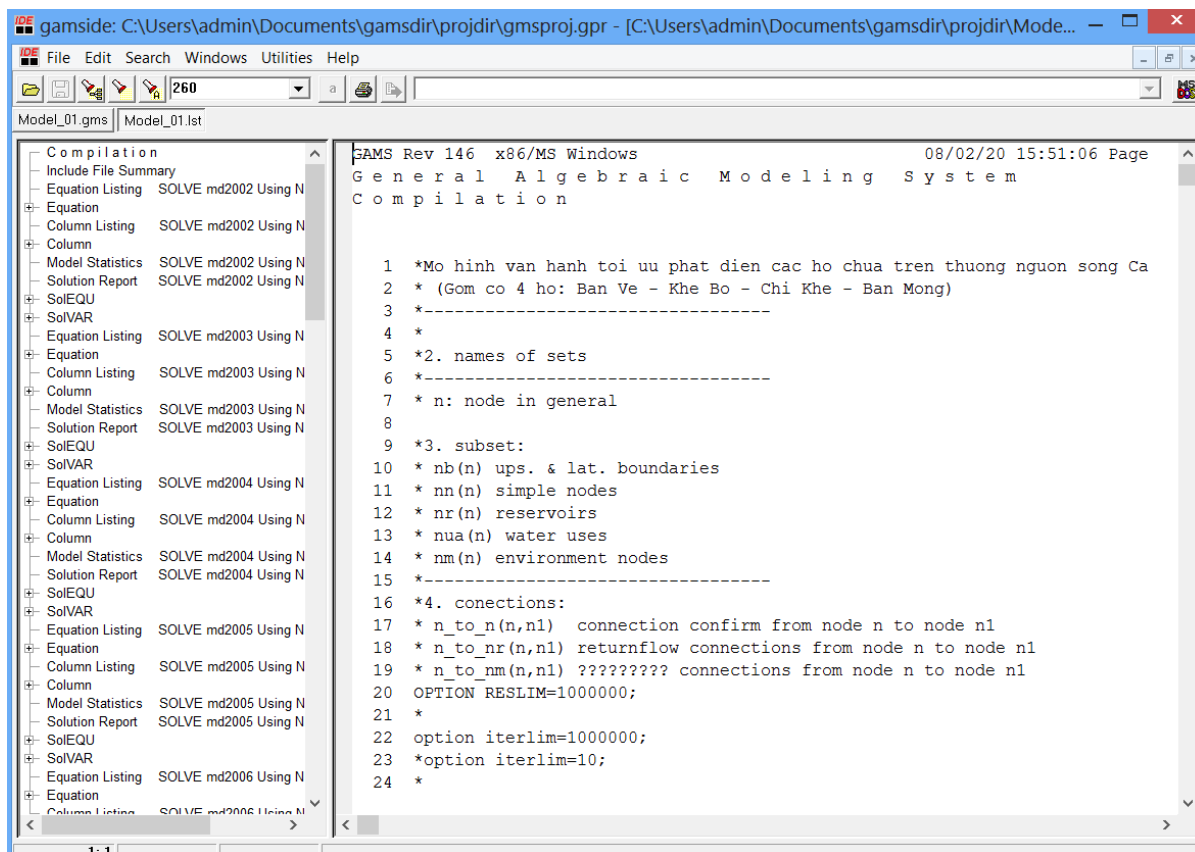


```
Model_01.gms
* don vi trieu m3/s
*e_area(n)$ (nn(n)).. d(t1,n)=e*wd_i(t1,n);
*e_area2(n)$ (nn(n)).. d(t1,n)=g*0.75*wd_i(t1,n)*m_to_s/1000000;
*Phuong trinh yeu cau nuoc tai Dua
*-----
e_reqmt(t1,n)$ (ncn(n)).. q(t1,n)=g*reqmt(t1,n);
*-----
* Ham muc tieu chung
e_obj..obj=e*obj_hp;
* Khai bao ve phuong trinh nhap so lieu bien va boc hoi cho nhieu nam
$include "C:\SongCa\M_phuong_trinh_doc_bien.gms"
$ontext
*define boundary for multi-year run
e_qb6061(t1,n)$nb(n)..qb(t1,n)=e*qb6061(t1,n);
e_qb6162(t1,n)$nb(n)..qb(t1,n)=e*qb6162(t1,n);
$offtext
* Khai bao cac file can phai in ket qua ok
$include "C:\SongCa\M_file_ket_qua.gms"
* Thiet lap cac phuong trinh chay cho nhieu nam ok
$include "C:\SongCa\M_chay_nhieu_nam.gms"
$include "C:\SongCa\lenh_in_M_in_tieu_de.gms"
solve md2002 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2003 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2004 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2005 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

1 active process
--- Model_01.gms (49714) 0 Mb
--- Reading solution for model md2015
--- Model_01.gms (49714) 19 Mb
--- Executing after solve
--- Model_01.gms (49783) 20 Mb
--- Generating NLP model md2016
--- Model_01.gms (49786) 29 Mb
--- 64,447 rows 67,330 columns 123,483 non-zeros
--- 98,641 nl-code 6,120 nl-non-zeros
--- Model_01.gms (49786) 27 Mb
--- Executing CONOPT
C O N O P T 3 Nov 27, 2006 WIN.CO.CO 22.3 017.058.041.VIS Library 314Q
C O N O P T 3 x86/MS Windows version 3.14Q-017-058
Copyright (C) ARKI Consulting and Development A/S
Bagsvaerdvej 246 A
DK-2880 Bagsvaerd, Denmark
Using default options.
Reading Data
Iter Phase Ninf Infeasibility RGmax NSB Step InItr MX OK
0 0 1.2002752252E+05 (Input point)
Pre-triangular equations: 24124
Post-triangular equations: 2163
1 0 1.0645105229E+05 (After pre-processing)
2 0 1.4791354151E+03 (After scaling)
2 0 1.4791354151E+03 (After scaling)
```

Hình 4. 4. Mô phỏng quá trình chạy chương trình trên phần mềm GAMS

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du



Hình 4. 5. file đọc kết quả và thể hiện kết quả chạy của mô hình

CHƯƠNG 5. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ MÔ HÌNH GAMS VÀ LỰA CHỌN KỊCH BẢN

5.1. Phân tích và lựa chọn kịch bản lưu lượng tối thiểu tại Dừa

Yêu cầu của chế độ vận hành được đặt ra đối với các kịch bản xây dựng tại Dừa theo 5 kịch bản trên, thì vấn đề được đặt ra là trong thời kỳ mùa kiệt thường xuyên xảy ra hiện tượng thiếu nước phục vụ cho nhu cầu nước tại hạ lưu dưới Dừa. Để phân tích lựa chọn các kịch bản thủy văn điển hình để so sánh giữa các năm với yêu cầu bài toán đặt ra Q_{min} tại Dừa theo các kịch bản trên.

Bảng 5. 1. Tính toán các năm thủy văn điển hình phục vụ tính toán cho các kịch bản

Đặc trưng		Nhiều nước		Trung Bình	Ít nước	Rất ít nước			
		10%	25%	50%	75%	80%	85%	90%	95%
Thủy điện Bản Vẽ	Qp%	177	154	131	111	106	101	95	86
	Năm	2005	2004	2018	2003	2009	2009	2017	2017
	Q(m3/s)	171.9	153.4	127.8	110.0	99.1	99.1	79.9	79.9
Hồ Bản Mòng	Qp%	49	40	31	25	23	22	20	18
	Năm	2012	2008	2017	2007	2003	2003	2003	2015
	Q(m3/s)	43.7	41.1	31.4	25.1	22.8	22.8	22.8	17.6
Thủy điện Bản Vẽ - MÙA KIẾT	Qp%	127.45	99.55	74	53	48	43	38	30
	Năm	2011	2014	2008	2007	2017	2017	2018	2003
	Q(m3/s)	123.7	99.1	71.1	54.7	47.1	47.1	39.2	34.6
Hồ Bản Mòng - MÙA KIẾT	Qp%	37.4	30.5	23.9	18.3	17.0	15.7	14.0	11.9
	Năm	2004	2014	2016	2007	2007	2007	2010	2010
	Q(m3/s)	38.0	28.9	23.9	17.3	17.3	17.3	13.1	13.1
Thủy điện Bản Vẽ - MÙA LŨ	Qp%	339	276	216	165	154	141	127	107
	Năm	2019	2014	2004	2016	2016	2017	2009	2009
	Q(m3/s)	302.4	268.2	223.1	163.3	163.3	135.2	119.9	119.9
Hồ Bản Mòng - MÙA LŨ	Qp%	105.0	85.39	67	51	47	43	39	33
	Năm	2008	2012	2006	2017	2014	2015	2004	2004
	Q(m3/s)	89.4	86.6	62.4	51.1	46.8	41.1	37.1	37.1

Quy trình vận hành hồ chứa của hệ thống hồ chứa trên thượng lưu sông Cả gồm có 2 nhánh là thủy điện Bản Vẽ và Thủy điện Bản Mòng, còn Khe Bó thì là dưới Bản vẽ vận hành theo chế độ ngày, Chi Khê với vai trò như một đập dâng nước để phát điện do đó quy luật vận hành của Chi Khê không giống điều

tiết hồ chứa phát điện, lưu lượng đến Chi Khê bằng với lượng xả qua nhà máy Chi Khê và xả thừa xuống hạ lưu. Và quan tâm nhất ở đây là quan tâm vận hành mùa kiệt. Hay dựa trên bảng tính toán vận hành mùa kiệt với các năm điển hình thủy văn tại Thủy điện Bản Vẽ, và thủy điện Bản Mòng.

Mô hình toán sẽ phân tích đánh giá so sánh các kịch bản với các năm điển hình như sau:

Bước 1: Lựa chọn đối với năm lưu lượng nước trung bình hàng năm để kiểm tra tính khả thi của từng kịch bản KB1 đến KB5. điều này loại bỏ các kịch bản đặt ra với yêu cầu Q_{min} tại Dừa quá cao mà các hồ điều tiết không còn khả năng điều tiết tức là dung tích hồ chứa hết nước về đến mực nước ứng với dung tích chết.

Bước 2. Lựa chọn kịch bản tốt nhất vừa đáp ứng được Q_{min} tại hạ lưu và đưa ra các kịch bản vận hành ứng với các năm điển hình về thủy văn và tính toán so sánh giá trị hàm mục tiêu đối với từng năm.

Lựa chọn biên thủy văn để kiểm tra các kịch bản ta chọn các năm ứng với lưu lượng nước trung bình mùa kiệt tương ứng với các biên thủy văn dòng chảy đến các năm như sau:

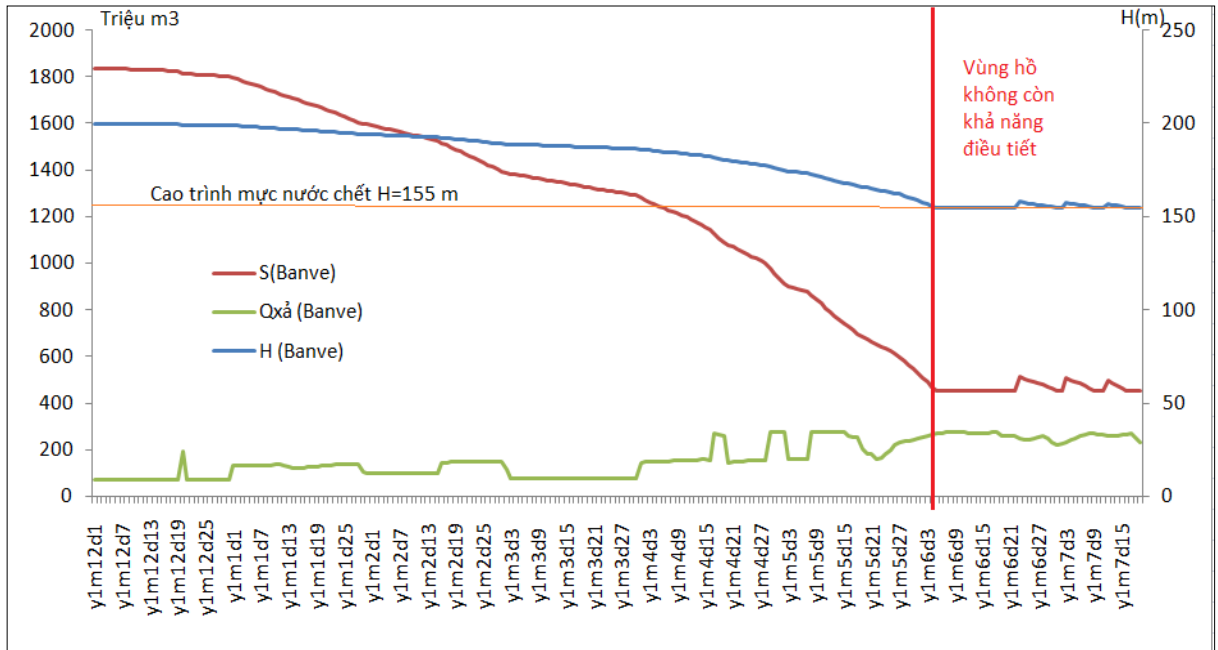
- + Biên đến hồ Bản Vẽ (nc101) ứng với lưu lượng đến của năm 2008;
- + Biên đến hồ Bản Mòng (nc107) ứng với lưu lượng đến hồ của năm 2016
- + Toàn bộ lưu lượng tăng thêm các khu giữa tính toán cho năm bình thường năm 2017.

Sử dụng Q_{min} tại Dừa ứng với các kịch bản về lưu lượng tối thiểu, dựa trên nguyên lý vận hành hồ chứa, đầu mùa kiệt dung tích các hồ chứa được giả định ở mức tốt nhất là tích đủ nước ứng với mực nước dâng bình thường và dung tích đạt dung tích toàn bộ (bao gồm dung tích hữu ích và dung tích chết). Các hồ thực hiện các chiến lược xả nước vừa đảm bảo đủ lưu lượng $Q_{yêu cầu}$ tại Dừa vừa đảm bảo phát điện là lớn nhất, điều này có sự phân bổ lưu lượng xả ra giữa các hồ chứa, đặc biệt đối với 2 hồ chứa có khả năng điều tiết quan trọng lớn nhất

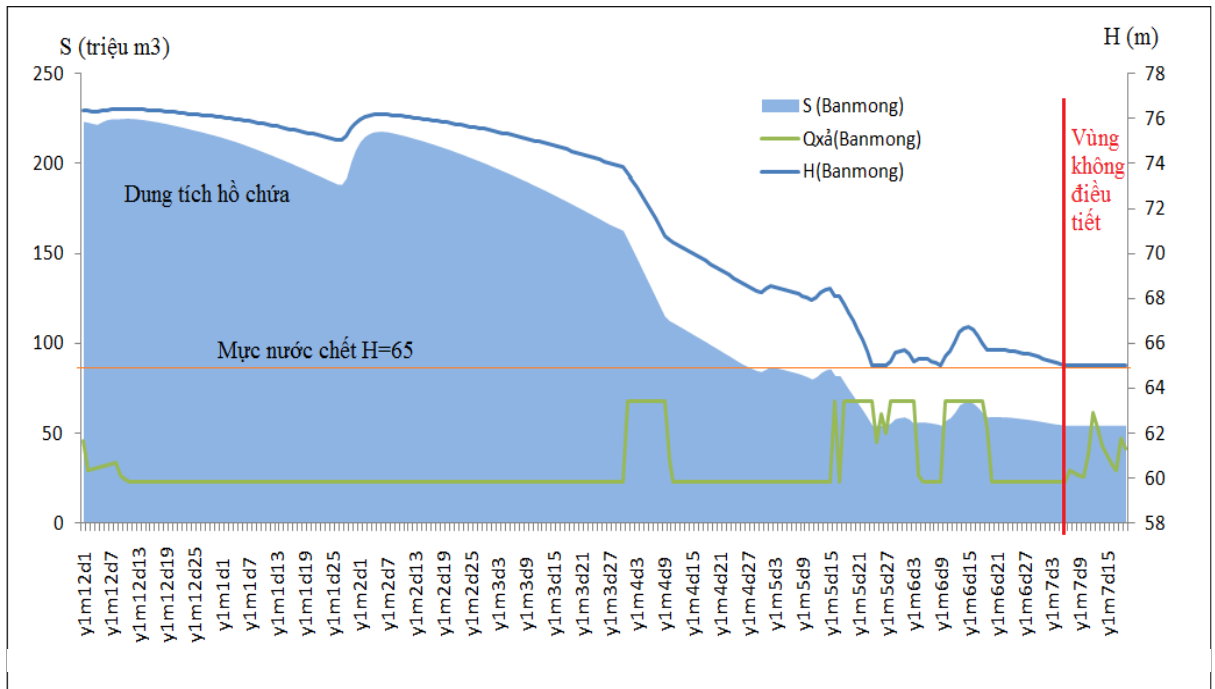
đến lưu lượng tại Dừa là hồ Bản Vẽ và hồ Bản Mòng. Đối với từng kịch bản kiểm tra đảm bảo đủ nước đối với các kịch bản để từ đó xác định ứng với mức nước tại cống Nam Đàn là bao nhiêu thì khả năng điều tiết của các hồ chứa được đảm bảo trong mùa kiệt, về mùa lũ thì nhu cầu nước hạ lưu lại ít trong khi đó lưu lượng đến các hồ lớn và hồ đã tích được nước. Nguyên tắc kiểm tra các kịch bản sẽ kiểm tra kịch bản với yêu cầu lưu lượng cao xuống đến yêu cầu lưu lượng thấp tức là tương ứng với các kịch bản từ KB1 đến KB5, đến kịch bản nào đáp ứng yêu cầu vận hành thì dừng lại và lựa chọn kịch bản đó cho vận hành nhiều năm, kiểm tra hàm mục tiêu và phân phối nước ứng với các năm điển hình. Dựa trên vận hành xả nước của các hồ kiểm tra lưu lượng có đủ đáp ứng với các kịch bản, và thực hiện theo giả định là khi mực nước các hồ điều tiết (Bản vẽ và Bản Mòng) về mực nước chết tức là không có khả năng cung cấp nước tại Dừa. Dựa trên đường quan hệ giữa lưu lượng xả ra, dung tích hồ chứa, cao trình hồ chứa theo thời gian toàn bộ mùa kiệt đồng thời cũng xác định được thời gian nào thì hồ chứa xả nước về đến mực nước chết.

a. Kịch bản 1 - KB1 (MN yêu cầu tại cống Nam Đàn là 1,15m)

Bằng bài toán thủy lực trong mùa kiệt, với yêu cầu MN tại cống Nam Đàn là 1,15m (thời kỳ 4 & 5) thì lưu lượng tại trạm thủy văn Dừa cần phải đạt được tối thiểu là $560\text{m}^3/\text{s}$. Với giả định các hồ chứa Bản Vẽ, Khe Bó và Bản Mòng đầy nước đầu mùa khô, dòng chảy nước đến tương ứng với dòng chảy trung bình nhiều năm. Xem xét hai hồ có chức năng vận hành, điều tiết chính đến lưu lượng tối thiểu $560\text{m}^3/\text{s}$ tại Dừa, để mực nước tại cống Nam Đàn đạt 1,15m. Kết quả mô hình cho thấy: Để lưu lượng tại Dừa đạt được $560\text{m}^3/\text{s}$ theo KB1 trong thời kỳ 4 & 5, thì hồ Bản Vẽ vận hành xả nước và MN trong hồ về đến MNC vào ngày 3/6, do đó toàn bộ thời gian còn lại của mùa kiệt từ ngày 3/6 đến ngày 19/7 hồ Bản Vẽ không có khả năng vận hành. Tương tự với hồ Bản Mòng khi tham gia điều tiết, mực nước trong hồ cũng về mực nước chết vào đầu tháng 7, không còn khả năng điều tiết vận hành (hình 5.1 và hình 5.2).



Hình 5. 1: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ với Qxả ứng với KB1



Hình 5. 2. Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mông và Qxả ứng với KB1

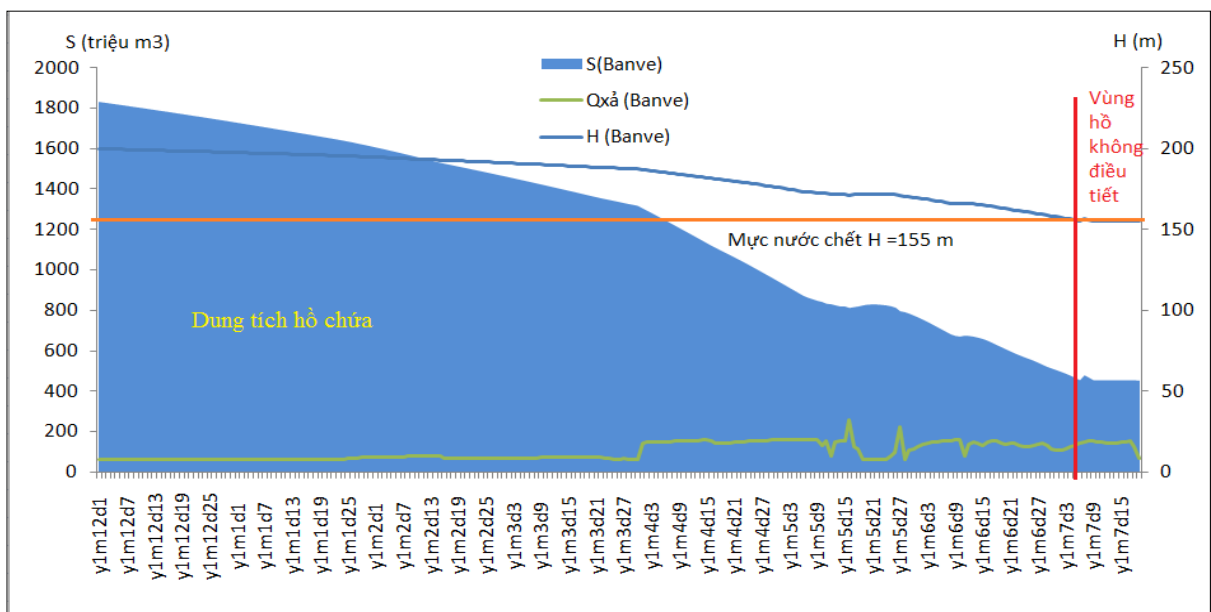
Bảng 5. 2. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 1

TT	Thời Kỳ	Q_{min} tại Dừa (m^3/s)	Q_{tt} tại Dừa
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	Đáp ứng
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	Đáp ứng
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	Đáp ứng
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	560,0	Đáp ứng một phần
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	560,0	Không đáp ứng

Như vậy đối với KB1 (Q_{min} đạt $560m^3/s$ tại Dừa) các hồ không đảm bảo điều tiết nước cho hạ du theo yêu cầu của kịch bản. Do vậy, KB1 là kịch bản không khả thi khi mà đồng thời cả 2 hồ với nhiệm vụ điều tiết chính đều về mực nước chết trong khi chưa hết mùa kiệt.

b. Kịch bản 2 - KB2 (Mức nước yêu cầu tại cống Nam Đàn là 0,83m)

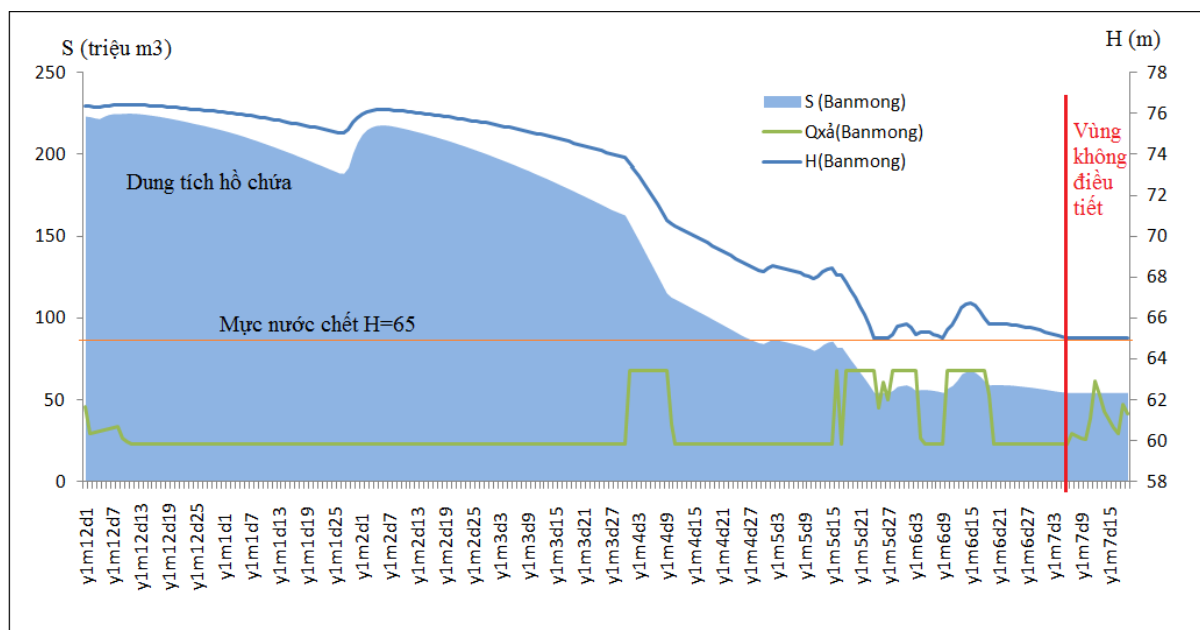
Với yêu cầu MN tại cống Nam Đàn là 0,83m thì lưu lượng cần tối thiểu tại Dừa thời kỳ 4 & 5 là $360m^3/s$. Qua tính toán cho thấy, với yêu cầu đó hồ Bản Vẽ xả nước vừa đáp ứng mục tiêu phát điện vừa đảm bảo Q_{min} yêu cầu tại Dừa, thì Hồ thủy điện Bản Vẽ chỉ hoạt động được đến ngày 5/7 là MN trong hồ về đến MNC (hình 5.15), như vậy so với thời hạn kết thúc của mùa kiệt là 19/07 thì thời gian từ 5/7÷19/7 hồ Bản Vẽ không còn khả năng điều tiết dòng chảy.



Hình 5. 3: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với $Q_{xả}$ của KB2

Tương tự, hồ Bản Mòng sẽ xả và đến ngày 3/7 cũng là hết nước và MN trong hồ về đến MNC, nghĩa là giai đoạn từ 6/7 đến 19/7 hồ Bản Mòng không

còn khả năng điều tiết (hình 5.16).



Hình 5. 4: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mông ứng với Qxả của KB2

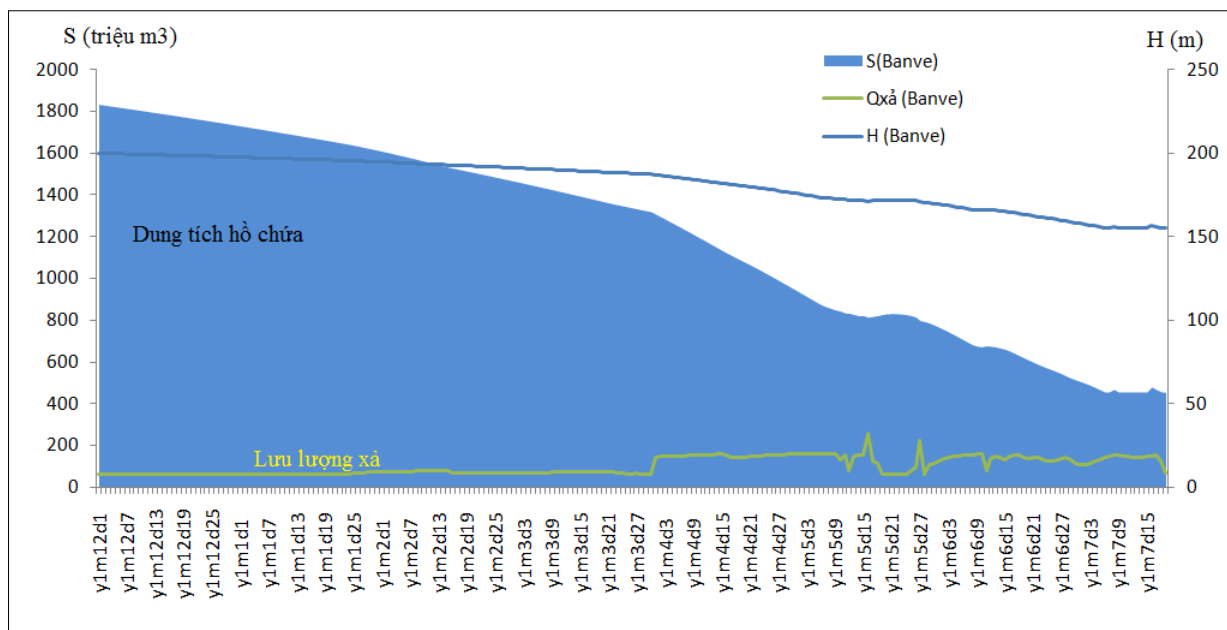
Bảng 5. 3. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 2

TT	Thời Kỳ	Q _{min} tại Dừa (m ³ /s)	Q _{tt} tại Dừa
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	Đáp ứng
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	Đáp ứng
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	Đáp ứng
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	360,0	Đáp ứng
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	360,0	Đáp ứng một phần

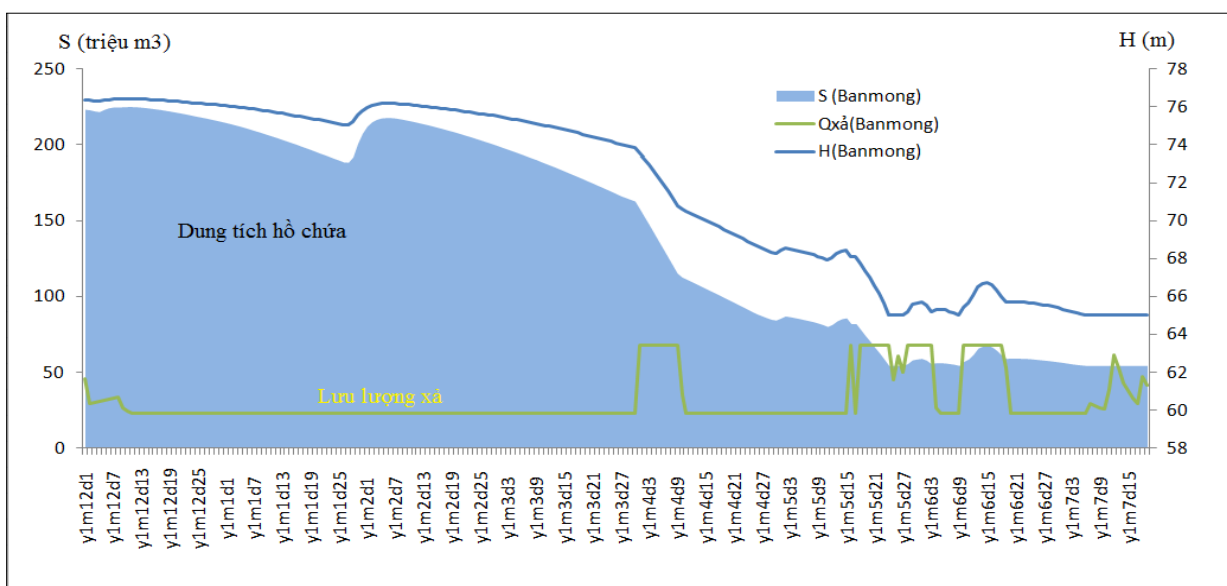
Như vậy đối với KB2 (Q_{min} đạt 360m³/s tại Dừa) các hồ không đảm bảo điều tiết nước cho hạ du theo yêu cầu của kịch bản. Do vậy, KB2 cũng không được lựa chọn để vận hành các hồ chứa thượng lưu.

c. Kịch bản 3 - KB3 (Mức nước yêu cầu tại cống Nam Đàn là 0,7m)

Với yêu cầu MN tại cống Nam Đàn là 0,7m, thì lưu lượng yêu cầu tối thiểu tại Dừa thời kỳ 4 & 5 là 300m³/s. Với KB này thì hồ Bản Vẽ và Bản Mông đều đảm bảo yêu cầu phát điện, cấp nước và xả đảm bảo yêu cầu tại Dừa theo KB3. Khi xả với KB này, cả 2 hồ đều có MN trong hồ trên MNC vào thời điểm 19/7.



Hình 5. 5: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với Qxả của KB3



Hình 5. 6. Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Mòng ứng với Qxả của KB3
Bảng 5. 4. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 3

TT	Thời Kỳ	Q _{min} tại Dừa (m ³ /s)	Q _{tt} tại Dừa
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	Đáp ứng
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	Đáp ứng
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	Đáp ứng
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	300,0	Đáp ứng
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	300,0	Đáp ứng

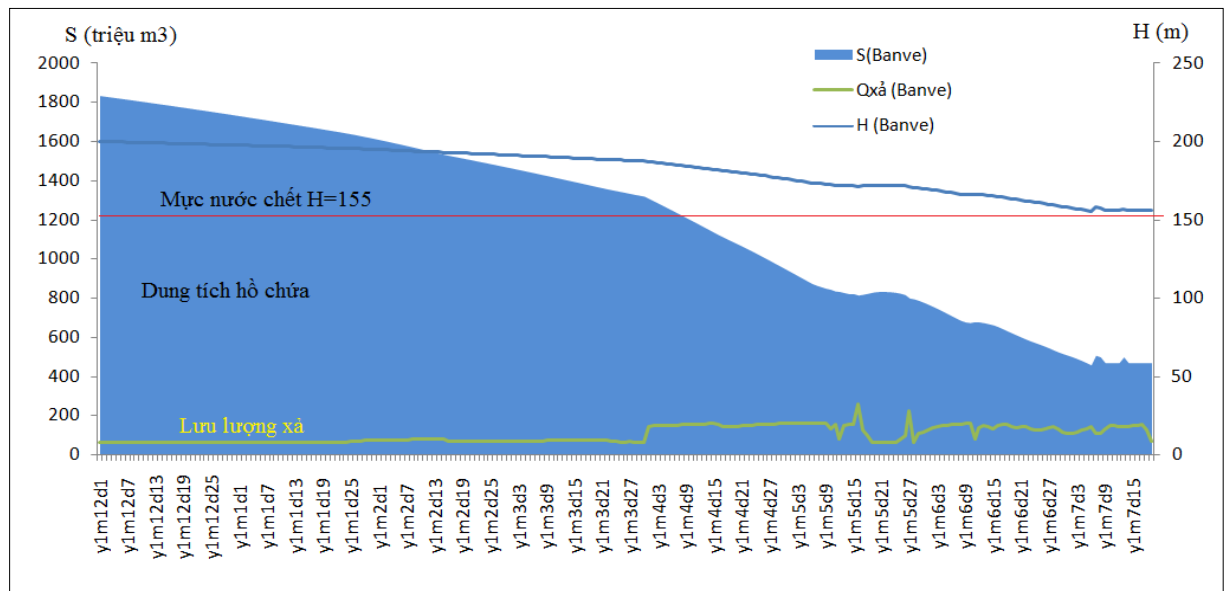
Bảng 5. 5. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 3

TT	Thời Kỳ	Q Yêu cầu tại Dừa	Q _{xả} các hồ (m ³ /s)			
			Bản Vẽ	Khe Bó	Chi Khê	Bản Mòng
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	62,0	111,0	122,5	26,0
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	90,0	105,0	116,0	26,0
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	75,0	95,5	108,1	30,0
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	300,0	175,3	220,7	232,5	39,7
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	300,0	162,9	219,1	235,3	38,8

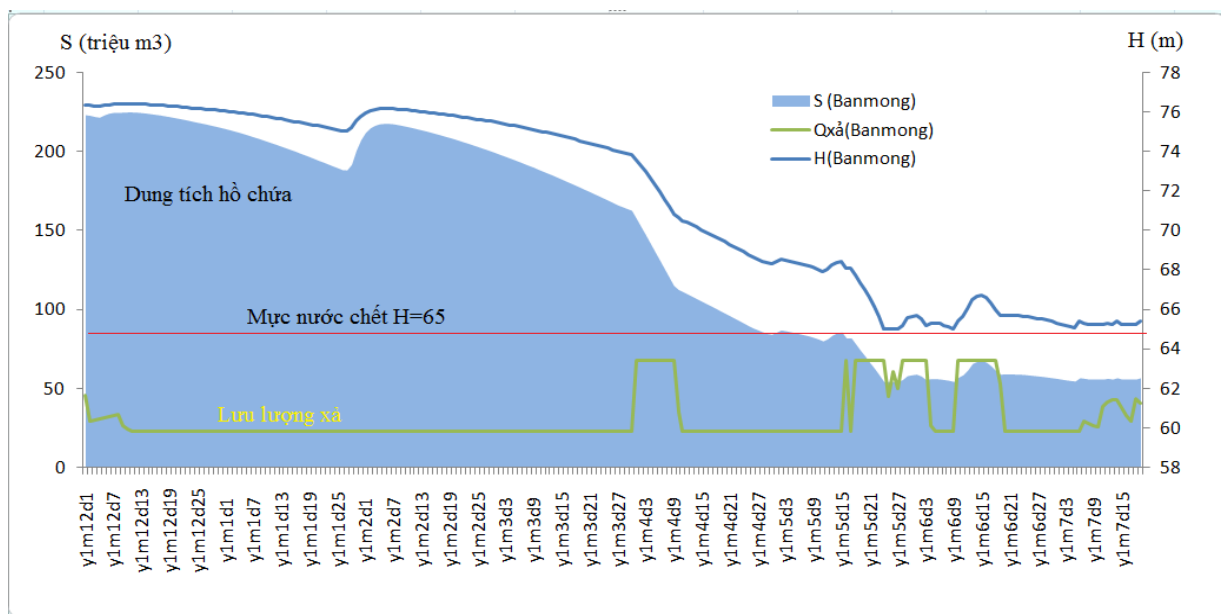
Đối với KB3 thì hồ thủy điện Bản Vẽ điều tiết nước và xuống đến gần dung tích chết vào thời điểm 19/7, vẫn đảm bảo được yêu cầu vận hành và phát điện. Đối với hồ thủy điện Bản Mòng, do là một hồ nhỏ với dung tích nhỏ và cao trình mực nước vận hành nhỏ, nên khả năng đóng góp lưu lượng tại Dừa là không lớn.

d. Kịch bản 4 - KB4 (Mức nước yêu cầu tại cống Nam Đàn là 0,6m)

Về nguyên tắc khi KB3 đã đáp ứng yêu cầu xả nước mùa kiệt thì KB4 ứng với mực nước tại cống Nam Đàn là 0,6m cũng sẽ đáp ứng, vì yêu cầu về lưu lượng KB4 nhỏ hơn so với KB3 tại Dừa (giảm từ 300m³/s xuống còn 260 m³/s). Do đó các hồ sẽ vẫn là đảm bảo yêu cầu hoạt động (hình 5.19 & 5.20).



Hình 5. 7: Diễn biến dung tích, cao trình hồ Bản Vẽ ứng với Q_{xả} của KB4



Hình 5. 8: Quan hệ giữa dung tích hồ Bản Mông và lưu lượng Qxa ứng KB4

Bảng 5. 6. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 4

TT	Thời Kỳ	Q _{min} tại Dừa (m ³ /s)	Q _{tt} tại Dừa
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	Đáp ứng
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	Đáp ứng
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	Đáp ứng
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	260,0	Đáp ứng
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	260,0	Đáp ứng

Bảng 5. 7. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 4

TT	Thời Kỳ	Q _{Yêu cầu} tại Dừa	Q _{xả} các hồ (m ³ /s)			
			Bản Vẽ	Khe Bó	Chi Khê	Bản Mông
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	62,0	111,0	122,5	26,0
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	90,0	105,0	116,0	26,0
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	75,0	95,5	108,1	30,0
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	260,0	150,0	190,4	202,2	38,7
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	260,0	143,0	186,1	206,5	38,1

Lưu lượng xả ra từ các hồ chứa giữa KB3 và KB4 chủ yếu khác nhau tại các thời kỳ 4 & 5, do yêu cầu lưu lượng tại Dừa của KB4 giảm so với KB3 và khi bài toán vận hành tối ưu về phát điện thì vẫn cần đảm bảo lợi ích tối đa phát điện, cả KB3 và KB4 đều đáp ứng yêu cầu lưu lượng tối thiểu tại Dừa.

d. Kịch bản 5 - KB5 (MN yêu cầu tại cống Nam Đàn là 0,6m TK4, 0,7m TK5)

Cũng giống như kịch bản 3 và kịch bản 4. Với lưu lượng thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5 chỉ cần đảm bảo 260m³/s, sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho các hồ trong các năm hạn lớn, thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7 cần lưu lượng tối thiểu tại Dừa là 300m³/s.

Bảng 5. 8. Phân tích đáp ứng lưu lượng tại Dừa theo kịch bản 5

TT	Thời Kỳ	Q _{min} tại Dừa (m ³ /s)	Q _{tt} tại Dừa
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,3	Đáp ứng
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,5	Đáp ứng
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,9	Đáp ứng
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	260,0	Đáp ứng
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	300,0	Đáp ứng

Bảng 5. 9. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 5

TT	Thời Kỳ	Q _{Yêu cầu} tại Dừa	Q _{xả} các hồ (m ³ /s)			
			Bản Vẽ	Khe Bó	Chi Khê	Bản Mông
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,30	62,0	111,0	122,5	26,0
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,50	90,0	105,0	116,0	26,0
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,90	75,0	95,5	108,1	30,0
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	260,00	150,0	190,4	202,2	38,7
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	300,00	162,9	219,1	235,3	38,8

Trên cơ sở kết quả tính toán, phân bổ lưu lượng của các hồ chứa thượng lưu đảm bảo lưu lượng tối thiểu tại Dừa theo KB3, 4 & 5, Đề tài sẽ phân tích, lựa chọn KB vừa đảm bảo yêu cầu nước hạ du, vừa đảm bảo lợi ích về phát điện.

5.2. Luận chứng lựa chọn kịch bản

Kiểm tra đối với cả 5 kịch bản vận hành đa hồ chứa Bản Vẽ, Khe Bó, Chi Khê và Bản Mông với các đặc tính của vận hành hồ chứa cũng như đảm bảo yêu cầu ràng buộc cao trình mực nước tại cống Nam Đàn, (Q_{min} tại Dừa) thì chỉ có các kịch bản KB3, KB4 và KB5 là đáp ứng được yêu cầu vận hành liên hồ chứa và đảm bảo lưu lượng tối thiểu tại Dừa theo các yêu cầu. Vấn đề dựa trên 3 Kịch bản chạy với số liệu thủy văn đến là các năm có nước trung bình để lựa chọn Kịch bản vận hành tối ưu cho đa hồ chứa trên thượng nguồn sông Cả.

Qua số liệu các Bảng 5.5, Bảng 5.7 và Bảng 5.8 thì lưu lượng xả ra các hồ chứa giữa KB3, KB4 và KB5, chủ yếu khác nhau tại các thời kỳ giai đoạn IV và V,

điều này được giải thích là do yêu cầu lưu lượng tại Dừa giảm so với KB3 nhưng khi bài toán vận hành tối ưu về phát điện thì vẫn cần đảm bảo lợi ích tối đa phát điện, do đó chênh lệch lưu lượng xả trong các hồ trong giai đoạn này không nhiều và mục tiêu của bài toán sẽ quan tâm là lựa chọn KB3, KB4 hoặc KB5 khi mà cả 3 kịch bản này đều đáp ứng yêu cầu lưu lượng tối thiểu tại Dừa. Xét thấy giữa KB3 và KB4 có sự chênh lệch khác nhau không nhiều về xây dựng kịch bản (KB3 yêu cầu mực nước tại cống Nam Đàn là 0,7m còn KB4 thì yêu cầu mực nước chỉ là 0,6m), KB5 thì mực nước là 0,4m Do đó cần có tiêu chí lựa chọn kịch bản nào vừa đảm bảo yêu cầu cung cấp nước hạ du vừa đảm bảo đem lại lợi ích kinh tế tối ưu.

Trong sản phẩm này của Đề tài đã tính toán và phân tích 5 kịch bản xả của các hồ đảm bảo lưu lượng nhỏ nhất tại Dừa và mực nước tại cống Nam Đàn. Trong đó, với kịch bản 1 và kịch bản 2 các hồ không đảm bảo việc điều tiết xả nước trong mùa kiệt để đáp ứng yêu cầu của 2 kịch bản này, 3 kịch bản còn lại với dòng chảy trung bình nhiều năm có thể đáp ứng được yêu cầu lưu lượng tại Dừa. Vì vậy, để lựa chọn phương án phối hợp giữa công trình thượng nguồn và công trình khai thác hạ du Đề tài sẽ chỉ xét 3 kịch bản (KB3, 4 & 5).

5.2.1. Về cấp nước

- Với kịch bản 3: Lưu lượng lấy được vào vùng Nam Hưng Nghi trung bình đạt $23,5\text{m}^3/\text{s}$. So với tổng lượng cần lấy vào hệ thống là 192 triệu m^3 , cống Nam Đàn phải vận hành tưới luân phiên trong 88 ngày, chiếm 80% tổng số ngày thời kỳ 4 & 5.

- Với kịch bản 4: Lưu lượng lấy được vào vùng Nam Hưng Nghi trung bình đạt $22,1\text{m}^3/\text{s}$. So với tổng lượng cần lấy vào hệ thống là 192 triệu m^3 , cống Nam Đàn phải vận hành tưới luân phiên trong 94 ngày, chiếm 85% tổng số ngày thời kỳ 4 & 5.

- Với kịch bản 5: Lưu lượng lấy được vào vùng Nam Hưng Nghi trung bình đạt $22,8\text{m}^3/\text{s}$. So với tổng lượng cần lấy vào hệ thống là 192 triệu m^3 , cống Nam Đàn phải vận hành tưới luân phiên trong 91 ngày, chiếm 82,7% tổng số

ngày thời kỳ 4 & 5.

Bảng 5. 10. So sánh khả năng lấy nước vào cống Nam Đàn theo các kịch bản

TT	Thời kỳ	Lưu lượng tại Dừa (m ³ /s)	Mức nước TB tại Nam Đàn (m)	Lưu lượng TB lấy vào Nam Hưng Nghi (m ³ /s)	Tổng số ngày cần lấy nước (ngày)
Kịch bản 3	TK 4	300	0,7	23,5	88
	TK 5	300	0,7	23,5	
Kịch bản 4	TK 4	260	0,6	22,1	94
	TK 5	260	0,6	22,1	
Kịch bản 5	TK 4	260	0,6	22,1	91
	TK 5	300	0,7	23,5	

Với ba kịch bản trên, việc lựa chọn kịch bản nào đều phải có giải pháp điều phối nguồn nước trong nội đồng đồng mới đảm bảo việc cấp nước cho nông nghiệp và các ngành.

Với 3 kịch bản này, các trạm bơm ở hạ du sông Cả đảm bảo cao trình mực nước để hoạt động và chỉ phụ thuộc vào nồng độ mặn trên sông.

5.2.2. Về xâm nhập mặn

Kết quả tính toán lan truyền mặn bằng mô hình MIKE11-Ecolab trong mùa kiệt theo các kịch bản cho thấy:

- Nồng độ mặn trên các sông có xu thế giảm theo diễn biến lưu lượng các hồ chứa thượng nguồn.

+ Với kịch bản 3 thì khu vực thượng lưu ngã ba Chợ Tràng sẽ chủ động lấy được nước 100%. Phía hạ du Chợ Tràng, tại cống Trung Lương có thể vận hành lấy được nước đạt 80% thời gian trong thời kỳ lấy nước.

+ Với kịch bản 4 thì khu vực thượng lưu ngã ba Chợ Tràng sẽ chủ động lấy được nước 99%. Phía hạ du Chợ Tràng, tại cống Trung Lương lấy có thể lấy được 57÷60% thời gian trong thời kỳ lấy nước.

+ Với kịch bản 5 thì khu vực thượng lưu ngã ba Chợ Tràng sẽ chủ động lấy nước 99%. Phía hạ du Chợ Tràng, tại cống Trung Lương lấy có thể lấy được trên 70% thời gian trong thời kỳ lấy nước.

Bảng 5. 11. Tỷ lệ % thời gian lấy được nước tại các vị trí theo các kịch bản

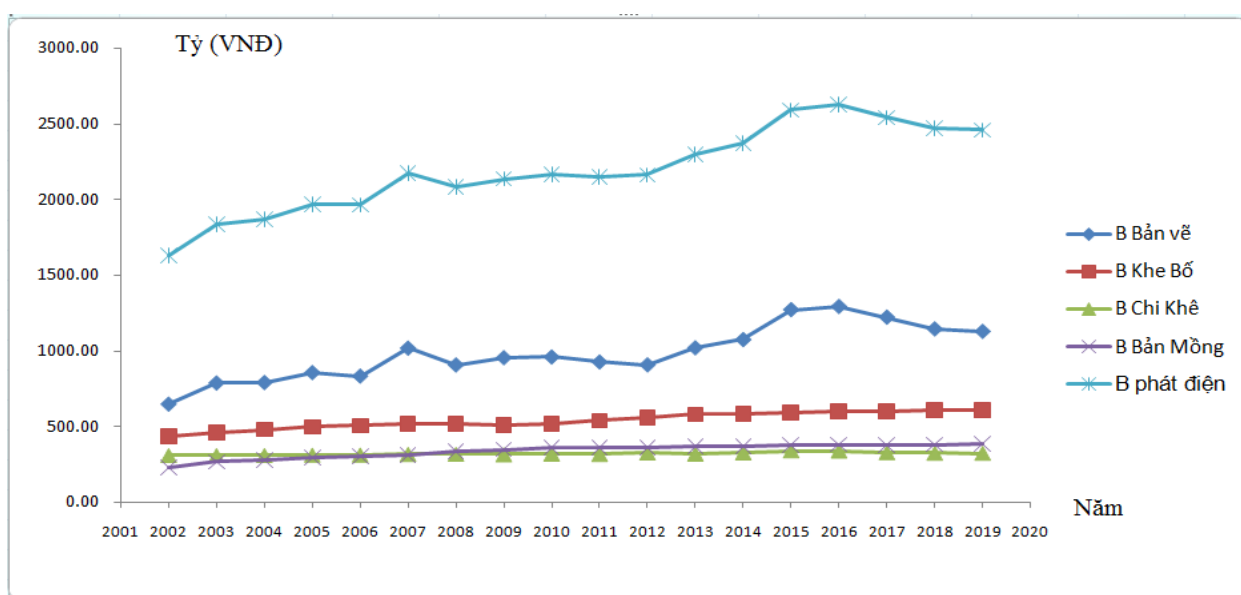
TT	Khoảng cách đến cửa (km)	% số giờ S <1(%)		
		KB3	KB4	KB5
Nam Đàn	58	100%	100%	100%
Cầu Yên Xuân	38	100%	99,7%	99,8%
Ngã Ba Chợ Tràng	35	95%	75%	86%
Công Đức Xá	33	100%	75%	86%
Công Trung Lương	30	87%	60%	70%
TB.Nghi Xuân	28	70%	34%	48%
C.Bến Thủy	20	30%	8%	17%
Linh Cảm	45	100%	100%	100%

5.3.3. Về hiệu ích phát điện

Kết quả tính giá trị phát điện cho năm điển hình là năm có nguồn nước trung bình (2008) cho thấy: Lợi ích phát điện KB3 là lớn nhất, đạt 2.088,37 tỷ đồng, lớn hơn KB4 là 53,18 tỷ đồng, lớn hơn KB5 là 24,94 tỷ đồng.

Bảng 5. 12. So sánh giá trị phát điện theo các kịch bản

KB	B Bản vẽ	B Khe Bó	B Chi Khê	B Bản Mông	$\sum B$ phát điện
KB3	909,00	517,68	317,38	336,31	2080,37
KB4	890,16	513,82	307,05	316,16	2027,19
KB5	902,10	515,96	312,07	325,30	2055,43



Hình 5. 9: Giá trị hàm mục tiêu chạy theo các năm thủy văn 2002-2019

Dựa trên hình thể hiện giá trị phát điện thì thấy rằng điều tiết hồ Bản Vẽ có tính chất quan trọng trong gia tăng giá trị hàm mục tiêu tối ưu của cả 4 hồ, và giá trị điện đóng góp cho hàm mục tiêu là lớn nhất. Ít biến đổi giá trị nhất là thủy điện Chi Khê, vì đối với hồ Chi Khê không có khả năng điều tiết, thủy điện Chi Khê

chỉ vận hành như đập dâng nước, lưu lượng đến bằng với lưu lượng xả.

5.2.4. Khả năng đáp ứng của điều kiện thủy văn trên lưu vực

Nhận thấy rằng đối với trường hợp lưu lượng đến các hồ là những năm có lưu lượng trung bình thì chỉ có 3 kịch bản KB3, KB4 và KB5 là đáp ứng, do đó không cần thiết phải kiểm tra 2 kịch bản KB1 và KB2. Nghiên cứu chỉ đi kiểm tra xem cả 3 kịch bản KB3, KB4 và KB5 có đáp ứng được lưu lượng ứng với những năm cực đoan thiếu nước mùa khô trong chuỗi năm tính toán từ 2002-2019. Trên thực tế đối với các năm cực đoan về thiếu nước thì số liệu thủy văn giữa các vùng là khác nhau, trong ví dụ kiểm tra ta lấy 2017 rất ít nước của Bản Vẽ và 2007 rất ít nước của Bản Mòng như vậy đây là tổ hợp bất lợi nhất trong biên thủy văn đến các hồ quan trọng có tính chất quyết định đến vận hành đa hồ chứa trên thượng nguồn sông Cả và trường hợp này có thể coi là trường hợp cực đoan nhất của quá trình vận hành liên hồ chứa trên hệ thống hồ chứa thượng nguồn sông Cả.

Kết quả kiểm tra, tính toán với liệt dòng chảy thủy văn 18 năm từ năm 2002÷2019 cho thấy:

- Với KB3 có 12/19 năm các hồ chứa có dòng chảy đáp ứng được theo yêu cầu tại Dừa với lưu lượng tối thiểu $300\text{m}^3/\text{s}$, đạt 63%.
- Với KB4 có 18/19 năm các hồ chứa có dòng chảy đáp ứng được theo yêu cầu tại Dừa với lưu lượng tối thiểu $260\text{m}^3/\text{s}$, đạt 95%.
- Với KB5 có 17/19 năm các hồ chứa có dòng chảy đáp ứng được theo yêu cầu tại Dừa với lưu lượng tối thiểu $260\text{m}^3/\text{s}$ (thời kỳ 4) và $300\text{m}^3/\text{s}$ (thời kỳ 5), đạt 90%.

Bảng 5. 13. Khả năng đáp ứng của điều kiện thủy văn trên lưu vực theo các KB

Kịch bản	Liệt thủy văn	Số năm đáp ứng	Tỷ lệ % đáp ứng
KB3	2002÷2019	12/19	63%
KB4	2002÷2019	18/19	95%
KB5	2002÷2019	17/19	84%

Bảng 5. 14. Kết quả tính toán các kịch bản theo các năm thủy văn điển hình

TT	Kịch bản	Lưu lượng tối thiểu tại Dừa (m ³ /s)	Khả năng đáp ứng nguồn nước	
			Năm TB nước (tần suất 50%)	Năm ít nước (tần suất >75%)
1	Kịch bản 1	560	Không đáp ứng	Không đáp ứng
2	Kịch bản 2	360	Không đáp ứng	Không đáp ứng
3	Kịch bản 3	300	Đáp ứng	Đáp ứng một phần
4	Kịch bản 4	260	Đáp ứng	Đáp ứng
5	Kịch bản 5	Thời kỳ 4: 260 Thời kỳ 5: 300	Đáp ứng	Đáp ứng

Trên cơ sở phân tích về khả năng đáp ứng điều kiện thủy văn trên lưu vực sông Cả, hiệu quả về cấp nước, đầy mặn và hiệu ích phát điện, Đề tài kiến nghị lựa chọn kịch bản 5 làm cơ sở phối hợp vận hành các hồ chứa thượng nguồn và các hệ thống công trình thủy lợi trên dòng chính sông Cả.

Bảng 5. 15. Phân phối lưu lượng xả ra tại các hồ ứng với kịch bản 5- KB5

TT	Thời Kỳ	Q _{Yêu cầu} tại Dừa	Q _{xả} các hồ (m ³ /s)			
			Bản Vẽ	Khe Bó	Chi Khê	Bản Mòng
1	Thời kỳ 1 từ 1/12 đến 31/12	188,30	62,0	111,0	122,5	26,0
2	Thời kỳ 2 từ 1/1 đến 15/2	161,50	90,0	105,0	116,0	26,0
3	Thời kỳ 3 từ 16/2 đến 31/3	140,90	75,0	95,5	108,1	30,0
4	Thời kỳ 4 từ 1/4 đến 31/5	260,00	150,0	190,4	202,2	38,7
5	Thời kỳ 5 từ 1/6 đến 19/7	300,00	162,9	219,1	235,3	39,3

Với lưu lượng xả của các hồ ứng với kịch bản 5 (bảng 5.15), sẽ duy trì được mực nước tại Nam Đàn thời kỳ 4 là 0,6m và thời kỳ 5 là 0,7m. Với mức xả này của các hồ, cơ bản đảm bảo được nguồn nước cấp cho các công trình lấy nước ở hạ du sông Cả hoạt động trong mùa cạn và đảm bảo hiệu ích về phát điện.

KẾT LUẬN

Mô hình tối ưu trên phần mềm GAMS là một mô hình vận hành tối ưu lợi ích kinh tế bằng cách tối ưu lượng điện phát ra trên cả 4 hồ chứa (mô hình tối ưu lợi ích của phát điện). Trong mô hình đã kiểm định thông qua quan hệ thực tế tại nút biên dưới, và là nút tại Dừa theo mô phỏng điều kiện thực tế với các kịch bản tính toán quy đổi nhu cầu sử dụng nước ở hạ lưu từ Dừa được tính quy đổi lưu lượng tại Dừa, và được coi là một ràng buộc quan trọng đặc biệt trong mùa cạn (mùa kiệt)

Những kết quả mà mô hình GAMS đã giải quyết được:

1. Đã xây dựng được một mô hình toán tối ưu lợi ích phát điện với các biên đầu vào và ràng buộc của bài toán.
2. Bài toán GAMS được xây dựng theo các mô đun số liệu riêng rẽ nên dễ dàng thay đổi các thông số đầu vào bằng thay các số liệu ví dụ như biên thủy văn hoặc các dữ liệu về kỹ thuật hoặc kinh tế. Hoặc dễ dàng thay đổi các Kịch bản nếu muốn.
3. Đã xây dựng bài toán vận hành 4 hồ chứa thủy điện trong đó có 3 hồ chứa tích nước và 1 đập tràn phát điện (Hồ Chi Khê), với yêu cầu các kịch bản phát triển kinh tế xã hội, cũng như nhu cầu nước vùng hạ du của lưu vực sông Cả, thể hiện bằng nhu cầu nước tại Dừa. Và nhu cầu nước tại Dừa theo các Kịch bản là một ràng buộc quan trọng đặc biệt trong mùa kiệt khi vận hành tối ưu cả 4 hồ chứa phát điện.
4. Đã chỉ ra KB3, KB4, KB5 là một kịch bản mang tính khả thi (trong 5 kịch bản được xây dựng) từ đó lựa chọn Lưu lượng tại Dừa theo KB5 và đã chỉ ra được sự đóng góp lưu lượng của các hồ đối với lưu lượng tại Dừa. Đặc biệt lưu lượng này được thỏa mãn trong mùa kiệt.
5. Nghiên cứu cũng chỉ ra rằng đối với trường hợp cực đoan của thời tiết dẫn đến thiếu nước mùa kiệt của các hồ đặc biệt là hồ Bản Vẽ và Bản Mòng thì các hồ cần lựa chọn vận hành theo phương án kịch bản KB5 khi đó hồ thủy điện Bản Mòng phải xả lưu lượng $Q_{min} = 23m^3/s$ trong suốt mùa kiệt và thủy điện Bản vẽ

xả đến mức nước chết mới đảm bảo yêu cầu an toàn và cung cấp đủ nước tại Dừa.

6. Nghiên cứu cũng đã chỉ ra được lưu lượng xả sẽ bao gồm lưu lượng phát điện và lưu lượng xả tràn. Lưu lượng xả đảm bảo cho các Hồ vừa phát điện vừa đảm bảo đúng quy trình vận hành an toàn hồ chứa và chống lũ cho hạ lưu theo đúng quyết định phê duyệt của Thủ tướng về vận hành liên hồ chứa trên hệ thống sông Cả tại quyết định 1605/QĐ-TTg.

7. Ứng với mỗi một năm thủy văn hay tuần suất thủy văn đều có một quy trình xả từ các hồ và quá trình vận hành liên hồ chứa.

8. Đã giải quyết bài toán vận hành liên hồ chứa vận hành nối tiếp và vận hành song song trong đó có một Hồ Chi Khê vận hành như một tràn ngăn nước tạo chênh lệch cột nước để phát điện và đề xuất quy trình xả các hồ tương tự như năm điển hình 2013.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Quốc Thống và Ngô Văn Dưỡng Lã Văn Út, *Nhà Máy Thủy Điện*. Hà Nội, 2005.
- [2] F.S., Lieberman, G.J. Hillier, *Introduction to Operation Research.*: McGraw-Hill International Editions, 1995.
- [3] David Kendrick, Alexander Meeraus, Ramesh Raman Anthony Brooke, *GAMS A User Guide.*: GAMS Development Corporation, 1998.
- [4] B.A., Saunders, M.A., Gill, P.E., Raman, R., et Kalvelagen, E. MINOS. Murtagh, *A Solver for Large-Scale Nonlinear Optimization Problems*. Washington D.C: GAMS Development Corporation.
- [5] Thủ tướng Chính phủ, "Quyết định số 1605/QĐ-TTg của Thủ Tướng Chính phủ ký ngày 13 tháng 11 năm 2019 về việc Ban hành quy chế vận hành liên hồ chứa trên lưu vực sông Cả," Hà Nội, 2019.
- [6] Hà Văn Khối, *Giáo Trình Quy Hoạch và Quản Lý Nguồn Nước*. Hà Nội: Trường Đại học Thủy lợi, 2003.
- [7] Trần Hữu Đạo Phó Đức Anh, *Phân Tích Hệ Thống và Tối Ưu Hoá*. Hà Nội: Nhà xuất bản nông nghiệp, 2002.
- [8] Richard E. Rosenthal, *A GAMS Tutorial*. California USA: Naval Postgraduate School, Monterey.

PHỤ LỤC TÍNH TOÁN

1. Mô hình tối ưu GAMS

*Mô hình vận hành tối ưu phát điện các hồ chứa trên thượng nguồn sông Cả

* (Gồm có 4 hồ: Ban Ve - Khe Bo - Chi Khe - Ban Mong)

*-----

*

*2. names of sets

*-----

* n: node in general

*3. subset:

* nb(n) ups. & lat. boundaries

* nn(n) simple nodes

* nr(n) reservoirs

* nua(n) water uses

* nm(n) environment nodes

*-----

*4. connections:

* n_to_n(n,n1) connection confirm from node n to node n1

* n_to_nr(n,n1) returnflow connections from node n to node n1

* n_to_nm(n,n1) ????????? connections from node n to node n1

OPTION RESLIM=1000000;

*

option iterlim=1000000;

*option iterlim=10;

*

*reading of declaration sets and subsets ok

\$include "C:\SongCa\Set01.gms"

*n, n1,n2 are identical

ALIAS (n,n1,n2);

*reading of declaration connection sets Ok

\$include "C:\SongCa\Set02.gms"

*reading time step 1 days per step from 2000-2018 ok

\$include "C:\SongCa\Set03.gms"

*reading he so phuong trinh quan he ho chua ok

\$include "C:\SongCa\Set04.gms"

*reading time step 1 days per step from 2000-2018 ok

\$include "C:\SongCa\txi00001.gms"

*he so hoi quy dong chay cua cac khu su dung nuoc ok

\$include "C:\SongCa\Set05_return.gms"

*PARAMETER ret(n) return flow fraction

*/ uc301r 0.2

*input boundaries

\$include "C:\SongCa\Set08_bien_NN1.gms"

\$ontext

Table qb6061(t1,n) Upstream boundary flow (m3 s)

d1m1y2019 d2m1y2019

nc101 978 0

nc102 813 0

nc103 682 0

\$offtext

\$include "C:\SongCa\Set07_reqmt_03.gms"

\$ontext

Table reqmt(t1,n) Yeu cau dong chay toi thieu tai Dua va mot so diem khac

nc129

d1m1y2019 489

d2m1y2019 406

\$offtext

* Khai bao ve nhu cau nuoc nong nghiep

\$include "C:\SongCa\wd_i.gms"

*=====

* khai bao ve dien nang cua cac nha may

scalar m_to_s unit =million seconds;

m_to_s=24*3600/1000000;

scalar to_bkwh;

to_bkwh=24/1000000/1000;

scalar ifrate;

ifrate=0.0025/3*0.95;

*????? chua biet lay so lieu can dieu tra nghien cuu so lieu tinh toan tham

scalar c_wsst level of water supply met=1 as default;

*0.995 optimal

c_wsst=1.000;

scalar c_ndb;

c_ndb=1.000;

scalar c_nlm;

c_nlm=1.00;

scalar kym;

kym=1.00;

* Khai bao can tren cua muc nuoc ho chua (m)

\$include "C:\SongCa\sh01_mndbt1.gms"

\$ontext

table mndbt(t1,n) Muc nuoc dang bt ch tung thoi doan t

rBanve

d1m1y1960 117

d2m1y1960 117

\$offtext

* Khai bao can duoi cua muc nuoc ho chua (m)

```
$include "C:\SongCa\sh01_mnc1.gms"
```

```
$ontext
```

```
table mnc(t1,n) Muc nuoc chet cho tung thoi doan t
```

```
      rBanve
```

```
d1m1y1960      85
```

```
d2m1y1960      85
```

```
$offtext
```

```
$include "C:\SongCa\sh01_dh.gms"
```

```
$ontext
```

```
table dh(t1,n) cot nuoc tinh tinh cho thuy dien cac ho chua thoi diem t
```

```
      rBanve
```

```
d1m1y1960      85
```

```
d2m1y1960      85
```

```
$offtext
```

*Nhap so lieu boc hoi cho cac ho chua

```
$include "C:\SongCa\sh01_bochoi.gms"
```

```
$ontext
```

```
table eva(t1,n) Boc hoi cho thoi doan ngay (m in 1 ngay)
```

```
      rBanve
```

```
d1m1y1960      0.01144
```

```
d2m1y1960      0.01144
```

```
$offtext
```

*So lieu ve dung tích ho chua dau thoi doan tinh toan

```
$include "C:\SongCa\sh01_ini_s.gms"
```

```
$ontext
```

```
parameter ini_s(n)
```

```
/
```

```
rBanve      1820.3384
```

```
/;
```

```
$offtext
```

* So lieu ve dung tích ho chua cuoi thoi doan tinh toan

```
$include "C:\SongCa\sh01_end_s.gms"
```

```
$ontext
```

```
parameter end_s(n)
```

```
/
```

```
rBanve      435
```

```
/;
```

```
$offtext
```

* Khai bao ve cac he so cho quan he z-w

```
$include "C:\SongCa\sh01_hesozw.gms"
```

```
$ontext
```

```
parameter zw(n,k) he so a cho PT z-w
```

```
/
```

```
rBanve
```

```
rKhebo
```

rChikhe
\$offtext

* Khai bao ve cac he so cho quan he F-Z

\$include "C:\SongCa\sh01_hesofz.gms"

\$ontext

parameter fz(n) he so a cho PT F-Z

/

rBanve

rKhebo

rChikhe

/;

\$offtext

*=====

=====

*Khai bao ve nha may thuy dien

* luu luong lon nhat qua nha may

\$include "C:\SongCa\E_Qmax.gms"

*-----

* luu luon nho nhat qua nha may

\$include "C:\SongCa\E_Qmin.gms"

*So lieu ve cong suat lap may

ok

\$include "C:\SongCa\E_cslm.gms"

\$ontext

parameter nmax(n) cong suat lap may (MW)

/

rBanve 340

/;

\$offtext

* So lieu ve cong suat dam bao

OK

\$include "C:\SongCa\E_csdb.gms"

\$ontext

parameter ndb(n) cong suat dam bao (MW)

/

rBanve 170

/;

\$offtext

* So lieu ve luu luong xa qua ho lon nhat

OK

\$include "C:\SongCa\Qxamax.gms"

* So lieu ve luu luong xa qua ho nho nhat

OK

\$include "C:\SongCa\Qxamin1.gms"

\$ontext

* Khai bao ve yeu cau dong chay yeu cau toi thieu

```
*$include "C:\SongCa\req_mt.gms"  
table mndbt(t1,n) Muc nuoc dang bt ch tung thoi doan t  
nc129  
d1m1y1960 348  
d2m1y1960 348  
$offtext  
* Khai bao ve cac he so su dung cua tung ho chua ok  
$include "C:\SongCa\E_heso_neta.gms"  
$ontext  
parameter neta(n) he so neta cho tuoc pin  
/  
rBanve  
rKhebo  
rChikhe  
/  
$offtext
```

POSITIVE VARIABLES

*decision variables

```
d(t1,n) diversion(m3\s)(ave. period t FROM? node n)  
q(t1,n) sum inflows to node & diverts from node(m3\s)(ave. period t FROM\TO node n)  
r(t1,n) release from node(m3\s)(ave. period t FROM node n)  
s(t1,n) storage of reservoir(mil. m3) (at the end of period t of reservoir n)  
sa(t1,n) period-average storage of reservoir(mil. m3) (t-1) to (t)  
h(t1,n) reservoirWLU(m) (at the end of period t of reservoir n)  
h_ini(n) Initial water levels of reservoir n  
hh(t1,n) reservoirWLD(m) (ave. period t of reservoir n)  
*-----  
p(t1,n) discharge through turbine(m3\s)  
hav(t1,n) ave. UPS water level of period t (m)  
fav(t1,n) ave. open area of period t (km2)  
*dh(t1,n) UPS\DWS ave. head different of period t (m)!!!!!! tinh tam bang cot nuoc phat  
dien  
csp(t1,n) cong suat phat trung binh thoi doan [t1-1]-->[t1] cho 1 NMTD (MW)  
sfc(t1,n) he so cua sf cho thoi doan t1 ([t1-1]-->[t1]) cho 1 ho  
ini_h(n) initial storage for reservoir n (at begining of 1st week of Nov.)  
sf(t1,n) sf value  
qb(t1,n) Luu luong vao tai cac bien tren va khu giua  
wd(t1,n) Luong nuoc yeu cau cua cac ho NN  
eva(t1,n) Luong boc hoi mat nuoc cua tung ho chua  
;  
*hst.up(t1,n) =1;  
VARIABLES
```

```
*sfa(t1,n) Tempory coefficient for sf  
*aneta(t1,n) He so phuong trinh tinh cong suat (gom  $9.81 * n1 * n2 * n3$ )  
* cac ham muc tieu co don vi la  $10^9$  VND  
obj_hp Thuy dien  
obj_BV  
obj_KB  
obj_CK
```

obj_BM

obj Ham muc tieu chung

;

EQUATIONS

* Khai bao ve viec gan so lieu bien chuoai nam tu y1-y25 ok

\$include "C:\SongCa\M_phuong_trinh_gan_bien.gms"

\$ontext

* Gan so lieu tung nam cho bien

e_qby1(t1,n)

e_qby2(t1,n)

e_qby3(t1,n)

\$offtext

e_an(t1,n) for all node-water balance

e_sn(t1,n) for all simple node (NOT boundary\reservoir\water use)

e_bn(t1,n) for all boundary nodes

e_wn(t1,n) for water use node

e_rn(t1,n) for reservoir node-storage balance

e_rn01(t1,n) for reservoir node-storage balance

e_rn_mndbt(t1,n) Reservoir level at conservation storage (m) at the end of time t1

e_rn_chpt(t1,n) Upper reduction level (m) at the end of time t1

e_rn_hw H~W equations-quan he Hcuoithoidoan(m)~W(10⁶) cho 3 ho

*e_rn_hw01

*e_rn_hw02

*e_rn_hw03

*e_rn_hw04

*

e_rn_hi01(n) for initial water level

*e_rn_hi02

*e_rn_hi03

*e_rn_hi04

e_rn_hwav(t1,n) for ave reservoir water level-quan he Htrungbinhthoidoan(m)~W(10⁶) cho 3 ho

*e_rn_hwav01

*e_rn_hwav02

*e_rn_hwav03

*e_rn_hwav04

e_rn_fav(t1,n) for ave reservoir open area-quan he

Ftrungbinhthoidoan(Km2)~Htrungbinhthoidoan(m) cho 3 ho

*e_rn_fav01

*e_rn_fav02

*e_rn_fav03

*e_rn_fav04

e_rn_havmax(t1,n)

e_rn_havmin(t1,n)

*

* kiem tra tinh toan doi voi phuong trinh nay

*

e_nr_tbma1(t1,n) rang buoc ve Qturbine<Qxa

e_nr_tbma2(t1,n) rang buoc ve Nphat<Nlm

*e_nr_aneta(t1,n) phương trình tính aneta
e_nr_tbma3(t1,n) phương trình rang buoc cong suat dam bao cua ho chua
e_nr_tbma4(t1,n) rang buoc ve cong suat xa qua tuoc bin
*-----
e_nr_tbma5(t1,n) phương trình tính Nphat(csp)
e_nr_tbma6(t1,n) rang buoc ve luu luong lon nhat qua nha may
e_obj_hp Ham muc tieu thuy dien
e_obj_irr Ham muc tieu tuoi
e_obj Ham muc tieu chung
e_obj_BV Ham muc tieu thuy dien Ban ve
e_obj_KB Ham muc tieu thuy dien Khe Bo
e_obj_CK Ham muc tieu thuy dien Chi Khe
e_obj_BM Ham muc tieu thuy dien Ban Mong
e_rn_aw(t1,n) average storage
e_rn_aw01(t1,n)
*e_yield(n) Phương trình tính nang suat thuc te cua cay trong
e_area(n) Phương trình xác định giới hạn trên của diện tích gieo trong
e_area2(n) Phương trình xác định giới hạn dưới của diện tích gieo trong
e_muc_tuoi(t1,n) Phương trình xác định giới hạn của lượng nước tưới
e_reqmt(t1,n) Phương trình xác định yêu cầu lưu lượng nước tại Dưa
e_rxamax(t1,n) Phương trình rang buoc xa qua ho lon nhat
e_rxamin(t1,n) Phương trình rang buoc xa qua ho nho nhat
e_end_s(t1,n) Phương trình giới hạn dung tích của hồ chứa
e_end_s1(t1,n)
e_rn_hwl
e_sn1(t1,n) Phương trình coi chi khe la mot nut chuyen nuoc
;

*(viet cho cac nut don tong dong chay den = tong luong xa ra) ok m3/s
e_sn(t1,n) $\$(nn(n))$.. $r(t1,n)=e=q(t1,n)$;

*nut bien tren va bien giua thi luong xa cung bang luong dong chay den ok
e_bn(t1,n) $\$(nb(n))$.. $r(t1,n)=e=qb(t1,n)$;

*water use nodes
*viet cho cac nut su dung nuoc(luong xa ra bang he so return nhan voi luong can)ok
e_wn(t1,n) $\$(nnn(n))$.. $r(t1,n)=e=ret(n)*wd_i(t1,n)$;
*e_area(n) $\$(nnn(n))$.. $d(t1,n)=e=wd_i(t1,n)$;

*node water balance
e_an(t1,n).. $q(t1,n)=e=sum(n1\$(n_to_n(n1,n)),r(t1,n1))-$
 $sum(n1\$(n_to_nd(n,n1)),wd_i(t1,n1))$;
*-----

*reservoir nodes-storage at the end of time t1(10^6m^3)
e_rn(t1,n) $\$(nr(n)\$(txi11201(t1)))$.. $s(t1,n)=e=ini_s(n)+(q(t1,n)-r(t1,n))*m_to_s -$
 $(fav(t1,n)*eva(t1,n))/1000-ifrate*ini_s(n)+ 0$
;
e_rn01(t1,n) $\$(nr(n)\$(not txi11201(t1)))$.. $s(t1,n)=e=s(t1-1,n)+(q(t1,n)-r(t1,n))*m_to_s -$
 $(fav(t1,n)*eva(t1,n))/1000-ifrate*s(t1-1,n)+ 0$

*txi1101(t1) La dung tích hi chua dau thiof= doan tinh hian

;

*average storage

$e_{rn_aw}(t1,n) = (ini_s(n) + s(t1,n)) / 2;$

$e_{rn_aw01}(t1,n) = (s(t1-1,n) + s(t1,n)) / 2;$

*

--

*Quan he z-w

$e_{rn_hi01}(n) = zw(n,'1') + zw(n,'2') * ini_h(n) + zw(n,'3') * power(ini_h(n),2)$

$+ zw(n,'4') * power(ini_h(n),3)$

$+ zw(n,'5') * power(ini_h(n),4)$

$+ zw(n,'6') * power(ini_h(n),5)$

$+ zw(n,'7') * power(ini_h(n),6);$

\$ontext

*Ho thuy dien Ban ve - Khe Bo- Chi Khe- Ban Mong

$e_{rn_hi01}('rBanve') = ini_s('rBanve') = e = -$

$131444.8600000000 + 4801.4297000000 * ini_h('rBanve') -$

$72.6041390000 * power(ini_h('rBanve'),2)$

$+ 0.5816904300 * power(ini_h('rBanve'),3)$

$- 0.0026100000 * power(ini_h('rBanve'),4)$

$+ 0.0000062100 * power(ini_h('rBanve'),5)$

$- 0.00000000612 * power(ini_h('rBanve'),6);$

$e_{rn_hi02}('rKhebo') = ini_s('rKhebo') = e = -$

$6509.384600000000 + 498.324130000000 * ini_h('rKhebo') -$

$15.0488050000 * power(ini_h('rKhebo'),2)$

$+ 0.2236186800 * power(ini_h('rKhebo'),3)$

$- 0.0016400000 * power(ini_h('rKhebo'),4)$

$+ 0.0000048300 * power(ini_h('rKhebo'),5)$

$- 0.0000000000 * power(ini_h('rKhebo'),6);$

$e_{rn_hi03}('rChikhe') = ini_s('rChikhe') = e = 33.49;$

$e_{rn_hi04}('rBanmong') = ini_s('rBanmong') = e = -$

$3671.984600000000 + 434.954380000000 * ini_h('rBanmong') -$

$20.1298250000 * power(ini_h('rBanmong'),2)$

$+ 0.4739349100 * power(ini_h('rBanmong'),3)$

$- 0.0060400000 * power(ini_h('rBanmong'),4)$

$+ 0.0000395000 * power(ini_h('rBanmong'),5)$

$- 0.00000010200 * power(ini_h('rBanmong'),6);$

\$offtext

*

--

*Quan he z-w

$e_{rn_hw}(t1,n) = s(t1,n) = e = zw(n,'1') + zw(n,'2') * h(t1,n) + zw(n,'3') * power(h(t1,n),2)$

$+ zw(n,'4') * power(h(t1,n),3)$

$+ zw(n,'5') * power(h(t1,n),4)$

+zw(n,'6')*power(h(t1,n),5)

+zw(n,'7')*power(h(t1,n),6);

\$ontext

*Ho thuy dien Ban ve - Khe Bo- Chi Khe- Ban Mong

e_rn_hw01(t1,'rBanve')..s(t1,'rBanve')=e=-

131444.8600000000+4801.4297000000*h(t1,'rBanve')-

72.60413900000*power(h(t1,'rBanve'),2)

+0.5816904300*power(h(t1,'rBanve'),3)

-0.0026100000*power(h(t1,'rBanve'),4)

+0.0000062100 *power(h(t1,'rBanve'),5)

-0.00000000612 *power(h(t1,'rBanve'),6) ;

e_rn_hw02(t1,'rKhebo')..s(t1,'rKhebo')=e=-

6509.384600000000+498.324130000000*h(t1,'rKhebo')-

15.04880500000*power(h(t1,'rKhebo'),2)

+0.2236186800*power(h(t1,'rKhebo'),3)

-0.0016400000*power(h(t1,'rKhebo'),4)

+0.0000048300*power(h(t1,'rKhebo'),5)

-0.00000000000*power(h(t1,'rKhebo'),6) ;

e_rn_hw03(t1,'rChikhe')..s(t1,'rChikhe')=e=33.49;

e_rn_hw04(t1,'rBanmong')..s(t1,'rBanmong')=e=-

3671.984600000000+434.954380000000*h(t1,'rBanmong')-

20.12982500000*power(h(t1,'rBanmong'),2)

+0.4739349100*power(h(t1,'rBanmong'),3)

-0.0060400000*power(h(t1,'rBanmong'),4)

+0.0000395000*power(h(t1,'rBanmong'),5)

-0.00000010200*power(h(t1,'rBanmong'),6) ;

\$offtext

e_rn_hwav(t1,n)\$ (nr(n))..sa(t1,n)=e=zw(n,'1')+zw(n,'2')*hav(t1,n)+zw(n,'3')*power(hav(t1,n),2)

+zw(n,'4')*power(hav(t1,n),3)

+zw(n,'5')*power(hav(t1,n),4)

+zw(n,'6')*power(hav(t1,n),5)

+zw(n,'7')*power(hav(t1,n),6);

\$ontext

*-----

*Ho thuy dien Ban ve - Khe Bo- Chi Khe- Ban Mong

e_rn_hwav01(t1,'rBanve')..sa(t1,'rBanve')=e=-

131444.8600000000+4801.4297000000*hav(t1,'rBanve')-

72.60413900000*power(hav(t1,'rBanve'),2)

+0.5816904300*power(hav(t1,'rBanve'),3)

-0.0026100000*power(hav(t1,'rBanve'),4)

+0.0000062100 *power(hav(t1,'rBanve'),5)

-0.00000000612 *power(hav(t1,'rBanve'),6) ;

e_rn_hwav02(t1,'rKhebo')..sa(t1,'rKhebo')=e=-

6509.384600000000+498.324130000000*hav(t1,'rKhebo')-

15.04880500000*power(hav(t1,'rKhebo'),2)

+0.2236186800*power(hav(t1,'rKhebo'),3)
-0.0016400000*power(hav(t1,'rKhebo'),4)
+0.0000048300*power(hav(t1,'rKhebo'),5)
-0.0000000000*power(hav(t1,'rKhebo'),6) ;

e_rn_hwav03(t1,'rChikhe')..sa(t1,'rChikhe')=e=33.49;

e_rn_hwav04(t1,'rBanmong')..sa(t1,'rBanmong')=e=-
3671.984600000000+434.954380000000*hav(t1,'rBanmong')-
20.12982500000*power(hav(t1,'rBanmong'),2)
+0.4739349100*power(hav(t1,'rBanmong'),3)
-0.0060400000*power(hav(t1,'rBanmong'),4)
+0.0000395000*power(hav(t1,'rBanmong'),5)
-0.00000010200*power(hav(t1,'rBanmong'),6) ;
\$offtext

*Quan he f-z

e_rn_fav(t1,n)\$(nr(n))..fav(t1,n)=e= fz(n,'1')+
fz(n,'2')*hav(t1,n)+fz(n,'3')*power(hav(t1,n),2)
+fz(n,'4')*power(hav(t1,n),3)
+fz(n,'5')*power(hav(t1,n),4)
+fz(n,'6')*power(hav(t1,n),5)
+fz(n,'7')*power(hav(t1,n),6);

\$ontext

*Ho thuy dien Ban ve - Khe Bo- Chi Khe- Ban Mong

e_rn_fav01(t1,'rBanve')..fav(t1,'rBanve')=e=-
56477.01300000+2121.522500000000*hav(t1,'rBanve')-
33.029662000000*power(hav(t1,'rBanve'),2)
+0.273000000000*power(hav(t1,'rBanve'),3)
-0.001260000000*power(hav(t1,'rBanve'),4)
+0.0000030900000*power(hav(t1,'rBanve'),5)
-0.0000000031400*power(hav(t1,'rBanve'),6) ;

e_rn_fav02(t1,'rKhebo')..fav(t1,'rKhebo')=e=-
10812.34300000+1013.093000000000*hav(t1,'rKhebo')-
39.219967000000*power(hav(t1,'rKhebo'),2)
+0.0803161900000*power(hav(t1,'rKhebo'),3)
-0.009179807000*power(hav(t1,'rKhebo'),4)
+0.0000556000000*power(hav(t1,'rKhebo'),5)
-0.0000001390000*power(hav(t1,'rKhebo'),6) ;

e_rn_fav03(t1,'rChikhe')..fav(t1,'rChikhe')=e=28.421050000000;

e_rn_fav04(t1,'rBanmong')..fav(t1,'rBanmong')=e=-
6076.888800000+535.272830000000*hav(t1,'rBanmong')-
19.562845000000*power(hav(t1,'rBanmong'),2)
+0.3799281500000*power(hav(t1,'rBanmong'),3)
-0.004140000000*power(hav(t1,'rBanmong'),4)
+0.0000240000000*power(hav(t1,'rBanmong'),5)

-0.0000000575000*power(hav(t1,'rBanmong'),6) ;

\$offtext

*

*rang buoc ve Qturbine<Qtong luong xa cua ho
e_nr_tbma1(t1,n)\$ (nrp(n)).. p(t1,n)=l=r(t1,n);

*phuong trinh rang buoc ve Nphat(CSP) cua ho (MW)

*e_nr_tbma3(t1,n)\$ (nr(n))..csp(t1,n)=e=8.5*p(t1,n)*dh(t1,n)/1000;

e_nr_tbma5(t1,n)\$ (nrp(n))..csp(t1,n)=e=neta(n)*p(t1,n)*dh(t1,n)/1000;

*

* rang buoc ve cong suat dam bao

e_nr_tbma3(t1,n)\$ (nrp(n))..csp(t1,n)=g=ndb(n);

*rang buoc ve Nphat<Nlm cua ho (MW)

*e_nr_tbma6(t1,n)\$ (nrp(n))..csp(t1,n)=g=c_ndb*ndb(n);

*rang buoc ve Nphat<Nlm cua ho MW)

e_nr_tbma2(t1,n)\$ (nrp(n))..csp(t1,n)=l=nmax(n);

*

* co the thay the muc nuoc dang gia cuong

e_nr_mndbt(t1,n)\$ (nr(n))..h(t1,n)=l=mndbt(t1,n);

*chay voi Hmin hoac MNphat dien

e_nr_chpt(t1,n)\$ (nr(n))..h(t1,n)=g=mnc(t1,n);

*

*Rang buoc ve muc nuoc ho chua

*e_nr_havmax(t1,n)\$ (nrp(n))..hav(t1,n)=l=mndbt(t1,n);

*e_nr_havmin(t1,n)\$ (nrp(n))..hav(t1,n)=g=mnc(t1,n);

*Rang buoc ve dung tích cuoi thoi doan

e_end_s(t1,n)\$ (nrp(n)).. s(t1,n)=g=end_s(n);

*Rang buoc ve dung tích ho chua cuoi mua lu phai tích du nuoc

*e_end_s1(t1,'rBanve')\$ (txi11130(t1)).. s(t1,'rBanve')=e=ini_s('rBanve');

*-----chinh la chieu cao trung binh ho chua trong thoi doan t

e_nr_tbma4(t1,n)\$ (nrp(n)).. p(t1,n)=g=Qmin(t1,n);

e_nr_tbma6(t1,n)\$ (nrp(n)).. p(t1,n)=l=Qmax(t1,n);

*

*Rang buoc ve luu luong lon nhất va nho nhất xa qua ho chua

*e_rxamax(t1,n)\$ (nrp(n))..r(t1,n)=l=Qxamax(t1,n);

*e_rxamin(t1,n)\$ (nrp(n))..r(t1,n)=g=Qxamin(t1,n);

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

*Phương trình yêu cầu nước tại Dưa;

```
*=====
=====
e_reqmt(t1,n)$ (ncn(n))..q(t1,n)=e=reqmt(t1,n);
```

*-----

* Hàm mục tiêu xa diện hồ Ban Ve

e_obj_BV..

obj_BV=e=sum(t1,neta('rBanve')*p(t1,'rBanve')*dh(t1,'rBanve')*24*1692.2/1000000000) ;

* Hàm mục tiêu Xa diện Khe Bo

e_obj_KB.. obj_KB=e=

sum(t1,neta('rKhebo')*p(t1,'rKhebo')*dh(t1,'rKhebo')*24*1692.2/1000000000) ;

* Hàm mục tiêu xa diện Chi Khe

e_obj_CK.. obj_CK=e=

sum(t1,neta('rChikhe')*p(t1,'rChikhe')*dh(t1,'rChikhe')*24*1692.2/1000000000);

* Hàm mục tiêu xa diện BanMong

e_obj_BM.. obj_BM=e=

sum(t1,neta('rBanmong')*p(t1,'rBanmong')*dh(t1,'rBanmong')*24*1692.2/1000000000);

*Hàm mục tiêu chung

e_obj_hp.. obj_hp=e=obj_BV + obj_KB + obj_CK + obj_BM ;

* Hàm mục tiêu chung

e_obj..obj=e=obj_hp;

* Khai báo về phương trình nhập số liệu biến và boc hoi cho nhiều nam ok

\$include "C:\SongCa\M_phuong_trinh_doc_bien.gms"

\$ontext

*define boundary for multi-year run

e_qb6061(t1,n)\$nb(n)..qb(t1,n)=e=qb6061(t1,n);

e_qb6162(t1,n)\$nb(n)..qb(t1,n)=e=qb6162(t1,n);

\$offtext

* Khai báo các file cần phải in kết quả ok

\$include "C:\SongCa\M_file_ket_qua.gms"

* Thiết lập các phương trình chạy cho nhiều nam ok

\$include "C:\SongCa\M_chay_nhieu_nam.gms"

\$include "C:\SongCa\lenh_in\M_in_tieu_de.gms"

solve md2002 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2003 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2004 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2005 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2006 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2007 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

solve md2008 using NLP maximizing obj;

\$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"

```
solve md2009 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2010 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2011 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2012 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2013 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2014 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2015 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2016 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2017 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2018 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
solve md2019 using NLP maximizing obj;
$include "C:\SongCa\M_print_ket_qua.gms"
```

2. Số liệu vận hành mùa kiệt của các hồ (Ví dụ KB4)

KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB			
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m12d1	199.95	1832.4	60.2	y1m12d1	76.34	222.8	45.9
y1m12d2	199.88	1829.2	60.2	y1m12d2	76.33	222.4	29.8
y1m12d3	199.81	1826	60.2	y1m12d3	76.31	221.7	30.5
y1m12d4	199.74	1822.8	60.2	y1m12d4	76.29	221.2	31.2
y1m12d5	199.67	1819.5	60.2	y1m12d5	76.34	222.6	31.9
y1m12d6	199.59	1816.3	60.2	y1m12d6	76.37	223.7	32.5
y1m12d7	199.52	1813	60.2	y1m12d7	76.39	224.2	33.1
y1m12d8	199.45	1809.7	60.2	y1m12d8	76.39	224.2	33.7
y1m12d9	199.38	1806.4	60.2	y1m12d9	76.4	224.4	26.9
y1m12d10	199.3	1803.1	60.2	y1m12d10	76.4	224.5	24.7
y1m12d11	199.23	1799.7	60.2	y1m12d11	76.4	224.5	23
y1m12d12	199.15	1796.3	60.2	y1m12d12	76.39	224.4	23
y1m12d13	199.08	1792.9	60.2	y1m12d13	76.39	224.1	23
y1m12d14	199	1789.5	60.2	y1m12d14	76.38	223.8	23
y1m12d15	198.93	1786.1	60.2	y1m12d15	76.36	223.4	23
y1m12d16	198.85	1782.7	60.2	y1m12d16	76.35	223	23
y1m12d17	198.77	1779.2	60.2	y1m12d17	76.34	222.6	23
y1m12d18	198.69	1775.8	60.2	y1m12d18	76.32	222.1	23
y1m12d19	198.62	1772.3	60.2	y1m12d19	76.3	221.6	23
y1m12d20	198.54	1768.8	60.2	y1m12d20	76.28	221	23

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

	KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB		
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m12d21	198.46	1765.3	60.2	y1m12d21	76.27	220.5	23
y1m12d22	198.38	1761.7	60.2	y1m12d22	76.25	219.9	23
y1m12d23	198.3	1758.2	60.2	y1m12d23	76.22	219.3	23
y1m12d24	198.22	1754.6	60.2	y1m12d24	76.2	218.6	23
y1m12d25	198.14	1751	60.2	y1m12d25	76.18	218	23
y1m12d26	198.06	1747.4	60.2	y1m12d26	76.16	217.4	23
y1m12d27	197.98	1743.8	60.2	y1m12d27	76.14	216.8	23
y1m12d28	197.89	1740.2	60.2	y1m12d28	76.12	216.1	23
y1m12d29	197.81	1736.6	60.2	y1m12d29	76.09	215.4	23
y1m12d30	197.73	1732.9	60.2	y1m12d30	76.07	214.7	23
y1m1d1	197.64	1729.2	60.2	y1m1d1	76.04	214	23
y1m1d2	197.56	1725.5	60.2	y1m1d2	76.02	213.2	23
y1m1d3	197.48	1721.8	60.2	y1m1d3	75.99	212.4	23
y1m1d4	197.39	1718.1	60.2	y1m1d4	75.96	211.6	23
y1m1d5	197.31	1714.4	60.2	y1m1d5	75.93	210.7	23
y1m1d6	197.22	1710.7	60.2	y1m1d6	75.89	209.8	23
y1m1d7	197.13	1706.9	60.2	y1m1d7	75.86	208.8	23
y1m1d8	197.05	1703.1	60.2	y1m1d8	75.83	207.9	23
y1m1d9	196.96	1699.3	60.2	y1m1d9	75.79	206.9	23
y1m1d10	196.87	1695.5	60.2	y1m1d10	75.75	205.9	23
y1m1d11	196.78	1691.7	60.2	y1m1d11	75.72	204.9	23
y1m1d12	196.7	1687.9	60.2	y1m1d12	75.68	203.9	23
y1m1d13	196.61	1684.1	60.2	y1m1d13	75.64	202.8	23
y1m1d14	196.52	1680.2	60.2	y1m1d14	75.6	201.8	23
y1m1d15	196.43	1676.3	60.2	y1m1d15	75.56	200.7	23
y1m1d16	196.34	1672.5	60.2	y1m1d16	75.51	199.7	23
y1m1d17	196.25	1668.6	60.2	y1m1d17	75.47	198.5	23
y1m1d18	196.16	1664.7	60.2	y1m1d18	75.43	197.4	23
y1m1d19	196.06	1660.8	60.2	y1m1d19	75.38	196.3	23
y1m1d20	195.97	1656.8	60.2	y1m1d20	75.34	195.1	23
y1m1d21	195.88	1652.9	60.2	y1m1d21	75.29	193.9	23
y1m1d22	195.79	1648.9	60.2	y1m1d22	75.24	192.8	23
y1m1d23	195.69	1644.9	60.6	y1m1d23	75.19	191.6	23
y1m1d24	195.59	1640.7	62.8	y1m1d24	75.14	190.4	23
y1m1d25	195.49	1636.3	64.9	y1m1d25	75.09	189.3	23
y1m1d26	195.38	1631.8	66.5	y1m1d26	75.04	188.1	23
y1m1d27	195.27	1627.1	67.8	y1m1d27	75.03	187.9	23
y1m1d28	195.16	1622.3	69.1	y1m1d28	75.18	191.4	23
y1m1d29	195.04	1617.5	69.8	y1m1d29	75.54	200.3	23
y1m1d30	194.92	1612.5	70.5	y1m1d30	75.79	207	23
y1m2d1	194.8	1607.5	71.5	y1m2d1	75.96	211.6	23
y1m2d2	194.68	1602.4	71.9	y1m2d2	76.06	214.5	23
y1m2d3	194.56	1597.3	72.6	y1m2d3	76.12	216.1	23
y1m2d4	194.43	1592	73.1	y1m2d4	76.15	217	23

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB			
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m2d5	194.31	1586.8	73.4	y1m2d5	76.16	217.3	23
y1m2d6	194.18	1581.5	74.1	y1m2d6	76.16	217.3	23
y1m2d7	194.05	1576.1	74.6	y1m2d7	76.15	217	23
y1m2d8	193.92	1570.7	75.3	y1m2d8	76.13	216.5	23
y1m2d9	193.78	1565.2	75.8	y1m2d9	76.11	215.9	23
y1m2d10	193.65	1559.6	76.3	y1m2d10	76.09	215.3	23
y1m2d11	193.51	1554	76.9	y1m2d11	76.07	214.6	23
y1m2d12	193.37	1548.4	77.3	y1m2d12	76.04	213.9	23
y1m2d13	193.23	1542.7	77.9	y1m2d13	76.02	213.2	23
y1m2d14	193.09	1536.9	78.4	y1m2d14	75.99	212.5	23
y1m2d15	192.95	1531.1	78.9	y1m2d15	75.96	211.7	23
y1m2d16	192.83	1526.5	65.3	y1m2d16	75.93	210.9	23
y1m2d17	192.72	1521.8	65.5	y1m2d17	75.9	210.1	23
y1m2d18	192.6	1517.1	65.7	y1m2d18	75.87	209.2	23
y1m2d19	192.48	1512.4	65.9	y1m2d19	75.84	208.4	23
y1m2d20	192.36	1507.7	66	y1m2d20	75.81	207.5	23
y1m2d21	192.25	1502.9	66.2	y1m2d21	75.78	206.6	23
y1m2d22	192.13	1498.1	66.4	y1m2d22	75.74	205.6	23
y1m2d23	192	1493.3	66.5	y1m2d23	75.71	204.7	23
y1m2d24	191.88	1488.5	66.7	y1m2d24	75.67	203.7	23
y1m2d25	191.76	1483.6	67	y1m2d25	75.63	202.7	23
y1m2d26	191.64	1478.8	67.2	y1m2d26	75.6	201.7	23
y1m2d27	191.51	1473.9	67.3	y1m2d27	75.56	200.7	23
y1m2d28	191.39	1469	67.5	y1m2d28	75.52	199.7	23
y1m3d1	191.26	1464	67.7	y1m3d1	75.47	198.6	23
y1m3d2	191.14	1459	67.8	y1m3d2	75.43	197.5	23
y1m3d3	191.01	1454	68	y1m3d3	75.39	196.4	23
y1m3d4	190.88	1449	68.2	y1m3d4	75.34	195.3	23
y1m3d5	190.75	1443.9	68.3	y1m3d5	75.3	194.2	23
y1m3d6	190.62	1438.9	68.5	y1m3d6	75.25	193.1	23
y1m3d7	190.49	1433.8	68.7	y1m3d7	75.2	191.9	23
y1m3d8	190.36	1428.6	68.9	y1m3d8	75.16	190.7	23
y1m3d9	190.22	1423.5	69.1	y1m3d9	75.11	189.6	23
y1m3d10	190.09	1418.3	69.1	y1m3d10	75.06	188.3	23
y1m3d11	189.95	1413.1	69.3	y1m3d11	75	187.1	23
y1m3d12	189.82	1407.9	69.5	y1m3d12	74.95	185.9	23
y1m3d13	189.68	1402.7	69.6	y1m3d13	74.9	184.7	23
y1m3d14	189.54	1397.4	69.8	y1m3d14	74.84	183.4	23
y1m3d15	189.4	1392.2	70	y1m3d15	74.78	182.1	23
y1m3d16	189.26	1386.9	70.1	y1m3d16	74.73	180.8	23
y1m3d17	189.12	1381.5	70.6	y1m3d17	74.67	179.5	23
y1m3d18	188.98	1376.1	71	y1m3d18	74.61	178.2	23
y1m3d19	188.84	1370.8	70.2	y1m3d19	74.54	176.9	23
y1m3d20	188.7	1365.5	69.7	y1m3d20	74.48	175.5	23

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

	KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB		
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m3d21	188.56	1360.3	69.3	y1m3d21	74.42	174.2	23
y1m3d22	188.42	1355.2	69.1	y1m3d22	74.35	172.8	23
y1m3d23	188.29	1350.3	65.8	y1m3d23	74.29	171.5	23
y1m3d24	188.16	1345.6	63.7	y1m3d24	74.22	170.1	23
y1m3d25	188.04	1341	62.9	y1m3d25	74.15	168.7	23
y1m3d26	187.91	1336.3	63.1	y1m3d26	74.08	167.3	23
y1m3d27	187.78	1331.4	64.6	y1m3d27	74.01	165.8	23
y1m3d28	187.65	1326.7	62.2	y1m3d28	73.95	164.7	23
y1m3d29	187.53	1322.1	61.5	y1m3d29	73.89	163.5	23
y1m3d30	187.4	1317.4	62.1	y1m3d30	73.83	162.4	23
y1m4d1	187.08	1305.7	143.2	y1m4d1	73.55	157.3	68.1
y1m4d2	186.75	1293.8	145.3	y1m4d2	73.26	152.1	68.1
y1m4d3	186.42	1281.8	147	y1m4d3	72.96	146.9	68.1
y1m4d4	186.08	1269.7	147.1	y1m4d4	72.64	141.6	68.1
y1m4d5	185.74	1257.6	147.7	y1m4d5	72.3	136.3	68.1
y1m4d6	185.39	1245.4	148.6	y1m4d6	71.95	131	68.1
y1m4d7	185.04	1233.1	149.9	y1m4d7	71.58	125.7	68.1
y1m4d8	184.69	1220.7	151.4	y1m4d8	71.2	120.3	68.1
y1m4d9	184.33	1208.2	152.6	y1m4d9	70.81	115	68.1
y1m4d10	183.96	1195.6	153.8	y1m4d10	70.62	112.4	35.4
y1m4d11	183.59	1183.1	154.6	y1m4d11	70.5	111	23
y1m4d12	183.22	1170.5	155.3	y1m4d12	70.39	109.5	23
y1m4d13	182.85	1157.9	155.8	y1m4d13	70.28	108	23
y1m4d14	182.47	1145.3	156.2	y1m4d14	70.16	106.5	23
y1m4d15	182.09	1132.5	156.5	y1m4d15	70.04	105	23
y1m4d16	181.7	1119.9	154.9	y1m4d16	69.92	103.5	23
y1m4d17	181.35	1108.3	141.9	y1m4d17	69.8	102	23
y1m4d18	180.99	1096.6	143.7	y1m4d18	69.68	100.5	23
y1m4d19	180.64	1085.3	139.1	y1m4d19	69.55	98.9	23
y1m4d20	180.28	1073.7	143.2	y1m4d20	69.43	97.4	23
y1m4d21	179.91	1062.1	145.1	y1m4d21	69.3	95.9	23
y1m4d22	179.54	1050.3	146.3	y1m4d22	69.17	94.3	23
y1m4d23	179.16	1038.4	148.6	y1m4d23	69.04	92.8	23
y1m4d24	178.76	1026.2	151	y1m4d24	68.91	91.2	23
y1m4d25	178.36	1013.7	153	y1m4d25	68.77	89.6	23
y1m4d26	177.95	1001.1	154.8	y1m4d26	68.65	88.1	23
y1m4d27	177.53	988.4	155.7	y1m4d27	68.54	86.9	23
y1m4d28	177.1	975.6	155.8	y1m4d28	68.43	85.7	23
y1m4d29	176.67	962.8	156.7	y1m4d29	68.34	84.6	23
y1m4d30	176.23	949.8	157.9	y1m4d30	68.29	84.1	23
y1m5d1	175.79	936.8	158.7	y1m5d1	68.41	85.4	23
y1m5d2	175.34	923.8	159.2	y1m5d2	68.53	86.8	23
y1m5d3	174.88	910.7	159.7	y1m5d3	68.48	86.3	23
y1m5d4	174.42	897.5	159.8	y1m5d4	68.44	85.7	23

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB			
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m5d5	173.95	884.4	160	y1m5d5	68.38	85.1	23
y1m5d6	173.48	871.4	159.1	y1m5d6	68.32	84.4	23
y1m5d7	173.15	862.1	160.1	y1m5d7	68.26	83.7	23
y1m5d8	172.87	854.4	159.2	y1m5d8	68.19	83	23
y1m5d9	172.59	846.8	159.7	y1m5d9	68.12	82.1	23
y1m5d10	172.39	841.4	129.6	y1m5d10	68.02	81.1	23
y1m5d11	172.07	832.7	156.1	y1m5d11	67.92	79.9	23
y1m5d12	171.97	830	75.3	y1m5d12	68.04	81.3	23
y1m5d13	171.75	824.2	148.9	y1m5d13	68.25	83.6	23
y1m5d14	171.55	818.9	152.5	y1m5d14	68.37	85	23
y1m5d15	171.55	818.7	155.1	y1m5d15	68.42	85.6	23
y1m5d16	171.29	811.8	257.9	y1m5d16	68.08	81.7	68.1
y1m5d17	171.44	815.8	123.8	y1m5d17	68.1	81.9	23
y1m5d18	171.62	820.6	96.7	y1m5d18	67.74	78	68.1
y1m5d19	171.83	826.3	60.2	y1m5d19	67.35	74	68.1
y1m5d20	171.95	829.5	60.2	y1m5d20	66.98	70.3	68.1
y1m5d21	171.99	830.6	60.2	y1m5d21	66.57	66.3	68.1
y1m5d22	171.97	830	60.2	y1m5d22	66.14	62.6	68.1
y1m5d23	171.91	828.4	60.2	y1m5d23	65.64	58.6	68.1
y1m5d24	171.82	825.9	60.2	y1m5d24	65	54.3	68.1
y1m5d25	171.64	821.3	77	y1m5d25	65	54.3	44.9
y1m5d26	171.39	814.5	96.9	y1m5d26	65	54.3	61.2
y1m5d27	170.7	796.4	223.6	y1m5d27	65	54.3	50
y1m5d28	170.54	792.3	60.2	y1m5d28	65.18	55.5	68.1
y1m5d29	170.23	784.1	104	y1m5d29	65.55	57.9	68.1
y1m5d30	169.87	774.9	115.2	y1m5d30	65.63	58.5	68.1
y1m6d1	169.47	764.8	125.5	y1m6d1	65.68	58.9	68.1
y1m6d2	169.05	754	133.9	y1m6d2	65.53	57.8	68.1
y1m6d3	168.6	742.7	140.6	y1m6d3	65.19	55.5	68.1
y1m6d4	168.12	730.9	145.7	y1m6d4	65.26	56	26.3
y1m6d5	167.62	718.7	149.7	y1m6d5	65.29	56.1	23
y1m6d6	167.12	706.5	152.5	y1m6d6	65.26	55.9	23
y1m6d7	166.61	694.2	154.5	y1m6d7	65.19	55.5	23
y1m6d8	166.1	682.1	155.8	y1m6d8	65.11	55	23
y1m6d9	165.77	674.4	156.9	y1m6d9	65	54.3	23
y1m6d10	165.63	671.1	157.6	y1m6d10	65.42	57	68.1
y1m6d11	165.82	675.7	78.9	y1m6d11	65.65	58.6	68.1
y1m6d12	165.76	674.2	138.4	y1m6d12	66.03	61.6	68.1
y1m6d13	165.6	670.4	147.6	y1m6d13	66.5	65.7	68.1
y1m6d14	165.36	665	144.3	y1m6d14	66.64	67	68.1
y1m6d15	165.11	659.1	129.6	y1m6d15	66.7	67.6	68.1
y1m6d16	164.72	650.2	148.9	y1m6d16	66.58	66.4	68.1
y1m6d17	164.27	639.9	152.1	y1m6d17	66.32	64.1	68.1
y1m6d18	163.77	628.7	154.8	y1m6d18	65.96	61.1	68.1

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

KB4-Nước TB				KB4 - Nước TB			
TT	H (Banve)	S (Banve)	Qxả (Banve)	TT	H (Banmong)	S (Banmong)	Qxả (Banmong)
y1m6d19	163.29	618.1	141.8	y1m6d19	65.69	58.9	52.9
y1m6d20	162.8	607.5	138.1	y1m6d20	65.71	59.1	23
y1m6d21	162.32	597	139.3	y1m6d21	65.71	59.1	23
y1m6d22	161.83	586.6	141.2	y1m6d22	65.7	59	23
y1m6d23	161.38	577	129.9	y1m6d23	65.68	58.9	23
y1m6d24	160.96	568.3	126.4	y1m6d24	65.65	58.7	23
y1m6d25	160.56	559.9	127	y1m6d25	65.62	58.4	23
y1m6d26	160.12	550.9	131.6	y1m6d26	65.58	58.1	23
y1m6d27	159.63	541	137.2	y1m6d27	65.54	57.8	23
y1m6d28	159.1	530.3	142.7	y1m6d28	65.49	57.5	23
y1m6d29	158.6	520.4	131.6	y1m6d29	65.43	57.1	23
y1m6d30	158.17	512.1	111.8	y1m6d30	65.38	56.7	23
y1m7d1	157.76	504.1	105.4	y1m7d1	65.31	56.3	23
y1m7d2	157.33	495.9	107.1	y1m7d2	65.24	55.8	23
y1m7d3	156.85	486.8	114.3	y1m7d3	65.16	55.3	23
y1m7d4	156.32	477	123.3	y1m7d4	65.09	54.9	23
y1m7d5	155.74	466.2	132.7	y1m7d5	65.05	54.6	23
y1m7d6	155.11	454.9	138.8	y1m7d6	65.38	56.7	23
y1m7d7	157.76	504.1	105.4	y1m7d7	65.31	56.3	29.1
y1m7d8	157.33	495.9	107.1	y1m7d8	65.24	55.8	27.9
y1m7d9	155.74	466.2	132.7	y1m7d9	65.24	55.8	26.9
y1m7d10	155.74	466.2	150.1	y1m7d10	65.24	55.8	26.1
y1m7d11	155.74	466.2	145.9	y1m7d11	65.24	55.8	38.4
y1m7d12	155.74	466.2	141.8	y1m7d12	65.31	56.3	41.9
y1m7d13	156.33	495.9	140.4	y1m7d13	65.24	55.8	43.2
y1m7d14	155.74	466.2	141.7	y1m7d14	65.38	56.7	43.2
y1m7d15	155.74	466.2	145.7	y1m7d15	65.24	55.8	38.2
y1m7d16	155.74	466.2	149.2	y1m7d16	65.24	55.8	33.2
y1m7d17	155.74	466.2	152.5	y1m7d17	65.24	55.8	29.7
y1m7d18	155.74	466.2	126.7	y1m7d18	65.24	55.8	44
y1m7d19	155.74	466.2	68.2	y1m7d19	65.38	56.7	40.8

3. Số liệu vận hành liên hồ chứa chạy với năm thủy văn nhiều năm (ứng với KB3)

Số liệu vận hành Năm 2002 (1 năm ví dụ điển hình)

T (ngày)	H (Banve)	S (Banve)	R (Banve)	P (m3/s)	N	G (10 ⁶ Kwh)
y1m12d1	199.76	1823.9	227.7	227.7	160.0	0.084733
y1m12d2	199.52	1812.9	218.0	218.0	160.0	0.080616
y1m12d3	199.58	1815.5	60.2	60.2	160.0	0.022296
y1m12d4	199.31	1803.5	229.1	229.1	160.0	0.084292
y1m12d5	199.04	1791.3	229.5	229.5	160.0	0.083871
y1m12d6	198.77	1779.1	229.8	229.8	160.0	0.083408
y1m12d7	198.49	1766.8	229.9	229.9	160.0	0.082869
y1m12d8	198.22	1754.5	230.4	230.4	160.0	0.082468
y1m12d9	197.94	1742.0	230.7	230.7	160.0	0.081990

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m12d10	197.65	1729.5	231.0	231.0	160.0	0.081508
y1m12d11	197.37	1717.1	230.4	230.4	160.0	0.080709
y1m12d12	197.08	1704.6	229.9	229.9	160.0	0.079948
y1m12d13	196.81	1693.1	218.1	218.1	160.0	0.075321
y1m12d14	196.86	1695.1	60.2	60.2	160.0	0.020818
y1m12d15	196.60	1683.7	216.3	216.3	160.0	0.074299
y1m12d16	196.64	1685.7	60.2	60.2	160.0	0.020701
y1m12d17	196.69	1687.6	60.2	60.2	160.0	0.020725
y1m12d18	196.73	1689.5	60.2	60.2	160.0	0.020748
y1m12d19	196.43	1676.3	234.2	234.2	160.0	0.080092
y1m12d20	196.47	1678.0	60.7	60.7	160.0	0.020770
y1m12d21	196.50	1679.6	61.8	61.8	160.0	0.021167
y1m12d22	196.36	1673.6	150.1	150.1	160.0	0.051230
y1m12d23	196.40	1675.2	60.2	60.2	160.0	0.020573
y1m12d24	196.44	1676.8	60.2	60.2	160.0	0.020592
y1m12d25	196.47	1678.3	60.2	60.2	160.0	0.020611
y1m12d26	196.51	1679.8	60.2	60.2	160.0	0.020630
y1m12d27	196.54	1681.3	60.2	60.2	160.0	0.020647
y1m12d28	196.57	1682.7	60.2	60.2	160.0	0.020665
y1m12d29	196.61	1684.0	60.2	60.2	160.0	0.020681
y1m12d30	196.64	1685.3	60.2	60.2	160.0	0.020697
y1m1d1	196.66	1686.5	60.2	60.2	160.0	0.020712
y1m1d2	196.69	1687.7	60.2	60.2	160.0	0.020726
y1m1d3	196.72	1688.8	60.2	60.2	160.0	0.020739
y1m1d4	196.74	1689.8	60.2	60.2	160.0	0.020752
y1m1d5	196.76	1690.8	60.2	60.2	160.0	0.020765
y1m1d6	196.79	1691.8	60.2	60.2	160.0	0.020777
y1m1d7	196.81	1692.7	60.2	60.2	160.0	0.020788
y1m1d8	196.83	1693.6	60.2	60.2	160.0	0.020799
y1m1d9	196.85	1694.4	60.2	60.2	160.0	0.020809
y1m1d10	196.86	1695.2	60.2	60.2	160.0	0.020818
y1m1d11	196.88	1695.9	60.2	60.2	160.0	0.020827
y1m1d12	196.90	1696.6	60.2	60.2	160.0	0.020836
y1m1d13	196.91	1697.3	60.2	60.2	160.0	0.020844
y1m1d14	196.93	1697.9	60.2	60.2	160.0	0.020851
y1m1d15	196.94	1698.5	60.2	60.2	160.0	0.020858
y1m1d16	196.95	1699.0	60.2	60.2	160.0	0.020865
y1m1d17	196.96	1699.5	60.2	60.2	160.0	0.020871
y1m1d18	196.97	1699.9	60.2	60.2	160.0	0.020876
y1m1d19	196.98	1700.3	60.2	60.2	160.0	0.020881
y1m1d20	196.99	1700.6	60.2	60.2	160.0	0.020885
y1m1d21	197.00	1700.9	60.2	60.2	160.0	0.020889
y1m1d22	197.00	1701.2	60.5	60.5	160.0	0.020994
y1m1d23	197.00	1701.3	61.1	61.1	160.0	0.021204
y1m1d24	197.01	1701.4	61.8	61.8	160.0	0.021448
y1m1d25	197.00	1701.3	62.3	62.3	160.0	0.021621
y1m1d26	197.00	1701.2	63.0	63.0	160.0	0.021862
y1m1d27	197.00	1701.0	63.5	63.5	160.0	0.022032
y1m1d28	196.99	1700.6	64.0	64.0	160.0	0.022202
y1m1d29	196.98	1700.2	64.6	64.6	160.0	0.022405
y1m1d30	196.97	1699.7	65.3	65.3	160.0	0.022641
y1m2d1	196.96	1699.2	65.9	65.9	160.0	0.022853
y1m2d2	196.94	1698.5	66.4	66.4	160.0	0.023018
y1m2d3	196.92	1697.7	67.0	67.0	160.0	0.023215
y1m2d4	196.90	1696.9	67.6	67.6	160.0	0.023411
y1m2d5	196.84	1694.1	89.8	89.8	160.0	0.031023
y1m2d6	196.81	1693.0	68.7	68.7	160.0	0.023738
y1m2d7	196.79	1691.9	69.1	69.1	160.0	0.023861
y1m2d8	196.76	1690.8	69.6	69.6	160.0	0.024017
y1m2d9	196.73	1689.5	70.1	70.1	160.0	0.024171
y1m2d10	196.70	1688.2	70.5	70.5	160.0	0.024290
y1m2d11	196.67	1686.8	71.2	71.2	160.0	0.024489

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m2d12	196.63	1685.3	71.6	71.6	160.0	0.024605
y1m2d13	196.60	1683.7	72.3	72.3	160.0	0.024822
y1m2d14	196.56	1682.1	72.8	72.8	160.0	0.024969
y1m2d15	196.52	1680.3	73.2	73.2	160.0	0.025081
y1m2d16	196.48	1678.4	74.8	74.8	160.0	0.025600
y1m2d17	196.43	1676.5	75.3	75.3	160.0	0.025741
y1m2d18	196.38	1674.4	75.8	75.8	160.0	0.025880
y1m2d19	196.33	1672.3	76.3	76.3	160.0	0.026018
y1m2d20	196.28	1670.1	76.8	76.8	160.0	0.026154
y1m2d21	196.26	1669.1	61.9	61.9	160.0	0.021080
y1m2d22	196.24	1668.2	60.2	60.2	160.0	0.020487
y1m2d23	196.22	1667.4	60.2	60.2	160.0	0.020477
y1m2d24	196.20	1666.5	60.2	60.2	160.0	0.020465
y1m2d25	196.17	1665.5	60.2	60.2	160.0	0.020454
y1m2d26	196.12	1663.2	75.5	75.5	160.0	0.025609
y1m2d27	196.10	1662.2	60.2	60.2	160.0	0.020413
y1m2d28	196.07	1661.2	60.2	60.2	160.0	0.020401
y1m3d1	196.05	1660.0	60.2	60.2	160.0	0.020387
y1m3d2	196.02	1658.9	60.4	60.4	160.0	0.020426
y1m3d3	195.99	1657.6	61.0	61.0	160.0	0.020613
y1m3d4	195.96	1656.3	61.3	61.3	160.0	0.020698
y1m3d5	195.93	1654.9	61.7	61.7	160.0	0.020815
y1m3d6	195.89	1653.4	62.0	62.0	160.0	0.020898
y1m3d7	195.85	1651.7	65.2	65.2	160.0	0.021975
y1m3d8	195.82	1650.3	60.2	60.2	160.0	0.020267
y1m3d9	195.78	1648.7	63.4	63.4	160.0	0.021309
y1m3d10	195.73	1646.6	67.3	67.3	160.0	0.022617
y1m3d11	195.70	1645.2	60.2	60.2	160.0	0.020204
y1m3d12	195.65	1643.3	64.4	64.4	160.0	0.021595
y1m3d13	195.61	1641.4	64.8	64.8	160.0	0.021704
y1m3d14	195.56	1639.5	65.2	65.2	160.0	0.021811
y1m3d15	195.52	1637.4	65.7	65.7	160.0	0.021951
y1m3d16	195.47	1635.4	65.9	65.9	160.0	0.021990
y1m3d17	195.40	1632.6	72.9	72.9	160.0	0.024292
y1m3d18	195.36	1631.0	60.2	60.2	160.0	0.020030
y1m3d19	195.31	1628.7	67.1	67.1	160.0	0.022300
y1m3d20	195.25	1626.4	67.7	67.7	160.0	0.022456
y1m3d21	195.20	1624.0	68.1	68.1	160.0	0.022561
y1m3d22	195.14	1621.6	68.4	68.4	160.0	0.022626
y1m3d23	195.08	1619.2	68.3	68.3	160.0	0.022560
y1m3d24	195.03	1616.8	68.7	68.7	160.0	0.022658
y1m3d25	194.97	1614.3	68.9	68.9	160.0	0.022690
y1m3d26	194.91	1611.8	69.4	69.4	160.0	0.022818
y1m3d27	194.84	1609.1	69.8	69.8	160.0	0.022912
y1m3d28	194.78	1606.4	70.4	70.4	160.0	0.023070
y1m3d29	194.70	1603.1	76.4	76.4	160.0	0.024976
y1m3d30	194.65	1601.1	61.1	61.1	160.0	0.019948
y1m4d1	194.26	1584.8	225.6	225.6	160.0	0.072938
y1m4d2	193.86	1568.4	227.3	227.3	160.0	0.072726
y1m4d3	193.46	1551.8	228.9	228.9	160.0	0.072464
y1m4d4	193.05	1535.2	229.7	229.7	160.0	0.071936
y1m4d5	192.63	1518.4	230.6	230.6	160.0	0.071429
y1m4d6	192.21	1501.6	231.2	231.2	160.0	0.070822
y1m4d7	191.79	1484.7	232.0	232.0	160.0	0.070267
y1m4d8	191.36	1467.7	232.6	232.6	160.0	0.069643
y1m4d9	190.92	1450.7	233.0	233.0	160.0	0.068954
y1m4d10	190.48	1433.6	233.7	233.7	160.0	0.068334
y1m4d11	190.04	1416.5	234.3	234.3	160.0	0.067690
y1m4d12	189.59	1399.3	234.5	234.5	160.0	0.066926
y1m4d13	189.14	1382.0	235.0	235.0	160.0	0.066242
y1m4d14	188.68	1364.8	235.3	235.3	160.0	0.065498
y1m4d15	188.21	1347.5	235.6	235.6	160.0	0.064750

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m4d16	187.74	1330.1	235.9	235.9	160.0	0.063997
y1m4d17	187.27	1312.7	236.4	236.4	160.0	0.063294
y1m4d18	186.79	1295.3	236.5	236.5	160.0	0.062480
y1m4d19	186.31	1278.1	236.0	236.0	160.0	0.061521
y1m4d20	185.84	1261.4	234.5	234.5	160.0	0.060331
y1m4d21	185.39	1245.2	232.8	232.8	160.0	0.059125
y1m4d22	184.99	1231.3	226.6	226.6	160.0	0.056908
y1m4d23	184.67	1220.2	202.1	202.1	160.0	0.050296
y1m4d24	184.30	1207.4	221.5	221.5	160.0	0.054546
y1m4d25	184.03	1197.9	183.6	183.6	160.0	0.044857
y1m4d26	183.66	1185.4	217.1	217.1	160.0	0.052491
y1m4d27	183.27	1172.3	220.0	220.0	160.0	0.052601
y1m4d28	182.96	1161.8	181.8	181.8	160.0	0.043077
y1m4d29	182.53	1147.2	222.0	222.0	160.0	0.051943
y1m4d30	182.17	1135.2	189.9	189.9	160.0	0.043967
y1m5d1	181.81	1123.5	188.4	188.4	160.0	0.043169
y1m5d2	181.40	1109.8	209.5	209.5	160.0	0.047423
y1m5d3	180.96	1095.5	213.9	213.9	160.0	0.047795
y1m5d4	180.49	1080.5	219.1	219.1	160.0	0.048283
y1m5d5	180.12	1068.6	178.5	178.5	160.0	0.038915
y1m5d6	179.68	1054.9	220.1	220.1	160.0	0.047355
y1m5d7	179.27	1041.9	219.6	219.6	160.0	0.046666
y1m5d8	178.85	1028.8	221.6	221.6	160.0	0.046497
y1m5d9	178.42	1015.7	222.5	222.5	160.0	0.046092
y1m5d10	178.00	1002.7	222.2	222.2	160.0	0.045449
y1m5d11	177.96	1001.6	84.6	84.6	160.0	0.017280
y1m5d12	177.62	991.1	203.0	203.0	160.0	0.041037
y1m5d13	177.51	987.9	138.8	138.8	160.0	0.027968
y1m5d14	177.76	995.5	60.2	60.2	160.0	0.012226
y1m5d15	178.11	1006.1	60.2	60.2	160.0	0.012356
y1m5d16	178.47	1017.0	60.2	60.2	160.0	0.012490
y1m5d17	178.78	1026.8	60.2	60.2	160.0	0.012610
y1m5d18	178.90	1030.4	107.8	107.8	160.0	0.022655
y1m5d19	178.87	1029.5	133.6	133.6	160.0	0.028052
y1m5d20	178.71	1024.5	155.0	155.0	160.0	0.032389
y1m5d21	178.44	1016.2	173.4	173.4	160.0	0.035952
y1m5d22	178.18	1008.3	243.8	243.8	160.0	0.050150
y1m5d23	178.48	1017.4	60.2	60.2	160.0	0.012495
y1m5d24	178.46	1016.9	159.6	159.6	160.0	0.033115
y1m5d25	178.35	1013.4	170.9	170.9	160.0	0.035336
y1m5d26	178.13	1006.7	183.2	183.2	160.0	0.037627
y1m5d27	177.82	997.4	193.3	193.3	160.0	0.039335
y1m5d28	177.57	989.8	156.8	156.8	160.0	0.031659
y1m5d29	177.33	982.4	156.1	156.1	160.0	0.031280
y1m5d30	177.21	979.0	146.0	146.0	160.0	0.029154
y1m6d1	177.14	976.7	174.3	174.3	160.0	0.034720
y1m6d2	177.10	975.4	172.5	172.5	160.0	0.034315
y1m6d3	177.00	972.7	177.8	177.8	160.0	0.035270
y1m6d4	177.02	973.3	135.4	135.4	160.0	0.026886
y1m6d5	177.09	975.4	116.9	116.9	160.0	0.023262
y1m6d6	177.17	977.7	133.1	133.1	160.0	0.026552
y1m6d7	177.46	986.4	60.2	60.2	160.0	0.012114
y1m6d8	177.71	994.0	60.2	60.2	160.0	0.012207
y1m6d9	177.80	996.7	93.3	93.3	160.0	0.018961
y1m6d10	177.88	999.1	73.5	73.5	160.0	0.014982
y1m6d11	177.89	999.3	89.2	89.2	160.0	0.018178
y1m6d12	177.67	992.7	160.8	160.8	160.0	0.032561
y1m6d13	177.70	993.7	60.2	60.2	160.0	0.012204
y1m6d14	177.49	987.4	132.8	132.8	160.0	0.026743
y1m6d15	177.22	979.1	145.7	145.7	160.0	0.029094
y1m6d16	176.76	965.3	201.0	201.0	160.0	0.039582
y1m6d17	176.26	950.5	206.7	206.7	160.0	0.040082

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m6d18	175.72	935.0	211.7	211.7	160.0	0.040380
y1m6d19	175.17	918.8	216.3	216.3	160.0	0.040544
y1m6d20	174.58	902.2	220.0	220.0	160.0	0.040490
y1m6d21	173.98	885.1	223.1	223.1	160.0	0.040276
y1m6d22	173.41	869.2	220.6	220.6	160.0	0.039109
y1m6d23	173.21	863.9	154.8	154.8	160.0	0.027283
y1m6d24	173.10	860.7	147.7	147.7	160.0	0.025936
y1m6d25	172.98	857.4	146.0	146.0	160.0	0.025540
y1m6d26	172.71	849.9	185.6	185.6	160.0	0.032172
y1m6d27	172.38	841.0	186.4	186.4	160.0	0.031973
y1m6d28	171.98	830.3	192.5	192.5	160.0	0.032597
y1m6d29	171.51	817.8	200.1	200.1	160.0	0.033375
y1m6d30	170.98	803.7	208.2	208.2	160.0	0.034130
y1m7d1	170.40	788.4	215.5	215.5	160.0	0.034658
y1m7d2	169.77	772.4	220.5	220.5	160.0	0.034740
y1m7d3	169.36	761.8	167.5	167.5	160.0	0.026037
y1m7d4	168.85	749.1	202.8	202.8	160.0	0.030986
y1m7d5	168.36	736.8	199.4	199.4	160.0	0.029967
y1m7d6	168.06	729.4	145.8	145.8	160.0	0.021700
y1m7d7	167.96	726.8	91.2	91.2	160.0	0.013529
y1m7d8	167.61	718.4	164.4	164.4	160.0	0.024092
y1m7d9	167.33	711.6	160.8	160.8	160.0	0.023341
y1m7d10	167.59	717.8	88.1	88.1	160.0	0.012907
y1m7d11	167.81	723.2	127.6	127.6	160.0	0.018822
y1m7d12	168.14	731.3	91.4	91.4	160.0	0.013641
y1m7d13	167.94	726.4	218.9	218.9	160.0	0.032440
y1m7d14	168.20	732.8	60.2	60.2	160.0	0.009000
y1m7d15	168.08	729.8	142.1	142.1	160.0	0.021162
y1m7d16	167.67	719.8	200.6	200.6	160.0	0.029451
y1m7d17	167.15	707.2	210.8	210.8	160.0	0.030409
y1m7d18	166.55	692.8	218.5	218.5	160.0	0.030878
y1m7d19	165.88	677.1	224.0	224.0	160.0	0.030936
y1m7d20	165.57	669.8	128.7	128.7	160.0	0.017592
y1m7d21	165.27	662.8	129.0	129.0	160.0	0.017447
y1m7d22	164.95	655.4	130.3	130.3	160.0	0.017426
y1m7d23	164.59	647.3	132.8	132.8	160.0	0.017542
y1m7d24	164.21	638.6	135.3	135.3	160.0	0.017632
y1m7d25	163.80	629.4	137.5	137.5	160.0	0.017660
y1m7d26	163.40	620.5	130.4	130.4	160.0	0.016507
y1m7d27	163.30	618.4	60.2	60.2	160.0	0.007594
y1m7d28	163.23	616.8	60.2	60.2	160.0	0.007575
y1m7d29	163.51	623.1	60.2	60.2	160.0	0.007652
y1m7d30	163.89	631.4	60.2	60.2	160.0	0.007755
y1m8d1	164.25	639.5	60.2	60.2	160.0	0.007853
y1m8d2	164.52	645.6	60.2	60.2	160.0	0.007929
y1m8d3	164.69	649.6	60.2	60.2	160.0	0.007978
y1m8d4	164.78	651.6	60.2	60.2	160.0	0.008002
y1m8d5	164.62	647.9	106.8	106.8	160.0	0.014118
y1m8d6	164.58	647.1	60.2	60.2	160.0	0.007947
y1m8d7	164.33	641.4	105.6	105.6	160.0	0.013823
y1m8d8	164.03	634.7	111.1	111.1	160.0	0.014390
y1m8d9	163.69	627.1	116.2	116.2	160.0	0.014869
y1m8d10	163.32	618.7	121.3	121.3	160.0	0.015315
y1m8d11	162.91	609.8	125.6	125.6	160.0	0.015629
y1m8d12	162.47	600.4	129.8	129.8	160.0	0.015902
y1m8d13	162.16	593.6	124.1	124.1	160.0	0.015032
y1m8d14	162.20	594.4	77.6	77.6	160.0	0.009414
y1m8d15	162.27	595.9	87.6	87.6	160.0	0.010654
y1m8d16	161.41	577.6	340.4	340.4	160.0	0.040106
y1m8d17	161.77	585.3	79.0	79.0	160.0	0.009435
y1m8d18	161.69	583.4	191.5	191.5	160.0	0.022795
y1m8d19	161.70	583.7	161.8	161.8	160.0	0.019270

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m8d20	161.77	585.3	148.4	148.4	160.0	0.017722
y1m8d21	161.79	585.6	154.0	154.0	160.0	0.018400
y1m8d22	162.07	591.6	69.7	69.7	160.0	0.008418
y1m8d23	162.29	596.3	60.2	60.2	160.0	0.007323
y1m8d24	162.41	598.9	60.2	60.2	160.0	0.007354
y1m8d25	162.44	599.6	60.2	60.2	160.0	0.007364
y1m8d26	162.44	599.6	60.2	60.2	160.0	0.007363
y1m8d27	162.43	599.5	60.2	60.2	160.0	0.007362
y1m8d28	162.42	599.1	60.2	60.2	160.0	0.007357
y1m8d29	162.36	598.0	60.2	60.2	160.0	0.007344
y1m8d30	162.28	596.2	60.2	60.2	160.0	0.007322
y1m9d1	163.51	623.1	60.2	60.2	160.0	0.007652
y1m9d2	164.93	654.9	60.2	60.2	160.0	0.008043
y1m9d3	166.18	684.2	60.2	60.2	160.0	0.008402
y1m9d4	167.34	711.7	60.2	60.2	160.0	0.008740
y1m9d5	168.39	737.5	60.2	60.2	160.0	0.009057
y1m9d6	169.27	759.6	60.2	60.2	160.0	0.009328
y1m9d7	170.00	778.1	60.2	60.2	160.0	0.009556
y1m9d8	170.57	793.0	60.2	60.2	160.0	0.009738
y1m9d9	171.02	804.7	60.2	60.2	160.0	0.009883
y1m9d10	171.35	813.5	60.2	60.2	160.0	0.009990
y1m9d11	171.57	819.2	60.2	60.2	160.0	0.010061
y1m9d12	171.69	822.6	60.2	60.2	160.0	0.010102
y1m9d13	171.75	824.0	60.2	60.2	160.0	0.010120
y1m9d14	171.75	824.2	60.2	60.2	160.0	0.010121
y1m9d15	171.72	823.3	60.2	60.2	160.0	0.010111
y1m9d16	171.66	821.8	60.2	60.2	160.0	0.010092
y1m9d17	171.59	819.8	60.2	60.2	160.0	0.010068
y1m9d18	171.62	820.6	60.2	60.2	160.0	0.010077
y1m9d19	171.71	823.2	60.2	60.2	160.0	0.010109
y1m9d20	171.83	826.4	60.2	60.2	160.0	0.010148
y1m9d21	171.98	830.2	60.2	60.2	160.0	0.010195
y1m9d22	172.20	836.2	122.5	122.5	160.0	0.020898
y1m9d23	172.23	837.1	340.4	340.4	160.0	0.058128
y1m9d24	173.35	867.5	60.2	60.2	160.0	0.010654
y1m9d25	174.43	897.9	60.2	60.2	160.0	0.011027
y1m9d26	175.36	924.5	60.2	60.2	160.0	0.011354
y1m9d27	176.10	945.9	60.2	60.2	160.0	0.011616
y1m9d28	176.77	965.8	11.8	60.2	160.0	0.011861
y1m9d29	177.14	976.8	60.2	60.2	160.0	0.011996
y1m9d30	177.38	983.9	60.2	60.2	160.0	0.012083
y1m10d1	178.09	1005.5	60.2	60.2	160.0	0.012348
y1m10d2	179.11	1036.8	60.2	60.2	160.0	0.012733
y1m10d3	180.09	1067.9	60.2	60.2	160.0	0.013115
y1m10d4	180.94	1095.1	60.2	60.2	160.0	0.013449
y1m10d5	181.62	1117.0	60.2	60.2	160.0	0.013718
y1m10d6	182.12	1133.5	60.2	60.2	160.0	0.013920
y1m10d7	182.47	1145.2	60.2	60.2	160.0	0.014064
y1m10d8	182.71	1153.2	60.2	60.2	160.0	0.014163
y1m10d9	182.87	1158.5	60.2	60.2	160.0	0.014227
y1m10d10	182.96	1161.7	60.2	60.2	160.0	0.014267
y1m10d11	183.30	1173.0	60.2	60.2	160.0	0.014406
y1m10d12	183.68	1186.1	60.2	60.2	160.0	0.014567
y1m10d13	184.05	1198.5	60.2	60.2	160.0	0.014719
y1m10d14	184.34	1208.8	60.2	60.2	160.0	0.014845
y1m10d15	184.56	1216.5	60.2	60.2	160.0	0.014939
y1m10d16	184.72	1221.8	60.2	60.2	160.0	0.015005
y1m10d17	184.82	1225.3	60.2	60.2	160.0	0.015048
y1m10d18	184.88	1227.3	60.2	60.2	160.0	0.015073
y1m10d19	184.47	1213.2	235.6	235.6	160.0	0.058313
y1m10d20	184.03	1198.0	239.4	239.4	160.0	0.058510
y1m10d21	183.57	1182.2	239.6	239.6	160.0	0.057790

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m10d22	183.15	1168.2	216.4	216.4	160.0	0.051577
y1m10d23	183.14	1167.6	60.2	60.2	160.0	0.014340
y1m10d24	183.16	1168.2	60.2	60.2	160.0	0.014347
y1m10d25	183.20	1169.6	60.2	60.2	160.0	0.014364
y1m10d26	183.29	1172.7	42.0	60.2	160.0	0.014402
y1m10d27	183.47	1178.9	0.0	60.2	160.0	0.014478
y1m10d28	183.48	1179.3	60.2	60.2	160.0	0.014483
y1m10d29	183.48	1179.3	60.2	60.2	160.0	0.014482
y1m10d30	183.49	1179.7	60.2	60.2	160.0	0.014488
y1m11d1	183.53	1181.0	58.5	60.2	160.0	0.014504
y1m11d2	183.81	1190.5	0.0	60.2	160.0	0.014620
y1m11d3	184.12	1201.2	0.0	60.2	160.0	0.014751
y1m11d4	184.43	1211.9	0.0	60.2	160.0	0.014883
y1m11d5	184.19	1203.5	211.1	211.1	160.0	0.051831
y1m11d6	183.89	1193.1	219.5	219.5	160.0	0.053426
y1m11d7	183.52	1180.6	227.8	227.8	160.0	0.054868
y1m11d8	183.38	1175.9	126.3	126.3	160.0	0.030307
y1m11d9	183.39	1176.0	60.2	60.2	160.0	0.014442
y1m11d10	183.37	1175.5	60.2	60.2	160.0	0.014436
y1m11d11	183.34	1174.6	60.2	60.2	160.0	0.014425
y1m11d12	183.31	1173.4	60.2	60.2	160.0	0.014410
y1m11d13	183.26	1171.9	60.2	60.2	160.0	0.014392
y1m11d14	183.22	1170.3	60.2	60.2	160.0	0.014372
y1m11d15	183.17	1168.6	60.2	60.2	160.0	0.014351
y1m11d16	183.11	1166.8	60.2	60.2	160.0	0.014329
y1m11d17	183.06	1164.9	60.2	60.2	160.0	0.014306
y1m11d18	183.00	1163.1	60.2	60.2	160.0	0.014284
y1m11d19	182.95	1161.3	60.2	60.2	160.0	0.014262
y1m11d20	182.90	1159.5	60.2	60.2	160.0	0.014240
y1m11d21	182.84	1157.6	60.2	60.2	160.0	0.014216
y1m11d22	182.81	1156.6	60.2	60.2	160.0	0.014203
y1m11d23	182.80	1156.3	60.2	60.2	160.0	0.014200
y1m11d24	182.82	1157.1	60.2	60.2	160.0	0.014210
y1m11d25	182.87	1158.5	60.2	60.2	160.0	0.014228
y1m11d26	182.92	1160.3	60.2	60.2	160.0	0.014249
y1m11d27	182.99	1162.6	60.2	60.2	160.0	0.014278
y1m11d28	183.07	1165.4	60.2	60.2	160.0	0.014312
y1m11d29	183.15	1168.1	60.2	60.2	160.0	0.014345
y1m11d30	183.22	1170.5	60.2	60.2	160.0	0.014374
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
+						
T	H ('Khebo')	S ('Khebo')	R ('Khebo')	P ('Khebo')	N ('Khebo')	
G ('Khebo')						
y1m12d1	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d2	64.85	96.9	294.1	294.1	50.0	0.005815
y1m12d3	65.00	97.8	115.5	115.5	50.0	0.002304
y1m12d4	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d5	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d6	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d7	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d8	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d9	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d10	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d11	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d12	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m12d13	64.83	96.8	294.1	294.1	50.0	0.005807
y1m12d14	65.00	97.8	112.4	112.4	50.0	0.002242
y1m12d15	64.80	96.5	294.1	294.1	50.0	0.005791
y1m12d16	64.88	97.1	115.3	115.3	50.0	0.002284
y1m12d17	64.95	97.6	116.7	116.7	50.0	0.002322
y1m12d18	65.00	97.8	117.9	117.9	50.0	0.002352
y1m12d19	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m12d20	65.00	97.8	120.0	120.0	50.0	0.002394
y1m12d21	65.00	97.8	120.6	120.6	50.0	0.002406
y1m12d22	64.23	90.4	294.1	294.1	50.0	0.005424
y1m12d23	64.19	90.0	122.7	122.7	50.0	0.002252
y1m12d24	64.15	89.5	123.5	123.5	50.0	0.002255
y1m12d25	64.09	88.9	124.2	124.2	50.0	0.002253
y1m12d26	64.03	88.3	124.8	124.8	50.0	0.002247
y1m12d27	63.95	87.5	125.3	125.3	50.0	0.002237
y1m12d28	63.86	86.7	125.8	125.8	50.0	0.002225
y1m12d29	63.75	85.8	126.3	126.3	50.0	0.002210
y1m12d30	63.62	84.8	126.7	126.7	50.0	0.002193
y1m1d1	63.79	86.1	100.7	100.7	50.0	0.001768
y1m1d2	63.92	87.3	100.9	100.9	50.0	0.001796
y1m1d3	64.04	88.4	101.3	101.3	50.0	0.001826
y1m1d4	64.14	89.4	101.7	101.7	50.0	0.001855
y1m1d5	64.23	90.5	102.0	102.0	50.0	0.001882
y1m1d6	64.32	91.4	102.5	102.5	50.0	0.001910
y1m1d7	64.39	92.3	102.9	102.9	50.0	0.001936
y1m1d8	64.46	93.1	103.2	103.2	50.0	0.001959
y1m1d9	64.53	93.8	103.6	103.6	50.0	0.001982
y1m1d10	64.58	94.4	104.6	104.6	50.0	0.002015
y1m1d11	64.64	95.0	104.9	104.9	50.0	0.002034
y1m1d12	64.69	95.6	105.2	105.2	50.0	0.002051
y1m1d13	64.74	96.0	105.6	105.6	50.0	0.002068
y1m1d14	64.78	96.4	105.9	105.9	50.0	0.002083
y1m1d15	64.83	96.8	106.2	106.2	50.0	0.002097
y1m1d16	64.87	97.1	106.5	106.5	50.0	0.002110
y1m1d17	64.91	97.4	106.8	106.8	50.0	0.002121
y1m1d18	64.94	97.5	107.2	107.2	50.0	0.002133
y1m1d19	64.97	97.7	107.4	107.4	50.0	0.002140
y1m1d20	65.00	97.8	107.7	107.7	50.0	0.002149
y1m1d21	65.00	97.8	108.3	108.3	50.0	0.002161
y1m1d22	65.00	97.8	108.5	108.5	50.0	0.002165
y1m1d23	65.00	97.8	108.8	108.8	50.0	0.002171
y1m1d24	65.00	97.8	109.3	109.3	50.0	0.002181
y1m1d25	65.00	97.8	109.5	109.5	50.0	0.002185
y1m1d26	65.00	97.8	109.8	109.8	50.0	0.002191
y1m1d27	65.00	97.8	110.0	110.0	50.0	0.002195
y1m1d28	65.00	97.8	110.3	110.3	50.0	0.002201
y1m1d29	65.00	97.8	110.6	110.6	50.0	0.002207
y1m1d30	65.00	97.8	111.0	111.0	50.0	0.002215
y1m2d1	65.00	97.8	111.3	111.3	50.0	0.002221
y1m2d2	65.00	97.8	111.6	111.6	50.0	0.002227
y1m2d3	65.00	97.8	111.8	111.8	50.0	0.002231
y1m2d4	65.00	97.8	112.1	112.1	50.0	0.002237
y1m2d5	65.00	97.8	134.0	134.0	50.0	0.002673
y1m2d6	65.00	97.8	112.7	112.7	50.0	0.002249
y1m2d7	65.00	97.8	112.8	112.8	50.0	0.002251
y1m2d8	65.00	97.8	113.1	113.1	50.0	0.002257
y1m2d9	65.00	97.8	113.4	113.4	50.0	0.002263
y1m2d10	65.00	97.8	113.5	113.5	50.0	0.002265
y1m2d11	65.00	97.8	113.9	113.9	50.0	0.002272
y1m2d12	65.00	97.8	114.1	114.1	50.0	0.002276
y1m2d13	65.00	97.8	114.5	114.5	50.0	0.002284
y1m2d14	65.00	97.8	114.7	114.7	50.0	0.002288
y1m2d15	65.00	97.8	114.9	114.9	50.0	0.002292
y1m2d16	65.00	97.8	116.3	116.3	50.0	0.002320
y1m2d17	65.00	97.8	116.4	116.4	50.0	0.002322
y1m2d18	65.00	97.8	116.7	116.7	50.0	0.002328
y1m2d19	65.00	97.8	116.9	116.9	50.0	0.002332
y1m2d20	65.00	97.8	117.1	117.1	50.0	0.002336
y1m2d21	64.79	96.5	117.3	117.3	50.0	0.002309

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m2d22	64.84	96.9	95.6	95.6	50.0	0.001889
y1m2d23	64.89	97.2	95.9	95.9	50.0	0.001901
y1m2d24	64.94	97.5	96.2	96.2	50.0	0.001913
y1m2d25	65.00	97.8	96.2	96.2	50.0	0.001919
y1m2d26	64.93	97.5	118.4	118.4	50.0	0.002354
y1m2d27	64.95	97.6	96.8	96.8	50.0	0.001928
y1m2d28	64.99	97.8	97.1	97.1	50.0	0.001936
y1m3d1	65.00	97.8	97.7	97.7	50.0	0.001949
y1m3d2	65.00	97.8	97.9	97.9	50.0	0.001953
y1m3d3	65.00	97.8	98.2	98.2	50.0	0.001958
y1m3d4	65.00	97.8	98.3	98.3	50.0	0.001960
y1m3d5	65.00	97.8	98.5	98.5	50.0	0.001964
y1m3d6	65.00	97.8	98.6	98.6	50.0	0.001966
y1m3d7	65.00	98.0	98.9	98.9	50.0	0.001977
y1m3d8	65.00	97.8	99.0	99.0	50.0	0.001974
y1m3d9	65.00	97.8	99.3	99.3	50.0	0.001980
y1m3d10	65.00	98.1	99.2	99.2	50.0	0.001986
y1m3d11	65.00	97.8	99.5	99.5	50.0	0.001986
y1m3d12	65.00	97.8	99.7	99.7	50.0	0.001990
y1m3d13	65.00	97.8	99.9	99.9	50.0	0.001994
y1m3d14	65.00	97.8	100.0	100.0	50.0	0.001996
y1m3d15	65.00	97.8	100.3	100.3	50.0	0.002002
y1m3d16	65.00	97.8	100.3	100.3	50.0	0.002002
y1m3d17	65.00	98.4	100.5	100.5	50.0	0.002017
y1m3d18	65.00	97.8	100.7	100.7	50.0	0.002010
y1m3d19	65.00	97.8	100.8	100.8	50.0	0.002011
y1m3d20	65.00	97.8	101.3	101.3	50.0	0.002021
y1m3d21	65.00	97.8	101.5	101.5	50.0	0.002025
y1m3d22	65.00	97.8	101.6	101.6	50.0	0.002027
y1m3d23	65.00	97.8	101.7	101.7	50.0	0.002029
y1m3d24	65.00	97.8	102.0	102.0	50.0	0.002035
y1m3d25	65.00	97.8	102.1	102.1	50.0	0.002037
y1m3d26	65.00	97.8	102.2	102.2	50.0	0.002039
y1m3d27	65.00	97.8	102.4	102.4	50.0	0.002043
y1m3d28	65.00	97.8	102.6	102.6	50.0	0.002047
y1m3d29	65.00	97.8	108.5	108.5	50.0	0.002164
y1m3d30	65.00	97.8	93.4	95.5	50.0	0.001905
y1m4d1	65.00	97.8	257.9	257.9	50.0	0.005146
y1m4d2	65.00	97.8	259.6	259.6	50.0	0.005180
y1m4d3	65.00	97.8	261.0	261.0	50.0	0.005207
y1m4d4	65.00	97.8	261.7	261.7	50.0	0.005221
y1m4d5	65.00	97.8	262.3	262.3	50.0	0.005233
y1m4d6	65.00	97.8	262.6	262.6	50.0	0.005239
y1m4d7	65.00	97.8	262.9	262.9	50.0	0.005245
y1m4d8	65.00	97.8	263.1	263.1	50.0	0.005249
y1m4d9	65.00	97.8	263.3	263.3	50.0	0.005253
y1m4d10	65.00	97.8	263.6	263.6	50.0	0.005258
y1m4d11	65.00	97.8	263.9	263.9	50.0	0.005264
y1m4d12	65.00	97.8	263.9	263.9	50.0	0.005264
y1m4d13	65.00	97.8	264.1	264.1	50.0	0.005268
y1m4d14	65.00	97.8	264.2	264.2	50.0	0.005270
y1m4d15	65.00	97.8	264.4	264.4	50.0	0.005274
y1m4d16	65.00	97.8	264.4	264.4	50.0	0.005274
y1m4d17	65.00	97.8	264.7	264.7	50.0	0.005280
y1m4d18	65.00	97.8	264.7	264.7	50.0	0.005280
y1m4d19	65.00	97.8	264.9	264.9	50.0	0.005284
y1m4d20	65.00	97.8	265.0	265.0	50.0	0.005286
y1m4d21	65.00	97.8	264.8	264.8	50.0	0.005282
y1m4d22	65.00	97.8	264.9	264.9	50.0	0.005284
y1m4d23	65.00	97.8	243.2	243.2	50.0	0.004851
y1m4d24	65.00	97.8	262.5	262.5	50.0	0.005237
y1m4d25	65.00	97.8	226.2	226.2	50.0	0.004512

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m4d26	65.00	97.8	260.4	260.4	50.0	0.005195
y1m4d27	65.00	97.8	262.5	262.5	50.0	0.005237
y1m4d28	65.00	97.8	221.9	221.9	50.0	0.004427
y1m4d29	65.00	97.8	259.5	259.5	50.0	0.005177
y1m4d30	65.00	97.8	230.9	230.9	50.0	0.004606
y1m5d1	65.00	97.8	235.3	235.3	50.0	0.004694
y1m5d2	65.00	97.8	258.3	258.3	50.0	0.005153
y1m5d3	65.00	97.8	261.1	261.1	50.0	0.005209
y1m5d4	65.00	97.8	263.0	263.0	50.0	0.005246
y1m5d5	65.00	97.8	218.7	218.7	50.0	0.004364
y1m5d6	65.00	97.8	264.5	264.5	50.0	0.005276
y1m5d7	65.00	97.8	264.7	264.7	50.0	0.005280
y1m5d8	65.00	97.8	265.0	265.0	50.0	0.005286
y1m5d9	65.00	97.8	265.1	265.1	50.0	0.005288
y1m5d10	65.00	97.8	264.9	264.9	50.0	0.005285
y1m5d11	65.00	97.8	127.8	127.8	50.0	0.002549
y1m5d12	65.00	97.8	251.6	251.6	50.0	0.005019
y1m5d13	64.43	92.7	254.6	254.6	50.0	0.004815
y1m5d14	64.61	94.8	124.7	124.7	50.0	0.002410
y1m5d15	64.85	97.0	156.2	156.2	50.0	0.003090
y1m5d16	64.96	97.6	195.3	195.3	50.0	0.003889
y1m5d17	65.00	97.8	198.8	198.8	50.0	0.003966
y1m5d18	65.00	97.8	234.9	234.9	50.0	0.004686
y1m5d19	65.00	97.8	242.2	242.2	50.0	0.004832
y1m5d20	65.00	97.8	246.1	246.1	50.0	0.004910
y1m5d21	65.00	97.8	249.3	249.3	50.0	0.004975
y1m5d22	65.00	105.7	251.6	251.6	50.0	0.005425
y1m5d23	65.00	97.8	252.5	252.5	50.0	0.005038
y1m5d24	65.00	97.8	253.1	253.1	50.0	0.005050
y1m5d25	65.00	97.8	253.5	253.5	50.0	0.005058
y1m5d26	65.00	97.8	254.4	254.4	50.0	0.005076
y1m5d27	65.00	97.8	255.2	255.2	50.0	0.005092
y1m5d28	65.00	97.8	210.9	210.9	50.0	0.004208
y1m5d29	65.00	97.8	208.7	208.7	50.0	0.004164
y1m5d30	65.00	97.8	210.1	210.1	50.0	0.004192
y1m6d1	65.00	97.8	254.2	254.2	50.0	0.005071
y1m6d2	65.00	97.8	254.7	254.7	50.0	0.005081
y1m6d3	65.00	97.8	254.7	254.7	50.0	0.005081
y1m6d4	65.00	97.8	209.6	209.6	50.0	0.004182
y1m6d5	65.00	97.8	191.7	191.7	50.0	0.003825
y1m6d6	64.63	94.9	294.1	294.1	50.0	0.005695
y1m6d7	64.59	94.5	210.4	210.4	50.0	0.004056
y1m6d8	65.00	97.8	164.2	164.2	50.0	0.003276
y1m6d9	65.00	97.8	219.7	219.7	50.0	0.004382
y1m6d10	65.00	97.8	181.6	181.6	50.0	0.003624
y1m6d11	65.00	97.8	186.9	186.9	50.0	0.003728
y1m6d12	65.00	102.8	191.1	191.1	50.0	0.004007
y1m6d13	65.00	97.8	194.3	194.3	50.0	0.003876
y1m6d14	65.00	97.8	197.6	197.6	50.0	0.003942
y1m6d15	65.00	97.8	200.0	200.0	50.0	0.003990
y1m6d16	65.00	97.8	246.4	246.4	50.0	0.004916
y1m6d17	65.00	97.8	247.4	247.4	50.0	0.004936
y1m6d18	65.00	97.8	248.3	248.3	50.0	0.004954
y1m6d19	65.00	97.8	249.1	249.1	50.0	0.004970
y1m6d20	65.00	97.8	249.8	249.8	50.0	0.004984
y1m6d21	65.00	97.8	250.3	250.3	50.0	0.004993
y1m6d22	65.00	97.8	250.6	250.6	50.0	0.004999
y1m6d23	65.00	97.8	205.7	205.7	50.0	0.004104
y1m6d24	65.00	97.8	205.6	205.6	50.0	0.004102
y1m6d25	65.00	97.8	202.6	202.6	50.0	0.004043
y1m6d26	65.00	97.8	246.4	246.4	50.0	0.004915
y1m6d27	65.00	97.8	246.7	246.7	50.0	0.004921

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m6d28	65.00	97.8	248.2	248.2	50.0	0.004951
y1m6d29	65.00	97.8	249.4	249.4	50.0	0.004975
y1m6d30	65.00	97.8	250.7	250.7	50.0	0.005001
y1m7d1	65.00	97.8	251.8	251.8	50.0	0.005023
y1m7d2	65.00	97.8	252.4	252.4	50.0	0.005035
y1m7d3	65.00	97.8	204.8	204.8	50.0	0.004087
y1m7d4	65.00	97.8	248.1	248.1	50.0	0.004950
y1m7d5	65.00	97.8	248.1	248.1	50.0	0.004950
y1m7d6	65.00	97.8	197.4	197.4	50.0	0.003939
y1m7d7	65.00	97.8	157.9	157.9	50.0	0.003151
y1m7d8	65.00	97.8	237.2	237.2	50.0	0.004732
y1m7d9	65.00	97.8	239.4	239.4	50.0	0.004776
y1m7d10	65.00	97.8	196.2	196.2	50.0	0.003915
y1m7d11	65.00	97.8	243.1	243.1	50.0	0.004850
y1m7d12	65.00	97.8	199.8	199.8	50.0	0.003987
y1m7d13	65.00	107.4	201.6	201.6	50.0	0.004417
y1m7d14	65.00	97.8	248.5	248.5	50.0	0.004958
y1m7d15	65.00	97.8	204.7	204.7	50.0	0.004085
y1m7d16	65.00	97.8	251.1	251.1	50.0	0.005009
y1m7d17	65.00	97.8	251.8	251.8	50.0	0.005023
y1m7d18	65.00	97.8	252.5	252.5	50.0	0.005037
y1m7d19	65.00	97.8	252.9	252.9	50.0	0.005045
y1m7d20	65.00	97.8	158.1	158.1	50.0	0.003155
y1m7d21	65.00	97.8	158.4	158.4	50.0	0.003161
y1m7d22	65.00	97.8	158.7	158.7	50.0	0.003167
y1m7d23	65.00	97.8	159.1	159.1	50.0	0.003175
y1m7d24	65.00	97.8	159.4	159.4	50.0	0.003181
y1m7d25	65.00	97.8	159.8	159.8	50.0	0.003189
y1m7d26	64.86	97.0	159.9	159.9	50.0	0.003166
y1m7d27	64.27	90.8	158.2	158.2	50.0	0.002932
y1m7d28	64.14	89.4	108.2	108.2	50.0	0.001975
y1m7d29	64.33	91.6	114.3	114.3	50.0	0.002137
y1m7d30	64.54	93.9	135.5	135.5	50.0	0.002596
y1m8d1	64.74	96.0	140.1	140.1	50.0	0.002744
y1m8d2	64.83	96.8	144.9	144.9	50.0	0.002862
y1m8d3	64.77	96.3	145.4	145.4	50.0	0.002858
y1m8d4	65.00	97.8	109.2	109.2	50.0	0.002180
y1m8d5	65.00	101.3	120.7	120.7	50.0	0.002495
y1m8d6	65.00	97.8	145.0	145.0	50.0	0.002894
y1m8d7	65.00	97.8	145.1	145.1	50.0	0.002896
y1m8d8	65.00	97.8	147.4	147.4	50.0	0.002942
y1m8d9	65.00	97.8	149.6	149.6	50.0	0.002986
y1m8d10	65.00	97.8	151.6	151.6	50.0	0.003025
y1m8d11	65.00	97.8	153.0	153.0	50.0	0.003053
y1m8d12	65.00	97.8	154.4	154.4	50.0	0.003081
y1m8d13	65.00	97.8	155.2	155.2	50.0	0.003097
y1m8d14	65.00	97.8	127.2	127.2	50.0	0.002539
y1m8d15	65.00	97.8	147.8	147.8	50.0	0.002950
y1m8d16	65.00	108.1	294.1	294.1	50.0	0.006485
y1m8d17	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m8d18	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m8d19	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m8d20	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m8d21	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m8d22	64.11	89.2	294.1	294.1	50.0	0.005350
y1m8d23	64.33	91.6	137.0	137.0	50.0	0.002560
y1m8d24	64.45	93.0	132.9	132.9	50.0	0.002521
y1m8d25	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m8d26	63.36	83.1	117.0	117.0	50.0	0.001984
y1m8d27	63.65	85.0	117.9	117.9	50.0	0.002045
y1m8d28	63.69	85.3	127.1	127.1	50.0	0.002213
y1m8d29	63.52	84.1	134.1	134.1	50.0	0.002303

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m8d30	63.27	82.6	130.6	130.6	50.0	0.002200
y1m9d1	64.40	92.3	132.8	132.8	50.0	0.002502
y1m9d2	65.00	97.8	135.3	135.3	50.0	0.002700
y1m9d3	65.00	97.8	132.3	132.3	50.0	0.002640
y1m9d4	65.00	97.8	112.9	112.9	50.0	0.002253
y1m9d5	64.86	97.0	294.1	294.1	50.0	0.005821
y1m9d6	64.79	96.5	294.1	294.1	50.0	0.005787
y1m9d7	64.89	97.2	294.1	294.1	50.0	0.005835
y1m9d8	64.80	96.6	294.1	294.1	50.0	0.005793
y1m9d9	64.52	93.8	294.1	294.1	50.0	0.005625
y1m9d10	63.00	80.6	385.5	326.2	55.5	0.005363
y1m9d11	63.28	82.6	0.0	95.5	50.0	0.001609
y1m9d12	65.00	97.8	0.0	95.5	50.0	0.001905
y1m9d13	65.00	97.8	152.5	152.5	50.0	0.003043
y1m9d14	65.00	97.8	133.9	133.9	50.0	0.002672
y1m9d15	65.00	97.8	119.7	119.7	50.0	0.002388
y1m9d16	65.00	97.8	109.5	109.5	50.0	0.002185
y1m9d17	65.00	97.8	102.1	102.1	50.0	0.002037
y1m9d18	64.60	94.6	154.0	154.0	50.0	0.002973
y1m9d19	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m9d20	64.25	90.7	3.1	95.5	50.0	0.001766
y1m9d21	65.00	97.8	61.9	95.5	50.0	0.001905
y1m9d22	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m9d23	63.00	80.6	906.6	294.1	50.0	0.004836
y1m9d24	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m9d25	64.05	88.5	294.1	294.1	50.0	0.005311
y1m9d26	63.64	84.9	40.7	95.5	50.0	0.001655
y1m9d27	63.00	80.6	49.3	95.5	50.0	0.001570
y1m9d28	65.00	97.8	59.5	95.5	50.0	0.001905
y1m9d29	65.00	114.1	65.5	95.5	50.0	0.002222
y1m9d30	65.00	126.4	68.4	95.5	50.0	0.002463
y1m10d1	65.00	118.2	294.1	294.1	50.0	0.007093
y1m10d2	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m10d3	64.62	94.9	95.5	95.5	50.0	0.001848
y1m10d4	64.28	91.0	95.5	95.5	50.0	0.001773
y1m10d5	63.87	86.8	95.5	95.5	50.0	0.001691
y1m10d6	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m10d7	63.51	84.0	0.0	95.5	50.0	0.001637
y1m10d8	63.91	87.2	0.0	95.5	50.0	0.001699
y1m10d9	64.25	90.6	0.0	95.5	50.0	0.001765
y1m10d10	64.48	93.3	0.0	95.5	50.0	0.001817
y1m10d11	64.70	95.6	0.0	95.5	50.0	0.001863
y1m10d12	65.00	97.8	0.0	95.5	50.0	0.001905
y1m10d13	65.00	113.1	0.0	95.5	50.0	0.002203
y1m10d14	65.00	127.4	0.0	95.5	50.0	0.002481
y1m10d15	65.00	140.5	0.1	95.5	50.0	0.002738
y1m10d16	65.00	152.5	1.6	95.5	50.0	0.002971
y1m10d17	65.00	163.6	2.6	95.5	50.0	0.003187
y1m10d18	65.00	97.8	884.7	487.7	82.9	0.009730
y1m10d19	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m10d20	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m10d21	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m10d22	64.72	95.8	294.1	294.1	50.0	0.005750
y1m10d23	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m10d24	63.00	80.6	126.7	126.7	50.0	0.002083
y1m10d25	63.75	85.8	72.5	95.5	50.0	0.001671
y1m10d26	64.45	92.9	33.9	95.5	50.0	0.001810
y1m10d27	64.46	93.0	71.2	95.5	50.0	0.001812
y1m10d28	65.00	97.8	73.8	95.5	50.0	0.001905
y1m10d29	63.00	80.6	326.0	324.3	55.1	0.005332
y1m10d30	63.91	87.1	54.7	95.5	50.0	0.001697
y1m11d1	64.41	92.5	68.9	95.5	50.0	0.001802

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m11d2	64.62	94.8	58.5	95.5	50.0	0.001847
y1m11d3	64.79	96.5	71.5	95.5	50.0	0.001880
y1m11d4	65.00	97.8	73.7	95.5	50.0	0.001905
y1m11d5	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m11d6	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m11d7	65.00	97.8	294.1	294.1	50.0	0.005868
y1m11d8	64.04	88.4	294.1	294.1	50.0	0.005306
y1m11d9	64.20	90.1	95.5	95.5	50.0	0.001754
y1m11d10	64.31	91.3	95.5	95.5	50.0	0.001779
y1m11d11	64.40	92.3	95.5	95.5	50.0	0.001799
y1m11d12	64.47	93.2	95.5	95.5	50.0	0.001815
y1m11d13	64.53	93.9	95.5	95.5	50.0	0.001829
y1m11d14	64.59	94.5	95.5	95.5	50.0	0.001841
y1m11d15	64.64	95.1	95.5	95.5	50.0	0.001852
y1m11d16	64.69	95.6	95.5	95.5	50.0	0.001862
y1m11d17	64.74	96.0	95.5	95.5	50.0	0.001870
y1m11d18	64.79	96.5	95.5	95.5	50.0	0.001879
y1m11d19	64.84	96.9	95.5	95.5	50.0	0.001888
y1m11d20	64.91	97.3	95.5	95.5	50.0	0.001897
y1m11d21	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m11d22	63.09	81.4	95.5	95.5	50.0	0.001585
y1m11d23	63.25	82.4	95.5	95.5	50.0	0.001605
y1m11d24	63.64	85.0	95.5	95.5	50.0	0.001655
y1m11d25	64.09	88.9	95.5	95.5	50.0	0.001732
y1m11d26	64.12	89.2	143.7	143.7	50.0	0.002616
y1m11d27	63.00	80.6	294.1	294.1	50.0	0.004836
y1m11d28	65.00	97.8	1.3	95.5	50.0	0.001905
y1m11d29	65.00	97.8	1.3	95.5	50.0	0.001905
y1m11d30	65.00	97.8	0.0	95.5	50.0	0.001905

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

T H('Chikhe') S('Chikhe') R('Chikhe') P('Chikhe') N('Chikhe')

G('Chikhe')

y1m12d1	38.00	33.4	309.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d2	38.00	33.4	309.4	95.5	21.1	0.000651
y1m12d3	38.00	33.4	130.7	95.5	21.1	0.000651
y1m12d4	38.00	33.4	309.2	95.5	21.1	0.000651
y1m12d5	38.00	33.4	309.2	95.5	21.1	0.000651
y1m12d6	38.00	33.4	309.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d7	38.00	33.4	310.2	95.5	21.1	0.000651
y1m12d8	38.00	33.4	309.9	95.5	21.1	0.000651
y1m12d9	38.00	33.4	309.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d10	38.00	33.4	309.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d11	38.00	33.4	309.8	95.5	21.1	0.000651
y1m12d12	38.00	33.4	309.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d13	38.00	33.4	309.4	95.5	21.1	0.000651
y1m12d14	38.00	33.4	127.7	95.5	21.1	0.000651
y1m12d15	38.00	33.4	309.0	95.5	21.1	0.000651
y1m12d16	38.00	33.4	129.8	95.5	21.1	0.000651
y1m12d17	38.00	33.4	130.8	95.5	21.1	0.000651
y1m12d18	38.00	33.4	131.8	95.5	21.1	0.000651
y1m12d19	38.00	33.4	307.9	95.5	21.1	0.000651
y1m12d20	38.00	33.4	133.7	95.5	21.1	0.000651
y1m12d21	38.00	33.4	134.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d22	38.00	33.4	307.7	95.5	21.1	0.000651
y1m12d23	38.00	33.4	136.2	95.5	21.1	0.000651
y1m12d24	38.00	33.4	136.9	95.5	21.1	0.000651
y1m12d25	38.00	33.4	137.5	95.5	21.1	0.000651
y1m12d26	38.00	33.4	138.0	95.5	21.1	0.000651
y1m12d27	38.00	33.4	138.4	95.5	21.1	0.000651
y1m12d28	38.00	33.4	138.9	95.5	21.1	0.000651
y1m12d29	38.00	33.4	139.3	95.5	21.1	0.000651
y1m12d30	38.00	33.4	139.6	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m1d1	38.00	33.4	113.4	95.5	21.1	0.000651
y1m1d2	38.00	33.4	113.6	95.5	21.1	0.000651
y1m1d3	38.00	33.4	113.9	95.5	21.1	0.000651
y1m1d4	38.00	33.4	114.2	95.5	21.1	0.000651
y1m1d5	38.00	33.4	114.4	95.5	21.1	0.000651
y1m1d6	38.00	33.4	114.8	95.5	21.1	0.000651
y1m1d7	38.00	33.4	115.2	95.5	21.1	0.000651
y1m1d8	38.00	33.4	115.4	95.5	21.1	0.000651
y1m1d9	38.00	33.4	115.7	95.5	21.1	0.000651
y1m1d10	38.00	33.4	116.6	95.5	21.1	0.000651
y1m1d11	38.00	33.4	116.9	95.5	21.1	0.000651
y1m1d12	38.00	33.4	117.1	95.5	21.1	0.000651
y1m1d13	38.00	33.4	117.4	95.5	21.1	0.000651
y1m1d14	38.00	33.4	117.6	95.5	21.1	0.000651
y1m1d15	38.00	33.4	117.9	95.5	21.1	0.000651
y1m1d16	38.00	33.4	118.1	95.5	21.1	0.000651
y1m1d17	38.00	33.4	118.3	95.5	21.1	0.000651
y1m1d18	38.00	33.4	118.7	95.5	21.1	0.000651
y1m1d19	38.00	33.4	118.8	95.5	21.1	0.000651
y1m1d20	38.00	33.4	119.0	95.5	21.1	0.000651
y1m1d21	38.00	33.4	119.5	95.5	21.1	0.000651
y1m1d22	38.00	33.4	119.7	95.5	21.1	0.000651
y1m1d23	38.00	33.4	119.9	95.5	21.1	0.000651
y1m1d24	38.00	33.4	120.3	95.5	21.1	0.000651
y1m1d25	38.00	33.4	120.5	95.5	21.1	0.000651
y1m1d26	38.00	33.4	120.7	95.5	21.1	0.000651
y1m1d27	38.00	33.4	120.8	95.5	21.1	0.000651
y1m1d28	38.00	33.4	121.1	95.5	21.1	0.000651
y1m1d29	38.00	33.4	121.3	95.5	21.1	0.000651
y1m1d30	38.00	33.4	121.6	95.5	21.1	0.000651
y1m2d1	38.00	33.4	121.9	95.5	21.1	0.000651
y1m2d2	38.00	33.4	122.1	95.5	21.1	0.000651
y1m2d3	38.00	33.4	122.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d4	38.00	33.4	122.5	95.5	21.1	0.000651
y1m2d5	38.00	33.4	144.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d6	38.00	33.4	122.9	95.5	21.1	0.000651
y1m2d7	38.00	33.4	123.0	95.5	21.1	0.000651
y1m2d8	38.00	33.4	123.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d9	38.00	33.4	123.4	95.5	21.1	0.000651
y1m2d10	38.00	33.4	123.5	95.5	21.1	0.000651
y1m2d11	38.00	33.4	123.7	95.5	21.1	0.000651
y1m2d12	38.00	33.4	123.9	95.5	21.1	0.000651
y1m2d13	38.00	33.4	124.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d14	38.00	33.4	124.3	95.5	21.1	0.000651
y1m2d15	38.00	33.4	124.5	95.5	21.1	0.000651
y1m2d16	38.00	33.4	125.8	95.5	21.1	0.000651
y1m2d17	38.00	33.4	125.9	95.5	21.1	0.000651
y1m2d18	38.00	33.4	126.1	95.5	21.1	0.000651
y1m2d19	38.00	33.4	126.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d20	38.00	33.4	126.4	95.5	21.1	0.000651
y1m2d21	38.00	33.4	126.7	95.5	21.1	0.000651
y1m2d22	38.00	33.4	104.8	95.5	21.1	0.000651
y1m2d23	38.00	33.4	105.0	95.5	21.1	0.000651
y1m2d24	38.00	33.4	105.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d25	38.00	33.4	105.2	95.5	21.1	0.000651
y1m2d26	38.00	33.4	127.4	95.5	21.1	0.000651
y1m2d27	38.00	33.4	105.7	95.5	21.1	0.000651
y1m2d28	38.00	33.4	105.9	95.5	21.1	0.000651
y1m3d1	38.00	33.4	106.4	95.5	21.1	0.000651
y1m3d2	38.00	33.4	106.5	95.5	21.1	0.000651
y1m3d3	38.00	33.4	106.7	95.5	21.1	0.000651
y1m3d4	38.00	33.4	106.8	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m3d5	38.00	33.4	107.0	95.5	21.1	0.000651
y1m3d6	38.00	33.4	107.0	95.5	21.1	0.000651
y1m3d7	38.00	33.4	107.2	95.5	21.1	0.000651
y1m3d8	38.00	33.4	107.3	95.5	21.1	0.000651
y1m3d9	38.00	33.4	107.5	95.5	21.1	0.000651
y1m3d10	38.00	33.4	107.5	95.5	21.1	0.000651
y1m3d11	38.00	33.4	107.7	95.5	21.1	0.000651
y1m3d12	38.00	33.4	107.9	95.5	21.1	0.000651
y1m3d13	38.00	33.4	108.0	95.5	21.1	0.000651
y1m3d14	38.00	33.4	108.1	95.5	21.1	0.000651
y1m3d15	38.00	33.4	108.3	95.5	21.1	0.000651
y1m3d16	38.00	33.4	108.3	95.5	21.1	0.000651
y1m3d17	38.00	33.4	108.4	95.5	21.1	0.000651
y1m3d18	38.00	33.4	108.6	95.5	21.1	0.000651
y1m3d19	38.00	33.4	108.6	95.5	21.1	0.000651
y1m3d20	38.00	33.4	109.1	95.5	21.1	0.000651
y1m3d21	38.00	33.4	109.2	95.5	21.1	0.000651
y1m3d22	38.00	33.4	109.3	95.5	21.1	0.000651
y1m3d23	38.00	33.4	109.4	95.5	21.1	0.000651
y1m3d24	38.00	33.4	109.6	95.5	21.1	0.000651
y1m3d25	38.00	33.4	109.6	95.5	21.1	0.000651
y1m3d26	38.00	33.4	109.7	95.5	21.1	0.000651
y1m3d27	38.00	33.4	109.8	95.5	21.1	0.000651
y1m3d28	38.00	33.4	110.0	95.5	21.1	0.000651
y1m3d29	38.00	33.4	129.7	95.5	21.1	0.000651
y1m3d30	38.00	33.4	127.8	95.5	21.1	0.000651
y1m4d1	38.00	33.4	268.9	95.5	21.1	0.000651
y1m4d2	38.00	33.4	269.2	95.5	21.1	0.000651
y1m4d3	38.00	33.4	269.5	95.5	21.1	0.000651
y1m4d4	38.00	33.4	269.6	95.5	21.1	0.000651
y1m4d5	38.00	33.4	269.8	95.5	21.1	0.000651
y1m4d6	38.00	33.4	269.9	95.5	21.1	0.000651
y1m4d7	38.00	33.4	270.0	95.5	21.1	0.000651
y1m4d8	38.00	33.4	270.1	95.5	21.1	0.000651
y1m4d9	38.00	33.4	270.2	95.5	21.1	0.000651
y1m4d10	38.00	33.4	270.4	95.5	21.1	0.000651
y1m4d11	38.00	33.4	270.6	98.5	21.8	0.000671
y1m4d12	38.00	33.4	270.6	98.5	21.8	0.000671
y1m4d13	38.00	33.4	270.7	98.5	21.8	0.000671
y1m4d14	38.00	33.4	270.8	98.5	21.8	0.000671
y1m4d15	38.00	33.4	270.9	98.5	21.8	0.000671
y1m4d16	38.00	33.4	270.9	97.8	21.6	0.000667
y1m4d17	38.00	33.4	271.2	97.8	21.6	0.000666
y1m4d18	38.00	33.4	271.1	95.5	21.1	0.000651
y1m4d19	38.00	33.4	271.3	95.5	21.1	0.000651
y1m4d20	38.00	33.4	271.3	95.5	21.1	0.000651
y1m4d21	38.00	33.4	271.1	95.5	21.1	0.000651
y1m4d22	38.00	33.4	271.1	95.5	21.1	0.000651
y1m4d23	38.00	33.4	267.7	95.5	21.1	0.000651
y1m4d24	38.00	33.4	270.8	95.5	21.1	0.000651
y1m4d25	38.00	33.4	267.6	95.5	21.1	0.000651
y1m4d26	38.00	33.4	270.8	95.5	21.1	0.000651
y1m4d27	38.00	33.4	271.1	95.5	21.1	0.000651
y1m4d28	38.00	33.4	265.6	95.5	21.1	0.000651
y1m4d29	38.00	33.4	270.5	95.5	21.1	0.000651
y1m4d30	38.00	33.4	269.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d1	38.00	33.4	267.5	95.5	21.1	0.000651
y1m5d2	38.00	33.4	269.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d3	38.00	33.4	270.3	95.5	21.1	0.000651
y1m5d4	38.00	33.4	270.5	95.5	21.1	0.000651
y1m5d5	38.00	33.4	225.5	95.5	21.1	0.000651
y1m5d6	38.00	33.4	270.8	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m5d7	38.00	33.4	270.8	95.5	21.1	0.000651
y1m5d8	38.00	33.4	270.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d9	38.00	33.4	270.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d10	38.00	33.4	270.7	95.5	21.1	0.000651
y1m5d11	38.00	33.4	253.1	95.5	21.1	0.000651
y1m5d12	38.00	33.4	269.1	95.5	21.1	0.000651
y1m5d13	38.00	33.4	268.0	95.5	21.1	0.000651
y1m5d14	38.00	33.4	251.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d15	38.00	33.4	254.1	95.5	21.1	0.000651
y1m5d16	38.00	33.4	256.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d17	38.00	33.4	253.2	95.5	21.1	0.000651
y1m5d18	38.00	33.4	256.8	95.5	21.1	0.000651
y1m5d19	38.00	33.4	257.8	95.5	21.1	0.000651
y1m5d20	38.00	33.4	258.5	95.5	21.1	0.000651
y1m5d21	38.00	33.4	259.2	95.5	21.1	0.000651
y1m5d22	38.00	33.4	260.2	95.5	21.1	0.000651
y1m5d23	38.00	33.4	260.6	95.5	21.1	0.000651
y1m5d24	38.00	33.4	260.7	95.5	21.1	0.000651
y1m5d25	38.00	33.4	261.3	95.5	21.1	0.000651
y1m5d26	38.00	33.4	261.7	95.5	21.1	0.000651
y1m5d27	38.00	33.4	262.3	95.5	21.1	0.000651
y1m5d28	38.00	33.4	217.9	95.5	21.1	0.000651
y1m5d29	38.00	33.4	217.2	95.5	21.1	0.000651
y1m5d30	38.00	33.4	218.0	95.5	21.1	0.000651
y1m6d1	38.00	33.4	261.3	95.5	21.1	0.000651
y1m6d2	38.00	33.4	261.4	95.5	21.1	0.000651
y1m6d3	38.00	33.4	261.3	95.5	21.1	0.000651
y1m6d4	38.00	33.4	216.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d5	38.00	33.4	199.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d6	38.00	33.4	185.8	151.7	33.5	0.001034
y1m6d7	38.00	33.4	232.7	95.5	21.1	0.000651
y1m6d8	38.00	33.4	188.5	95.5	21.1	0.000651
y1m6d9	38.00	33.4	237.3	95.5	21.1	0.000651
y1m6d10	38.00	33.4	195.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d11	38.00	33.4	198.0	95.5	21.1	0.000651
y1m6d12	38.00	33.4	200.8	95.5	21.1	0.000651
y1m6d13	38.00	33.4	203.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d14	38.00	33.4	205.9	95.5	21.1	0.000651
y1m6d15	38.00	33.4	207.9	95.5	21.1	0.000651
y1m6d16	38.00	33.4	254.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d17	38.00	33.4	255.0	95.5	21.1	0.000651
y1m6d18	38.00	33.4	255.8	95.5	21.1	0.000651
y1m6d19	38.00	33.4	256.5	95.5	21.1	0.000651
y1m6d20	38.00	33.4	257.1	95.5	21.1	0.000651
y1m6d21	38.00	33.4	257.5	95.5	21.1	0.000651
y1m6d22	38.00	33.4	257.7	95.5	21.1	0.000651
y1m6d23	38.00	33.4	212.9	95.5	21.1	0.000651
y1m6d24	38.00	33.4	212.7	95.5	21.1	0.000651
y1m6d25	38.00	33.4	210.1	95.5	21.1	0.000651
y1m6d26	38.00	33.4	254.3	95.5	21.1	0.000651
y1m6d27	38.00	33.4	254.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d28	38.00	33.4	255.1	95.5	21.1	0.000651
y1m6d29	38.00	33.4	256.2	95.5	21.1	0.000651
y1m6d30	38.00	33.4	257.4	95.5	21.1	0.000651
y1m7d1	38.00	33.4	258.6	95.5	21.1	0.000651
y1m7d2	38.00	33.4	259.1	95.5	21.1	0.000651
y1m7d3	38.00	33.4	212.1	95.5	21.1	0.000651
y1m7d4	38.00	33.4	255.4	95.5	21.1	0.000651
y1m7d5	38.00	33.4	254.8	95.5	21.1	0.000651
y1m7d6	38.00	33.4	204.9	95.5	21.1	0.000651
y1m7d7	38.00	33.4	199.4	95.5	21.1	0.000651
y1m7d8	38.00	33.4	247.6	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m7d9	38.00	33.4	248.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d10	38.00	33.4	203.7	95.5	21.1	0.000651
y1m7d11	38.00	33.4	250.1	95.5	21.1	0.000651
y1m7d12	38.00	33.4	206.5	95.5	21.1	0.000651
y1m7d13	38.00	33.4	208.1	95.5	21.1	0.000651
y1m7d14	38.00	33.4	254.9	95.5	21.1	0.000651
y1m7d15	38.00	33.4	211.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d16	38.00	33.4	257.3	95.5	21.1	0.000651
y1m7d17	38.00	33.4	258.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d18	38.00	33.4	258.6	98.0	21.7	0.000668
y1m7d19	38.00	33.4	259.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d20	38.00	33.4	164.1	95.5	21.1	0.000651
y1m7d21	38.00	33.4	164.4	95.5	21.1	0.000651
y1m7d22	38.00	33.4	164.6	95.5	21.1	0.000651
y1m7d23	38.00	33.4	165.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d24	38.00	33.4	165.3	95.5	21.1	0.000651
y1m7d25	38.00	33.4	165.6	95.5	21.1	0.000651
y1m7d26	38.00	33.4	165.7	95.5	21.1	0.000651
y1m7d27	38.00	33.4	164.0	95.5	21.1	0.000651
y1m7d28	38.00	33.4	154.6	95.5	21.1	0.000651
y1m7d29	38.00	33.4	155.5	95.5	21.1	0.000651
y1m7d30	38.00	33.4	193.5	95.5	21.1	0.000651
y1m8d1	38.00	33.4	153.5	95.5	21.1	0.000651
y1m8d2	38.00	33.4	154.9	95.5	21.1	0.000651
y1m8d3	38.00	33.4	153.5	95.5	21.1	0.000651
y1m8d4	38.00	33.4	148.9	95.5	21.1	0.000651
y1m8d5	38.00	33.4	151.8	95.5	21.1	0.000651
y1m8d6	38.00	33.4	155.9	95.5	21.1	0.000651
y1m8d7	38.00	33.4	154.2	99.2	21.9	0.000676
y1m8d8	38.00	33.4	155.0	98.6	21.8	0.000672
y1m8d9	38.00	33.4	156.1	95.5	21.1	0.000651
y1m8d10	38.00	33.4	157.6	95.5	21.1	0.000651
y1m8d11	38.00	33.4	158.8	95.5	21.1	0.000651
y1m8d12	38.00	33.4	160.0	95.5	21.1	0.000651
y1m8d13	38.00	33.4	160.7	95.5	21.1	0.000651
y1m8d14	38.00	33.4	154.7	95.5	21.1	0.000651
y1m8d15	38.00	33.4	156.4	95.5	21.1	0.000651
y1m8d16	38.00	33.4	399.0	95.5	21.1	0.000651
y1m8d17	38.00	33.4	310.2	95.5	21.1	0.000651
y1m8d18	38.00	33.4	364.8	95.5	21.1	0.000651
y1m8d19	38.00	33.4	119.8	107.7	23.8	0.000734
y1m8d20	38.00	33.4	324.1	95.5	21.1	0.000651
y1m8d21	38.00	33.4	318.2	95.5	21.1	0.000651
y1m8d22	38.00	33.4	311.4	95.5	21.1	0.000651
y1m8d23	38.00	33.4	150.2	95.5	21.1	0.000651
y1m8d24	38.00	33.4	145.4	95.5	21.1	0.000651
y1m8d25	38.00	33.4	111.5	103.5	22.9	0.000705
y1m8d26	38.00	33.4	140.5	95.5	21.1	0.000651
y1m8d27	38.00	33.4	142.6	95.5	21.1	0.000651
y1m8d28	38.00	33.4	146.1	95.5	21.1	0.000651
y1m8d29	38.00	33.4	148.8	95.5	21.1	0.000651
y1m8d30	38.00	33.4	142.7	95.5	21.1	0.000651
y1m9d1	38.00	33.4	143.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d2	38.00	33.4	145.0	95.5	21.1	0.000651
y1m9d3	38.00	33.4	141.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d4	38.00	33.4	123.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d5	38.00	33.4	102.9	99.2	21.9	0.000676
y1m9d6	38.00	33.4	402.5	95.5	21.1	0.000651
y1m9d7	38.00	33.4	95.5	95.5	21.1	0.000651
y1m9d8	38.00	33.4	324.6	95.5	21.1	0.000651
y1m9d9	38.00	33.4	323.3	95.5	21.1	0.000651
y1m9d10	38.00	33.4	407.5	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m9d11	38.00	33.4	17.2	95.5	21.1	0.000651
y1m9d12	38.00	33.4	14.5	95.5	21.1	0.000651
y1m9d13	38.00	33.4	165.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d14	38.00	33.4	145.8	95.5	21.1	0.000651
y1m9d15	38.00	33.4	131.0	95.5	21.1	0.000651
y1m9d16	38.00	33.4	120.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d17	38.00	33.4	112.7	112.7	24.9	0.000768
y1m9d18	38.00	33.4	177.0	95.5	21.1	0.000651
y1m9d19	38.00	33.4	307.4	95.5	21.1	0.000651
y1m9d20	38.00	33.4	15.2	95.5	21.1	0.000651
y1m9d21	38.00	33.4	90.9	95.5	21.1	0.000651
y1m9d22	38.00	33.4	61.0	95.5	21.1	0.000651
y1m9d23	38.00	33.4	17.7	95.5	21.1	0.000651
y1m9d24	38.00	33.4	63.9	95.5	21.1	0.000651
y1m9d25	38.00	33.4	68.7	95.5	21.1	0.000651
y1m9d26	38.00	33.4	87.1	95.5	21.1	0.000651
y1m9d27	38.00	33.4	88.0	95.5	21.1	0.000651
y1m9d28	38.00	33.4	89.6	95.5	21.1	0.000651
y1m9d29	38.00	33.4	90.6	95.5	21.1	0.000651
y1m9d30	38.00	33.4	90.5	95.5	21.1	0.000651
y1m10d1	38.00	33.4	81.1	95.5	21.1	0.000651
y1m10d2	38.00	33.4	321.4	95.5	21.1	0.000651
y1m10d3	38.00	33.4	118.9	95.5	21.1	0.000651
y1m10d4	38.00	33.4	116.2	95.5	21.1	0.000651
y1m10d5	38.00	33.4	114.7	96.6	21.4	0.000658
y1m10d6	38.00	33.4	312.5	95.5	21.1	0.000651
y1m10d7	38.00	33.4	17.8	95.5	21.1	0.000651
y1m10d8	38.00	33.4	17.5	95.5	21.1	0.000651
y1m10d9	38.00	33.4	18.0	95.5	21.1	0.000651
y1m10d10	38.00	33.4	17.4	95.5	21.1	0.000651
y1m10d11	38.00	33.4	16.9	95.5	21.1	0.000651
y1m10d12	38.00	33.4	16.7	95.5	21.1	0.000651
y1m10d13	38.00	33.4	16.6	95.5	21.1	0.000651
y1m10d14	38.00	33.4	16.4	95.5	21.1	0.000651
y1m10d15	38.00	33.4	16.4	95.5	21.1	0.000651
y1m10d16	38.00	33.4	17.8	95.5	21.1	0.000651
y1m10d17	38.00	33.4	18.7	95.5	21.1	0.000651
y1m10d18	38.00	33.4	900.8	95.5	21.1	0.000651
y1m10d19	38.00	33.4	310.0	95.5	21.1	0.000651
y1m10d20	38.00	33.4	309.9	95.5	21.1	0.000651
y1m10d21	38.00	33.4	309.8	95.5	21.1	0.000651
y1m10d22	38.00	33.4	309.7	95.5	21.1	0.000651
y1m10d23	38.00	33.4	309.6	95.5	21.1	0.000651
y1m10d24	38.00	33.4	0.0	95.5	21.1	0.000651
y1m10d25	38.00	33.4	92.3	95.5	21.1	0.000651
y1m10d26	38.00	33.4	87.2	95.5	21.1	0.000651
y1m10d27	38.00	33.4	92.1	95.5	21.1	0.000651
y1m10d28	38.00	33.4	92.5	95.5	21.1	0.000651
y1m10d29	38.00	33.4	80.5	95.5	21.1	0.000651
y1m10d30	38.00	33.4	89.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d1	38.00	33.4	91.4	95.5	21.1	0.000651
y1m11d2	38.00	33.4	89.1	95.5	21.1	0.000651
y1m11d3	38.00	33.4	91.5	95.5	21.1	0.000651
y1m11d4	38.00	33.4	91.9	95.5	21.1	0.000651
y1m11d5	38.00	33.4	312.1	174.9	38.7	0.001192
y1m11d6	38.00	33.4	314.9	95.5	21.1	0.000651
y1m11d7	38.00	33.4	311.7	95.5	21.1	0.000651
y1m11d8	38.00	33.4	310.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d9	38.00	33.4	111.4	95.5	21.1	0.000651
y1m11d10	38.00	33.4	110.7	95.5	21.1	0.000651
y1m11d11	38.00	33.4	110.2	95.5	21.1	0.000651
y1m11d12	38.00	33.4	110.1	95.5	21.1	0.000651

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m11d13	38.00	33.4	110.0	95.5	21.1	0.000651
y1m11d14	38.00	33.4	109.9	95.5	21.1	0.000651
y1m11d15	38.00	33.4	109.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d16	38.00	33.4	109.7	95.5	21.1	0.000651
y1m11d17	38.00	33.4	109.6	95.5	21.1	0.000651
y1m11d18	38.00	33.4	109.5	95.5	21.1	0.000651
y1m11d19	38.00	33.4	109.4	95.5	21.1	0.000651
y1m11d20	38.00	33.4	128.1	95.5	21.1	0.000651
y1m11d21	38.00	33.4	311.0	95.5	21.1	0.000651
y1m11d22	38.00	33.4	111.3	95.5	21.1	0.000651
y1m11d23	38.00	33.4	110.4	95.5	21.1	0.000651
y1m11d24	38.00	33.4	119.6	95.5	21.1	0.000651
y1m11d25	38.00	33.4	21.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d26	38.00	33.4	175.4	95.5	21.1	0.000651
y1m11d27	38.00	33.4	25.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d28	38.00	33.4	26.8	95.5	21.1	0.000651
y1m11d29	38.00	33.4	27.3	95.5	21.1	0.000651
y1m11d30	38.00	33.4	39.6	95.5	21.1	0.000651

T	H ('Banmong')	S ('Banmong')	R ('Banmong')	P ('Banmong')		
N ('Banmong')	G ('Banmong')					
y1m12d1	75.00	187.1	68.1	68.1	27.5	0.002600
y1m12d2	74.85	183.6	68.1	68.1	27.5	0.002552
y1m12d3	74.87	184.0	23.0	23.0	27.5	0.000863
y1m12d4	74.71	180.5	68.1	68.1	27.5	0.002509
y1m12d5	74.70	180.2	31.7	31.7	27.5	0.001164
y1m12d6	74.72	180.7	23.0	23.0	27.5	0.000848
y1m12d7	74.75	181.3	23.0	23.0	27.5	0.000851
y1m12d8	74.78	182.0	23.0	23.0	27.5	0.000854
y1m12d9	74.80	182.6	23.0	23.0	27.5	0.000857
y1m12d10	74.84	183.3	23.0	23.0	27.5	0.000860
y1m12d11	74.87	184.0	23.0	23.0	27.5	0.000863
y1m12d12	74.90	184.7	23.0	23.0	27.5	0.000866
y1m12d13	74.92	185.3	23.0	23.0	27.5	0.000869
y1m12d14	74.95	185.9	23.0	23.0	27.5	0.000872
y1m12d15	74.97	186.4	23.0	23.0	27.5	0.000874
y1m12d16	74.98	186.7	23.0	23.0	27.5	0.000876
y1m12d17	74.99	186.9	23.0	23.0	27.5	0.000877
y1m12d18	75.00	187.0	23.0	23.0	27.5	0.000878
y1m12d19	75.00	187.1	23.0	23.0	27.5	0.000878
y1m12d20	75.00	187.0	23.0	23.0	27.5	0.000878
y1m12d21	75.00	187.0	23.0	23.0	27.5	0.000877
y1m12d22	74.99	186.8	23.0	23.0	27.5	0.000877
y1m12d23	74.98	186.6	23.0	23.0	27.5	0.000876
y1m12d24	74.97	186.3	23.0	23.0	27.5	0.000874
y1m12d25	74.95	186.0	23.0	23.0	27.5	0.000873
y1m12d26	74.94	185.6	23.0	23.0	27.5	0.000871
y1m12d27	74.92	185.2	23.0	23.0	27.5	0.000869
y1m12d28	74.90	184.7	23.0	23.0	27.5	0.000867
y1m12d29	74.88	184.3	23.0	23.0	27.5	0.000865
y1m12d30	74.86	183.8	23.0	23.0	27.5	0.000862
y1m1d1	74.83	183.2	23.0	23.0	27.5	0.000860
y1m1d2	74.81	182.7	23.0	23.0	27.5	0.000857
y1m1d3	74.78	182.1	23.0	23.0	27.5	0.000854
y1m1d4	74.75	181.5	23.0	23.0	27.5	0.000851
y1m1d5	74.73	180.8	23.0	23.0	27.5	0.000848
y1m1d6	74.70	180.2	23.0	23.0	27.5	0.000845
y1m1d7	74.66	179.5	23.0	23.0	27.5	0.000842
y1m1d8	74.63	178.8	23.0	23.0	27.5	0.000839
y1m1d9	74.60	178.1	23.0	23.0	27.5	0.000835
y1m1d10	74.56	177.3	23.0	23.0	27.5	0.000832
y1m1d11	74.53	176.5	23.0	23.0	27.5	0.000828

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m1d12	74.49	175.7	23.0	23.0	27.5	0.000825
y1m1d13	74.45	174.9	23.0	23.0	27.5	0.000821
y1m1d14	74.41	174.1	23.0	23.0	27.5	0.000817
y1m1d15	74.37	173.2	23.0	23.0	27.5	0.000813
y1m1d16	74.33	172.3	23.0	23.0	27.5	0.000809
y1m1d17	74.28	171.4	23.0	23.0	27.5	0.000804
y1m1d18	74.24	170.5	23.0	23.0	27.5	0.000800
y1m1d19	74.19	169.6	23.0	23.0	27.5	0.000796
y1m1d20	74.15	168.6	23.0	23.0	27.5	0.000791
y1m1d21	74.10	167.6	23.0	23.0	27.5	0.000787
y1m1d22	74.05	166.6	23.0	23.0	27.5	0.000782
y1m1d23	73.99	165.6	23.0	23.0	27.5	0.000777
y1m1d24	73.94	164.6	23.0	23.0	27.5	0.000772
y1m1d25	73.89	163.5	23.0	23.0	27.5	0.000767
y1m1d26	73.83	162.5	23.0	23.0	27.5	0.000762
y1m1d27	73.77	161.4	23.0	23.0	27.5	0.000757
y1m1d28	73.72	160.3	23.0	23.0	27.5	0.000752
y1m1d29	73.66	159.2	23.0	23.0	27.5	0.000747
y1m1d30	73.60	158.1	23.0	23.0	27.5	0.000742
y1m2d1	73.53	156.9	23.0	23.0	27.5	0.000736
y1m2d2	73.47	155.8	23.0	23.0	27.5	0.000731
y1m2d3	73.40	154.6	23.0	23.0	27.5	0.000725
y1m2d4	73.34	153.4	23.0	23.0	27.5	0.000720
y1m2d5	73.37	154.0	1.5	23.0	27.5	0.000723
y1m2d6	73.30	152.8	23.0	23.0	27.5	0.000717
y1m2d7	73.23	151.6	23.0	23.0	27.5	0.000711
y1m2d8	73.16	150.3	23.0	23.0	27.5	0.000705
y1m2d9	73.09	149.1	23.0	23.0	27.5	0.000699
y1m2d10	73.01	147.8	23.0	23.0	27.5	0.000693
y1m2d11	72.93	146.5	23.0	23.0	27.5	0.000687
y1m2d12	72.86	145.2	23.0	23.0	27.5	0.000681
y1m2d13	72.78	143.9	23.0	23.0	27.5	0.000675
y1m2d14	72.69	142.6	23.0	23.0	27.5	0.000669
y1m2d15	72.61	141.2	23.0	23.0	27.5	0.000663
y1m2d16	72.64	141.8	1.3	23.0	27.5	0.000665
y1m2d17	72.68	142.3	1.3	23.0	27.5	0.000668
y1m2d18	72.71	142.8	1.3	23.0	27.5	0.000670
y1m2d19	72.74	143.3	1.3	23.0	27.5	0.000672
y1m2d20	72.77	143.7	1.3	23.0	27.5	0.000674
y1m2d21	72.80	144.2	1.1	23.0	27.5	0.000677
y1m2d22	72.71	142.8	23.0	23.0	27.5	0.000670
y1m2d23	72.62	141.4	23.0	23.0	27.5	0.000664
y1m2d24	72.53	140.0	23.0	23.0	27.5	0.000657
y1m2d25	72.44	138.5	23.0	23.0	27.5	0.000650
y1m2d26	72.47	139.0	1.1	23.0	27.5	0.000652
y1m2d27	72.37	137.5	23.0	23.0	27.5	0.000645
y1m2d28	72.28	136.0	23.0	23.0	27.5	0.000638
y1m3d1	72.18	134.5	23.0	23.0	27.5	0.000631
y1m3d2	72.08	133.0	23.0	23.0	27.5	0.000624
y1m3d3	71.98	131.5	23.0	23.0	27.5	0.000617
y1m3d4	71.88	130.0	23.0	23.0	27.5	0.000610
y1m3d5	71.77	128.5	23.0	23.0	27.5	0.000603
y1m3d6	71.67	126.9	23.0	23.0	27.5	0.000596
y1m3d7	71.56	125.4	23.0	23.0	27.5	0.000588
y1m3d8	71.45	123.8	23.0	23.0	27.5	0.000581
y1m3d9	71.34	122.3	23.0	23.0	27.5	0.000574
y1m3d10	71.23	120.7	23.0	23.0	27.5	0.000566
y1m3d11	71.11	119.2	23.0	23.0	27.5	0.000559
y1m3d12	71.00	117.6	23.0	23.0	27.5	0.000552
y1m3d13	70.88	116.0	23.0	23.0	27.5	0.000544
y1m3d14	70.76	114.4	23.0	23.0	27.5	0.000537
y1m3d15	70.64	112.8	23.0	23.0	27.5	0.000529

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m3d16	70.52	111.2	23.0	23.0	27.5	0.000522
y1m3d17	70.39	109.6	23.0	23.0	27.5	0.000514
y1m3d18	70.27	107.9	23.0	23.0	27.5	0.000506
y1m3d19	70.14	106.3	23.0	23.0	27.5	0.000499
y1m3d20	70.01	104.7	23.0	23.0	27.5	0.000491
y1m3d21	69.88	103.0	23.0	23.0	27.5	0.000483
y1m3d22	69.75	101.4	23.0	23.0	27.5	0.000476
y1m3d23	69.62	99.7	23.0	23.0	27.5	0.000468
y1m3d24	69.48	98.1	23.0	23.0	27.5	0.000460
y1m3d25	69.35	96.4	23.0	23.0	27.5	0.000452
y1m3d26	69.21	94.8	23.0	23.0	27.5	0.000445
y1m3d27	69.07	93.1	23.0	23.0	27.5	0.000437
y1m3d28	68.93	91.5	23.0	23.0	27.5	0.000429
y1m3d29	68.95	91.6	1.4	23.0	27.5	0.000430
y1m3d30	68.96	91.8	1.4	23.0	27.5	0.000431
y1m4d1	68.83	90.3	23.0	23.0	27.5	0.000424
y1m4d2	68.74	89.2	23.0	23.0	27.5	0.000419
y1m4d3	68.65	88.2	23.0	23.0	27.5	0.000414
y1m4d4	68.56	87.2	23.0	23.0	27.5	0.000409
y1m4d5	68.46	86.0	23.0	23.0	27.5	0.000404
y1m4d6	68.36	84.8	23.0	23.0	27.5	0.000398
y1m4d7	68.25	83.6	23.0	23.0	27.5	0.000392
y1m4d8	68.12	82.2	23.0	23.0	27.5	0.000386
y1m4d9	67.99	80.8	23.0	23.0	27.5	0.000379
y1m4d10	67.86	79.3	23.0	23.0	27.5	0.000372
y1m4d11	67.72	77.8	23.0	23.0	27.5	0.000365
y1m4d12	67.57	76.2	23.0	23.0	27.5	0.000358
y1m4d13	67.42	74.7	23.0	23.0	27.5	0.000351
y1m4d14	67.27	73.1	23.0	23.0	27.5	0.000343
y1m4d15	67.12	71.6	23.0	23.0	27.5	0.000336
y1m4d16	66.96	70.0	23.0	23.0	27.5	0.000329
y1m4d17	66.79	68.4	23.0	23.0	27.5	0.000321
y1m4d18	66.63	66.9	23.0	23.0	27.5	0.000314
y1m4d19	66.45	65.3	23.0	23.0	27.5	0.000306
y1m4d20	66.27	63.7	23.0	23.0	27.5	0.000299
y1m4d21	66.08	62.1	23.0	23.0	27.5	0.000291
y1m4d22	65.89	60.5	23.0	23.0	27.5	0.000284
y1m4d23	65.68	58.9	23.0	23.0	27.5	0.000276
y1m4d24	65.46	57.3	23.0	23.0	27.5	0.000269
y1m4d25	65.27	56.0	23.0	23.0	27.5	0.000263
y1m4d26	65.08	54.8	23.0	23.0	27.5	0.000257
y1m4d27	65.07	54.8	23.0	23.0	27.5	0.000257
y1m4d28	65.05	54.7	23.0	23.0	27.5	0.000257
y1m4d29	65.00	54.3	23.0	23.0	27.5	0.000255
y1m4d30	65.21	55.6	23.0	23.0	27.5	0.000261
y1m5d1	65.36	56.6	23.0	23.0	27.5	0.000266
y1m5d2	65.71	59.1	23.0	23.0	27.5	0.000277
y1m5d3	66.10	62.2	23.0	23.0	27.5	0.000292
y1m5d4	66.39	64.7	23.0	23.0	27.5	0.000304
y1m5d5	66.12	62.4	68.1	68.1	27.5	0.000867
y1m5d6	66.20	63.1	23.0	23.0	27.5	0.000296
y1m5d7	66.20	63.1	23.0	23.0	27.5	0.000296
y1m5d8	66.16	62.7	23.0	23.0	27.5	0.000294
y1m5d9	66.08	62.0	23.0	23.0	27.5	0.000291
y1m5d10	65.98	61.2	23.0	23.0	27.5	0.000287
y1m5d11	65.87	60.3	23.0	23.0	27.5	0.000283
y1m5d12	65.75	59.4	23.0	23.0	27.5	0.000279
y1m5d13	66.36	64.4	23.0	23.0	27.5	0.000302
y1m5d14	66.83	68.8	23.0	23.0	27.5	0.000323
y1m5d15	67.14	71.8	23.0	23.0	27.5	0.000337
y1m5d16	68.01	80.9	23.0	23.0	27.5	0.000380
y1m5d17	69.08	93.2	23.0	23.0	27.5	0.000438

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m5d18	70.12	106.0	23.0	23.0	27.5	0.000497
y1m5d19	70.98	117.3	23.0	23.0	27.5	0.000550
y1m5d20	71.56	125.4	23.0	23.0	27.5	0.000588
y1m5d21	71.93	130.8	23.0	23.0	27.5	0.000614
y1m5d22	72.16	134.3	23.0	23.0	27.5	0.000630
y1m5d23	72.31	136.5	23.0	23.0	27.5	0.000640
y1m5d24	72.39	137.7	23.0	23.0	27.5	0.000646
y1m5d25	72.43	138.3	23.0	23.0	27.5	0.000649
y1m5d26	72.45	138.7	23.0	23.0	27.5	0.000651
y1m5d27	72.47	139.0	23.0	23.0	27.5	0.000652
y1m5d28	72.23	135.3	68.1	68.1	27.5	0.001881
y1m5d29	71.98	131.5	68.1	68.1	27.5	0.001828
y1m5d30	71.71	127.6	68.1	68.1	27.5	0.001774
y1m6d1	71.74	127.9	23.0	23.0	27.5	0.000600
y1m6d2	71.76	128.3	23.0	23.0	27.5	0.000602
y1m6d3	71.77	128.5	23.0	23.0	27.5	0.000603
y1m6d4	71.50	124.6	68.1	68.1	27.5	0.001732
y1m6d5	71.21	120.5	68.1	68.1	27.5	0.001675
y1m6d6	71.02	117.8	50.9	50.9	27.5	0.001224
y1m6d7	71.00	117.6	23.0	23.0	27.5	0.000552
y1m6d8	71.98	131.5	68.1	68.1	27.5	0.001828
y1m6d9	73.06	148.7	23.0	23.0	27.5	0.000697
y1m6d10	73.42	154.8	68.1	68.1	27.5	0.002152
y1m6d11	73.53	157.0	68.1	68.1	27.5	0.002182
y1m6d12	73.53	156.9	68.1	68.1	27.5	0.002181
y1m6d13	73.45	155.4	68.1	68.1	27.5	0.002160
y1m6d14	73.31	152.9	68.1	68.1	27.5	0.002126
y1m6d15	73.13	149.9	68.1	68.1	27.5	0.002083
y1m6d16	73.16	150.3	23.0	23.0	27.5	0.000705
y1m6d17	73.17	150.5	23.0	23.0	27.5	0.000706
y1m6d18	73.17	150.6	23.0	23.0	27.5	0.000706
y1m6d19	73.17	150.5	23.0	23.0	27.5	0.000706
y1m6d20	73.17	150.5	23.0	23.0	27.5	0.000706
y1m6d21	73.16	150.3	23.0	23.0	27.5	0.000705
y1m6d22	73.15	150.1	23.0	23.0	27.5	0.000704
y1m6d23	72.90	146.0	68.1	68.1	27.5	0.002030
y1m6d24	72.65	141.8	68.1	68.1	27.5	0.001972
y1m6d25	72.39	137.7	68.1	68.1	27.5	0.001914
y1m6d26	72.37	137.4	23.0	23.0	27.5	0.000645
y1m6d27	72.35	137.2	23.0	23.0	27.5	0.000644
y1m6d28	72.38	137.6	23.0	23.0	27.5	0.000646
y1m6d29	72.41	138.1	23.0	23.0	27.5	0.000648
y1m6d30	72.43	138.3	23.0	23.0	27.5	0.000649
y1m7d1	72.43	138.3	23.0	23.0	27.5	0.000649
y1m7d2	72.42	138.2	23.0	23.0	27.5	0.000648
y1m7d3	72.14	133.9	68.1	68.1	27.5	0.001862
y1m7d4	72.11	133.5	23.0	23.0	27.5	0.000626
y1m7d5	72.09	133.1	23.0	23.0	27.5	0.000625
y1m7d6	71.83	129.3	68.1	68.1	27.5	0.001798
y1m7d7	71.70	127.4	68.1	68.1	27.5	0.001771
y1m7d8	71.90	130.3	23.0	23.0	27.5	0.000611
y1m7d9	72.27	135.9	23.0	23.0	27.5	0.000638
y1m7d10	72.29	136.2	68.1	68.1	27.5	0.001893
y1m7d11	72.47	139.1	23.0	23.0	27.5	0.000652
y1m7d12	72.34	136.9	68.1	68.1	27.5	0.001903
y1m7d13	72.14	134.0	68.1	68.1	27.5	0.001862
y1m7d14	72.17	134.4	23.0	23.0	27.5	0.000630
y1m7d15	71.91	130.5	68.1	68.1	27.5	0.001814
y1m7d16	71.90	130.4	23.0	23.0	27.5	0.000612
y1m7d17	71.88	130.1	23.0	23.0	27.5	0.000610
y1m7d18	71.86	129.8	23.0	23.0	27.5	0.000609
y1m7d19	71.84	129.4	23.0	23.0	27.5	0.000607

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m7d20	71.53	125.0	68.1	68.1	27.5	0.001738
y1m7d21	71.22	120.7	68.1	68.1	27.5	0.001677
y1m7d22	70.90	116.2	68.1	68.1	27.5	0.001616
y1m7d23	70.57	111.8	68.1	68.1	27.5	0.001554
y1m7d24	70.22	107.3	68.1	68.1	27.5	0.001492
y1m7d25	69.87	102.9	68.1	68.1	27.5	0.001430
y1m7d26	69.50	98.3	68.1	68.1	27.5	0.001367
y1m7d27	69.13	93.8	68.1	68.1	27.5	0.001304
y1m7d28	68.74	89.3	68.1	68.1	27.5	0.001241
y1m7d29	68.35	84.7	68.1	68.1	27.5	0.001177
y1m7d30	68.44	85.7	23.0	23.0	27.5	0.000402
y1m8d1	68.32	84.4	68.1	68.1	27.5	0.001173
y1m8d2	68.37	85.0	68.1	68.1	27.5	0.001181
y1m8d3	68.32	84.4	68.1	68.1	27.5	0.001174
y1m8d4	68.18	82.8	68.1	68.1	27.5	0.001151
y1m8d5	67.95	80.3	68.1	68.1	27.5	0.001116
y1m8d6	67.86	79.4	68.1	68.1	27.5	0.001103
y1m8d7	67.83	79.0	68.1	68.1	27.5	0.001098
y1m8d8	67.70	77.7	68.1	68.1	27.5	0.001079
y1m8d9	67.50	75.5	68.1	68.1	27.5	0.001050
y1m8d10	67.24	72.8	68.1	68.1	27.5	0.001013
y1m8d11	66.93	69.7	68.1	68.1	27.5	0.000969
y1m8d12	66.55	66.2	68.1	68.1	27.5	0.000920
y1m8d13	66.12	62.4	68.1	68.1	27.5	0.000867
y1m8d14	65.62	58.4	68.1	68.1	27.5	0.000812
y1m8d15	65.00	54.3	68.1	68.1	27.5	0.000755
y1m8d16	65.00	54.3	36.8	36.8	27.5	0.000408
y1m8d17	65.00	54.3	40.2	40.2	27.5	0.000446
y1m8d18	65.47	57.4	68.1	68.1	27.5	0.000797
y1m8d19	65.69	58.9	68.1	68.1	27.5	0.000819
y1m8d20	66.17	62.8	68.1	68.1	27.5	0.000874
y1m8d21	67.64	77.0	68.1	68.1	27.5	0.001070
y1m8d22	68.86	90.6	68.1	68.1	27.5	0.001260
y1m8d23	69.39	97.0	68.1	68.1	27.5	0.001348
y1m8d24	69.58	99.2	68.1	68.1	27.5	0.001379
y1m8d25	69.58	99.3	68.1	68.1	27.5	0.001380
y1m8d26	69.53	98.7	68.1	68.1	27.5	0.001372
y1m8d27	70.60	112.2	68.1	68.1	27.5	0.001560
y1m8d28	71.46	124.0	68.1	68.1	27.5	0.001724
y1m8d29	71.83	129.2	68.1	68.1	27.5	0.001796
y1m8d30	71.96	131.3	68.1	68.1	27.5	0.001825
y1m9d1	71.97	131.4	68.1	68.1	27.5	0.001826
y1m9d2	71.89	130.2	68.1	68.1	27.5	0.001810
y1m9d3	71.76	128.2	68.1	68.1	27.5	0.001782
y1m9d4	71.58	125.7	68.1	68.1	27.5	0.001748
y1m9d5	71.38	122.9	68.1	68.1	27.5	0.001708
y1m9d6	71.26	121.2	68.1	68.1	27.5	0.001685
y1m9d7	71.78	128.6	68.1	68.1	27.5	0.001787
y1m9d8	72.54	140.1	68.1	68.1	27.5	0.001948
y1m9d9	73.76	161.1	68.1	68.1	27.5	0.002240
y1m9d10	74.02	166.2	196.4	68.1	27.5	0.002310
y1m9d11	74.64	179.0	4.9	23.0	27.5	0.000840
y1m9d12	74.97	186.3	18.8	23.0	27.5	0.000874
y1m9d13	75.00	187.1	68.1	68.1	27.5	0.002600
y1m9d14	74.97	186.3	68.1	68.1	27.5	0.002590
y1m9d15	74.89	184.6	68.1	68.1	27.5	0.002566
y1m9d16	74.79	182.3	68.1	68.1	27.5	0.002534
y1m9d17	74.67	179.6	68.1	68.1	27.5	0.002496
y1m9d18	74.53	176.6	68.1	68.1	27.5	0.002455
y1m9d19	74.39	173.5	68.1	68.1	27.5	0.002412
y1m9d20	74.50	176.0	23.0	23.0	27.5	0.000826
y1m9d21	74.43	174.5	68.1	68.1	27.5	0.002426

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m9d22	74.35	172.7	68.1	68.1	27.5	0.002401
y1m9d23	74.33	172.3	68.1	68.1	27.5	0.002395
y1m9d24	75.00	187.1	94.1	68.1	27.5	0.002600
y1m9d25	75.00	187.1	68.1	68.1	27.5	0.002600
y1m9d26	65.00	54.3	68.1	68.1	27.5	0.000755
y1m9d27	67.66	77.2	68.1	68.1	27.5	0.001072
y1m9d28	69.29	95.8	68.1	68.1	27.5	0.001331
y1m9d29	69.97	104.1	68.1	68.1	27.5	0.001447
y1m9d30	70.58	112.0	23.0	23.0	27.5	0.000526
y1m10d1	70.72	113.8	68.1	68.1	27.5	0.001582
y1m10d2	70.75	114.2	68.1	68.1	27.5	0.001588
y1m10d3	71.20	120.3	68.1	68.1	27.5	0.001672
y1m10d4	71.52	124.8	68.1	68.1	27.5	0.001734
y1m10d5	71.70	127.4	68.1	68.1	27.5	0.001771
y1m10d6	71.78	128.6	68.1	68.1	27.5	0.001788
y1m10d7	72.16	134.2	3.8	23.0	27.5	0.000630
y1m10d8	72.46	138.8	8.0	23.0	27.5	0.000651
y1m10d9	72.69	142.6	10.6	23.0	27.5	0.000669
y1m10d10	72.90	145.9	12.9	23.0	27.5	0.000684
y1m10d11	73.08	148.9	15.3	23.0	27.5	0.000699
y1m10d12	73.24	151.7	17.6	23.0	27.5	0.000712
y1m10d13	73.37	154.1	19.7	23.0	27.5	0.000723
y1m10d14	73.49	156.2	21.6	23.0	27.5	0.000733
y1m10d15	73.59	158.0	23.0	23.0	27.5	0.000741
y1m10d16	73.69	159.8	23.0	23.0	27.5	0.000750
y1m10d17	73.78	161.4	23.0	23.0	27.5	0.000757
y1m10d18	73.65	159.1	68.1	68.1	27.5	0.002212
y1m10d19	73.52	156.8	68.1	68.1	27.5	0.002179
y1m10d20	73.39	154.4	68.1	68.1	27.5	0.002146
y1m10d21	73.25	151.9	68.1	68.1	27.5	0.002112
y1m10d22	73.11	149.4	68.1	68.1	27.5	0.002077
y1m10d23	72.95	146.8	68.1	68.1	27.5	0.002041
y1m10d24	73.12	149.6	5.6	23.0	27.5	0.000702
y1m10d25	73.20	151.1	23.0	23.0	27.5	0.000709
y1m10d26	73.27	152.2	68.1	68.1	27.5	0.002115
y1m10d27	73.51	156.5	23.0	23.0	27.5	0.000734
y1m10d28	73.94	164.6	23.0	23.0	27.5	0.000772
y1m10d29	74.07	167.1	68.1	68.1	27.5	0.002323
y1m10d30	74.12	168.1	68.1	68.1	27.5	0.002337
y1m11d1	74.38	173.4	68.1	68.1	27.5	0.002410
y1m11d2	74.60	178.1	68.1	68.1	27.5	0.002476
y1m11d3	74.90	184.8	23.0	23.0	27.5	0.000867
y1m11d4	74.99	186.8	68.1	68.1	27.5	0.002597
y1m11d5	75.00	187.5	68.1	68.1	27.5	0.002606
y1m11d6	75.00	187.1	68.1	68.1	27.5	0.002600
y1m11d7	74.96	186.0	68.1	68.1	27.5	0.002586
y1m11d8	74.91	185.1	68.1	68.1	27.5	0.002573
y1m11d9	74.86	183.8	68.1	68.1	27.5	0.002555
y1m11d10	74.78	182.1	68.1	68.1	27.5	0.002532
y1m11d11	74.69	180.1	68.1	68.1	27.5	0.002503
y1m11d12	74.59	177.8	68.1	68.1	27.5	0.002471
y1m11d13	74.46	175.2	68.1	68.1	27.5	0.002435
y1m11d14	74.33	172.4	68.1	68.1	27.5	0.002396
y1m11d15	74.19	169.5	68.1	68.1	27.5	0.002356
y1m11d16	74.04	166.5	68.1	68.1	27.5	0.002314
y1m11d17	73.88	163.4	68.1	68.1	27.5	0.002272
y1m11d18	73.72	160.3	68.1	68.1	27.5	0.002228
y1m11d19	73.54	157.1	68.1	68.1	27.5	0.002184
y1m11d20	73.36	153.9	68.1	68.1	27.5	0.002139
y1m11d21	73.18	150.6	68.1	68.1	27.5	0.002094
y1m11d22	73.06	148.6	68.1	68.1	27.5	0.002066
y1m11d23	72.93	146.5	68.1	68.1	27.5	0.002036

Nghiên cứu đề xuất phương án phối hợp vận hành điều tiết nước hợp lý các hồ chứa thủy lợi, thủy điện trên sông Cả phục vụ cấp nước và phòng, chống lũ cho hạ du

y1m11d24	72.79	144.2	68.1	68.1	27.5	0.002004
y1m11d25	72.87	145.5	23.0	23.0	27.5	0.000683
y1m11d26	72.70	142.7	68.1	68.1	27.5	0.001984
y1m11d27	72.88	145.7	23.0	23.0	27.5	0.000684
y1m11d28	73.08	148.9	23.0	23.0	27.5	0.000699
y1m11d29	73.23	151.5	23.0	23.0	27.5	0.000711
y1m11d30	73.42	154.9	11.7	23.0	27.5	0.000727