

## XÂY DỰNG QUY TRÌNH VẬN HÀNH HỆ THỐNG LIÊN HỒ CHỨA HÒA BÌNH, THÁC BÀ, TUYỀN QUANG PHỤC VỤ CẤP NƯỚC TRONG MÙA KHÔ CHO HẠ DU LƯU VỰC SÔNG HỒNG-THÁI BÌNH

TS. Tô Trung Nghĩa, TS. Lê Hùng Nam (Viện Quy hoạch Thủy lợi)

### Tóm tắt

Quy trình vận hành liên hồ chứa đa mục tiêu cấp nước lần đầu được nghiên cứu phát triển ở Việt Nam cho hệ thống liên hồ chứa trên lưu vực sông Hồng-Thái Bình là lưu vực sông đã luôn xảy ra tình hình thiếu nước, mâu thuẫn giữa các ngành sử dụng nước trong thời gian gần đây. Nghiên cứu đưa vào ứng dụng thành công phương pháp tiếp cận kết hợp mô hình toán mô phỏng với mô hình toán tối ưu phi tuyến, cùng sự hỗ trợ của công cụ tiên tiến của thế giới như mô hình thủy động lực học MIKE 11 và công nghệ tối ưu GAMS, đã đề xuất quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang đảm bảo cấp nước cho hạ du (sinh hoạt, công nghiệp, giao thông thủy, nông nghiệp, môi trường) và phát điện. Quy trình được đề xuất sẽ giúp vận hành hệ thống liên hồ chứa đảm bảo cấp đủ nước cho hạ du lưu vực sông Hồng-Thái Bình trong mùa khô với mức đảm bảo 85%. Hướng tiếp cận nghiên cứu có thể mở rộng cho các hệ thống hồ chứa khác ở Việt Nam.

### I. Giới thiệu chung

Một số rất lớn các hồ chứa được xây dựng trên toàn thế giới cũng như ở Việt Nam trong nhiều thập kỷ gần đây. Hệ thống hồ chứa đóng vai trò quan trọng trong nền kinh tế quốc dân tuy vậy theo một số đánh giá thì rất nhiều hệ thống hồ chứa lớn đã không đem lại hiệu ích kinh tế, môi trường như đã được đánh giá trong quá trình lập dự án. Lý do phát huy hiệu quả kém có thể do trong giai đoạn thiết kế không chú ý đầy đủ đến chế độ quản lý vận hành sau khi dự án hoàn tất, không lường trước được các yêu cầu, mục tiêu nảy sinh trong quá trình vận hành hệ thống sau khi hoàn thành ví dụ như các yêu cầu về cấp nước sinh hoạt, công nghiệp, yêu cầu duy trì dòng chảy môi trường sông, duy trì sinh thái vùng hạ lưu. Mâu thuẫn nảy sinh giữa các mục tiêu sử dụng nước có thể coi là nguyên nhân chính dẫn đến kém hiệu quả trong vận hành khai thác hệ thống hồ chứa.

Vận hành hồ chứa là một một trong những vấn đề được chú ý nghiên cứu tập trung nhiều nhất trong lịch sử hàng trăm năm của công tác quy hoạch quản lý hệ thống nguồn nước từ nghiên cứu của Rippl ở thế kỷ 19 về dung tích trữ phục vụ cấp nước (Rippl, 1883) đến các nghiên cứu gần đây của Lund về phương pháp luận trong vận hành tối ưu hệ thống liên hồ chứa hực vụ đa mục tiêu (Lund và Guzman, 1999, Labadie, 2004). Nghiên cứu vận hành quản lý hệ thống hồ chứa luôn phát triển cùng thời gian nhằm phục vụ các yêu cầu liên tục phát triển của xã hội. Mặc dù đã đạt được những tiến bộ vượt bậc trong nghiên cứu quản lý vận hành hồ chứa nhưng cho đến thời điểm hiện tại không có một lời giải chung cho mọi hệ thống mà tùy đặc thù của từng hệ thống sẽ có các lời giải phù hợp.

Lưu vực sông Hồng có diện tích tự nhiên lưu vực 169000Km<sup>2</sup> (phần thuộc lãnh thổ Việt Nam là 86680 Km<sup>2</sup>) bao gồm địa giới hành chính của 26 tỉnh Bắc bộ là trung tâm chính trị, kinh tế của cả nước. Trên lưu vực hàng nghìn hệ thống công trình thủy lợi đã được xây dựng tưới cho 620000 ha lúa chiêm xuân, 730000 ha lúa mùa, hàng chục nghìn ha rau màu, cây công nghiệp, cây ăn quả, chống lũ kết hợp tiêu úng bảo vệ hàng vạn ha đất canh tác và các khu công nghiệp dân cư đô thị trên toàn lưu vực. Tổng lượng dòng chảy lưu vực sông Hồng khá lớn (khoảng 135 tỉ m<sup>3</sup>/năm) nhưng

phân bố rất không đều theo thời gian trong năm, tổng lượng dòng chảy 7-9 tháng mùa khô chỉ chiếm từ 20-30% tổng lượng dòng chảy năm. Đặc biệt trong vài năm trở lại đây tình hình hạn hán trên lưu vực ngày càng trở lên khắc nghiệt mực nước tại Hà Nội xuống đến 1.58m (8/3/2005), 1.38m (20/2/2006). Dòng chảy thất thường gây ra những hậu quả vô cùng lớn ảnh hưởng đến hoạt động phát triển kinh tế xã hội trong vùng, môi trường xuống cấp. Nguyên nhân chính dẫn tới tình hình hạn liên tục xảy ra trong những năm gần đây trên lưu vực sông Hồng có thể kể đến là do (i) diễn biến phức tạp của thời tiết; (ii) gia tăng mức độ phức tạp của các hoạt động sử dụng nước; (iii) vận hành điều tiết nước của hệ thống hồ chứa không phù hợp với yêu cầu nước ở hạ du; ngoài ra cũng phải kể đến khả năng dòng chảy đến từ thượng nguồn sụt giảm do các hoạt động khai thác sử dụng nước từ vùng lưu vực sông thuộc lãnh thổ Trung Quốc (Tô Trung Nghĩa và Lê Hùng Nam, 2007).

Vận hành hệ thống liên hồ chứa phục vụ cấp nước ở Việt Nam nói chung và cho lưu vực sông Hồng nói riêng chưa được tập trung nghiên cứu. Một số nghiên cứu liên quan đã được các cơ quan nghiên cứu của các Bộ Nông nghiệp và PTNT, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Công thương được tiến hành chủ yếu tập trung vào nhiệm vụ chống lũ. Một số nghiên cứu vận hành hồ điều tiết cấp nước mới tập trung vào các mục tiêu cấp nước đơn lẻ. Đặc biệt các nghiên cứu chưa mang tính hệ thống liên hồ, đa mục tiêu sử dụng. Để giải quyết vấn đề cấp nước trong mùa khô vùng đồng bằng sông Hồng-sông Thái Bình Viện Quy hoạch Thủy lợi trong thời gian vừa qua đã tiến hành dự án nghiên cứu xây dựng quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa lớn điều tiết nước cho vùng hạ du lưu vực sông, đã tiến hành đánh giá các nghiên cứu liên quan trong và ngoài nước đề xuất phương pháp nghiên cứu cho lưu vực sông Hồng-Thái Bình trên cơ sở nguồn số liệu về thông nguồn nước kết hợp đưa vào tính toán công cụ mô hình toán hiện đại về thủy động lực học và tối ưu phi tuyến để đề xuất quy trình vận hành liên hồ chứa đa mục tiêu cho hệ thống. Báo cáo này sẽ trình bày tóm tắt kết quả tính toán của dự án nghiên cứu trên.

## 2. Phương pháp xây dựng quy trình

Mỗi hồ chứa thông thường có một chế độ vận hành riêng. Ngay cả khi hồ chứa nằm trong hệ thống vẫn thông thường vận hành một cách độc lập với các hồ chứa khác trong hệ thống. Đối với cấp nước nông nghiệp do đặc thù thời tiết mùa vụ thường bắt đầu từ đầu mùa xuân lại là thời điểm khi lượng dòng chảy trong sông xuống nhất gây khó khăn cho việc lấy nước tưới. Khác với mục tiêu cấp nước nông nghiệp, yêu cầu nước cho đô thị, sinh hoạt và công nghiệp không có thay đổi lớn theo thời gian trong năm. So sánh với yêu cầu nước nông nghiệp thì lượng nước yêu cầu cho đô thị, sinh hoạt, công nghiệp thương mại không lớn đặc biệt khi phạm vi nghiên cứu là lưu vực lớn ở các quốc gia đang phát triển như Việt Nam khi các khu công nghiệp và đô thị lớn chưa phát triển mạnh. Yêu cầu nước cho thủy điện thường được kết hợp với các yêu cầu sử dụng nước khác như cấp nước, duy trì giao thông thủy. Đây là loại hình sử dụng nước không tiêu thụ, nước qua tuốc bin phát điện sẽ chảy về hạ lưu phục vụ các yêu cầu khác như cấp nước tưới, duy trì giao thông thủy. Tuy vậy để đảm bảo hiệu suất tối đa cho phát điện cần duy trì mực nước hồ được giữ ở mức cao trong thời gian dài.

Qua rà soát các phương pháp nghiên cứu đã và đang tiến hành trên thế giới cho thấy vận hành hệ thống nguồn nước, hệ thống hồ chứa phục vụ đa mục tiêu là một quá trình phức tạp bị chi phối bởi nhiều yếu tố ngẫu nhiên, trong khi phải thỏa mãn các

yêu cầu hầu như đối nghịch của các ngành dùng nước nên mặc dù đã được đầu tư nghiên cứu rất bài bản và chi tiết nhưng các ứng dụng thành công chủ yếu gắn liền với đặc thù từng hệ thống, không có phương pháp luận, công cụ có thể dùng chung cho mọi hệ thống. Kinh nghiệm nghiên cứu trên thế giới cho thấy việc đưa vào ứng dụng mô hình toán mô phỏng kết hợp với phương pháp tối ưu là phù hợp với bài toán vận hành hệ thống hồ chứa và hệ thống công trình thủy lợi phục vụ đa mục tiêu (Labadie, 2004).

Qua phân tích đánh giá các nghiên cứu liên quan trong và ngoài nước, tình hình nguồn nước, sử dụng nước, hệ thống công trình thủy lợi lưu vực sông Hồng – Thái Bình nghiên cứu này sẽ xây dựng quy trình vận hành liên hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà và Tuyên Quang theo phương pháp sau đây:

- (i) Tính toán yêu cầu nước của vùng hạ du (sinh hoạt, công nghiệp, nông nghiệp, giao thông thủy, môi trường).
- (ii) Xác định ràng buộc về yêu cầu nước từ thượng nguồn đáp ứng các nhu cầu nước của hạ du theo thời gian.
- (iii) Đề xuất quy trình vận hành hệ thống trên cơ sở tính toán tối ưu phối hợp vận hành hệ thống ba hồ chứa Hòa bình, Thác Bà, Tuyên Quang đảm bảo cấp đủ nước cho các nhu cầu dụng nước ở hạ du (thỏa mãn các ràng buộc) đồng thời tối đa lượng điện phát.

## 2.1. Tính toán nhu cầu nước

Nhu cầu nước được tính toán với các nút lấy nước từ dòng chính sông Hồng (kể từ các hồ chứa lớn xuống) với tổng diện tích trong giai đoạn hiện tại cấp cho nông nghiệp khoảng 550000ha đất canh tác và trên 14 triệu dân cùng các hoạt động kinh tế của vùng đồng bằng Bắc Bộ với 55 khu lấy nước chính với khoảng 200 nút nhỏ. Nhu cầu tưới vụ đông xuân được tính bằng mô hình CROPWAT có xem xét tập quán làm ải, làm dầm và rửa mặn vùng đất ven biển. Cấp nước đô thị được tính toán theo định hướng cấp nước đô thị đến năm 2020 của Bộ Xây Dựng cho các khu vực đô thị từ dòng chính. Khu vực nông thôn vùng trung du nước cấp cho sinh hoạt và chăn nuôi chủ yếu từ nguồn nước ngầm, vùng ven biển chủ yếu là lấy nước mặt trên các hệ thống thủy lợi. Ở giai đoạn hiện tại hơn 50% nhu cầu nước sử dụng cho các ngành công nghiệp sinh hoạt là sử dụng nước ngầm, tuy nhiên vùng khu vực ven biển, hạ du Tả Hồng và Hạ du Thái Bình lấy từ nước mặt chiếm đến trên 90%. Tổng nhu cầu nước các ngành sử dụng nước vùng nghiên cứu được tính toán cho chuỗi 44 năm (mỗi năm tính cho 7 tháng mùa khô từ tháng 11 năm trước đến tháng 5 năm sau) được trình bày trong Bảng 1. Dự án cũng xem xét đến yêu cầu nước cho giao thông thủy trên dòng chính hệ thống sông Hồng-Thái Bình.

Bảng 1. Nhu cầu nước vùng hạ du mùa khô ứng với tần suất 85% (triệu m<sup>3</sup>)

Ngành sử dụng nước	Tháng						
	12	11	1	2	3	4	5
Tổng	340	363	887	3653	1934	1821	1428
Trồng trọt	180	202	831	3515	1773	1662	1267
Chăn nuôi	22.0	22.8	22.8	20.6	22.8	22.0	22.8
Thủy sản	106	106	0	88	106	106	106
Đô thị	25.3	26.1	26.1	23.6	26.1	25.3	26.1
Công nghiệp	2.5	2.6	2.6	2.3	2.6	2.5	2.6
Sinh hoạt nông thôn	4.0	4.1	4.1	3.7	4.1	4.0	4.1

## 2.2. Xác định ràng buộc về yêu cầu nước của hạ du

Để đảm bảo cho hệ thống công trình khai thác sử dụng nước vùng hạ du lưu vực sông Hồng-Thái Bình (gồm hàng nghìn trạm bơm, cống tự chảy) phải duy trì mực nước hợp lý trên toàn hệ thống. Dự án đã đưa vào ứng dụng mô hình toán thủy động lực học 1 chiều MIKE 11 tính toán thử dần các trường hợp điều tiết cấp nước từ thượng nguồn đảm bảo cấp đủ nước cho hệ thống với mức đảm bảo 85%.

Mô hình toán thủy lực được xây dựng trên cơ sở số hóa mạng sông từ ảnh chụp vệ tinh vùng hạ lưu lưu vực sông theo tọa độ UTM với tổng số 38 nhánh sông chính với lòng dẫn sông chủ yếu là số liệu đo năm 2000, 10 biên trên (biên dòng chảy đến từ thượng nguồn), 9 biên dưới (biên mực nước triều), và 42 biên nhập lưu khu giữa. Biên dòng chảy đến và biên nhập lưu khu giữa được lấy từ số liệu thực đo và qua tính toán phân tích sử dụng mô hình mưa rào dòng chảy NAM và TANK. Biên mực nước triều tại 9 cửa sông được tính từ mô hình Delf2D của vùng Vịnh Bắc Bộ. Như đã trình bày trong vùng nghiên cứu hệ thống công trình lấy nước dày đặc các trạm bơm, cống lấy nước. Do số trạm bơm và cống quá lớn, trong nghiên cứu này xem xét gộp các trạm bơm, cống nhỏ thành các trạm bơm và cống lớn tổng cộng có 110 vị trí trạm bơm và 46 vị trí cống được xem xét trong sơ đồ tính.

Qua tính toán thử dần đã xác định được yêu cầu nước cho vùng hạ du trong 7 tháng mùa khô. Kết quả này được xem làm ràng buộc mà các hồ chứa thượng du cần phải điều tiết đáp ứng trong tính toán vận hành tối ưu hệ thống.

## 2.3. Xác định chế độ vận hành tối ưu hệ thống liên hồ chứa đa mục tiêu

Phương pháp tối ưu phi tuyến đã được sử dụng trong nghiên cứu để mô tả vận hành hệ thống hồ chứa điều tiết thượng lưu đáp ứng đủ nhu cầu nước hạ du đồng thời tối đa điện lượng phát từ hệ thống ba nhà máy thủy điện. Để mô phỏng tối ưu hóa hệ thống hồ chứa điều tiết và nhà máy thủy điện trong dự án đã xây dựng một bộ mã nguồn chương trình máy tính sử dụng công nghệ GAMS mô phỏng bài toán tối ưu phi tuyến hệ thống công trình điều tiết, nhà máy thủy điện và các hộ sử dụng nước (Hình 1). GAMS là công nghệ mô hình hóa vận hành hệ thống tối ưu có thể giải hầu hết các dạng bài toán tối ưu tuyến tính, phi tuyến, tối ưu động.... GAMS được đánh giá là công cụ rất phù hợp để giải các bài toán tối ưu trong lĩnh vực quản lý nguồn nước. Công nghệ GAMS đã được ứng dụng thành công cho nhiều lưu vực sông trên thế giới trong đó có như lưu vực sông Maipo (Chilê), Mekong. Trong nước đã đưa vào tính toán vận hành hệ thống công trình thủy lợi vùng thượng du sông Thái Bình (Tô Trung Nghĩa và nnk, 2006).

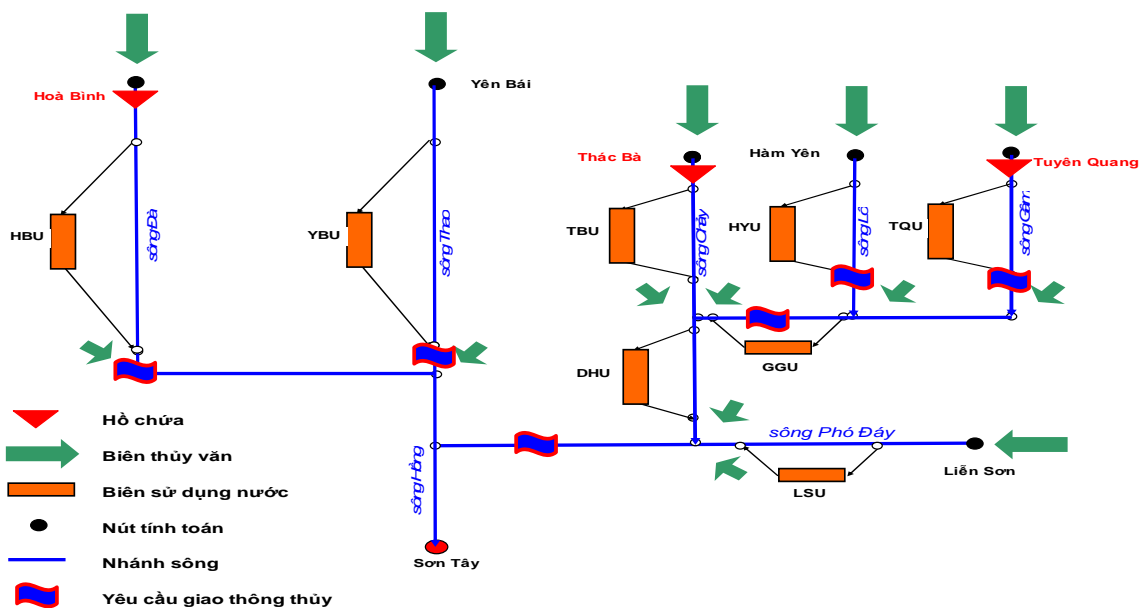
Hàm mục tiêu của hệ thống ba hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang là tổng điện lượng phát từ hệ thống ba hồ. Ràng buộc về nhu cầu nước cho hạ du được đưa vào dưới dạng chuỗi lưu lượng tại vị trí trạm thủy văn Sơn Tây trên dòng chính sông Hồng (sau nhập lưu các sông Đà, Thao, Lô). Ngoài ra các ràng buộc về đặc trưng thiết kế của hồ chứa, nhà máy thủy điện cũng được đưa vào mô hình.

Công thức tính điện lượng  $E(n,t) = 9.81 \times \eta \times Q_{\text{turbine}}(n,t) \times (H(n,t) - H_{\text{hl}}(n,t)) \times \Delta t$  trong đó  $E(n,t)$  là điện lượng trung bình tháng hồ  $n$  tại bước thời gian  $t$  (KWh);  $\eta$  là hệ số hiệu suất tổng hợp;  $Q_{\text{turbine}}(n,t)$  là lưu lượng nước trung bình qua turbine hồ  $n$  tại bước thời gian  $t$  ( $\text{m}^3/\text{s}$ );  $H(n,t)$  là mực nước thượng lưu hồ  $n$  tại thời điểm  $t$  (m);  $H_{\text{hl}}(n,t)$  là mực nước hạ lưu hồ  $n$  tại bước thời gian  $t$  (m);  $\Delta t$  bước thời gian tính toán (h).

Hàm mục tiêu tổng điện lượng  $\max E = \sum E(n,t)$  với mọi  $n$  và mọi  $t$ .

Với mục tiêu là quy trình vận hành phải thuận tiện cho cơ quan quản lý hệ thống trong tương lai. Để đáp ứng các yêu cầu trên dự án đưa vào tính toán tối ưu theo 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 với ưu điểm (i) cho phép cơ quan quản lý vận hành hệ thống có thể linh hoạt 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.



Hình 1. Sơ đồ tính vận hành tối ưu hệ thống liên hồ chứa Hòa Bình-Thác Bà-Tuyên Quang

Quan hệ toán học chặt chẽ có thể trình bày dưới dạng tổng quát:

$$Q(t+1,n) = a_{HB}(t,n) \times S_{HB}(t) + a_{TB}(t,n) \times S_{TB}(t) + a_{TQ}(t,n) \times S_{TQ}(t) + a_{đến}(t,n) \times Q_{đến}(t,n)$$

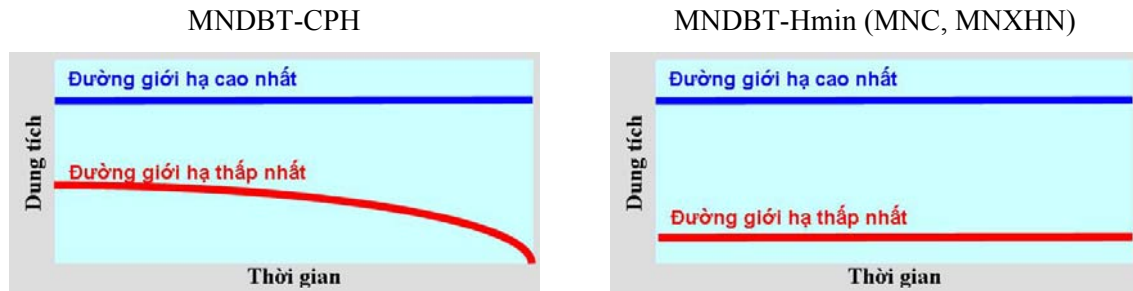
trong đó  $Q(t+1,n)$  là lưu lượng xả trung bình thời đoạn  $t+1$  từ hồ  $n$  ( $m^3/s$ );  $S(t,n)$  là lưu lượng cuối thời đoạn  $t+1$  của hồ  $n$  (triệu  $m^3$ );  $Q_{đến}(t,n)$  là lưu lượng dòng chảy đến hồ  $n$  trung bình thời đoạn  $t$  ( $m^3/s$ );  $a_{xx}(t,n)$  là thông số vận hành của hồ  $n$  tại bước thời gian thứ  $t$ .

Khác với phương pháp quan hệ toán học chặt chẽ mô tả ở trên phương pháp thả lỏng cho phép hệ thống mô hình tối ưu sẽ chỉ dựa trên các ràng buộc về dung tích trữ và đặc tính của hồ chứa, của nhà máy thủy điện 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. Trong đó ràng buộc về dung tích trữ của hồ chứa trong mùa khô được mô tả trong Hình 2 với giới hạn trên là mực nước dâng bình thường (MNDBT), và giới hạn dưới là đường chống phá hoại (CPH) hoặc đường mực nước nhỏ nhất ( $H_{min}$ ). Do hệ thống hồ chứa bao gồm hồ chứa điều tiết năm và hồ

chứa điều tiết nhiều năm nên riêng đối với Hmin đã tính toán cho hai trường hợp Hmin = MNC (mức nước chết) và Hmin = MNXHN (mức nước xả hàng năm).

Do tính biến đổi chậm của dòng chảy đến và yêu cầu nước hạ du, để thuận tiện cho công tác vận hành công trình hồ chứa và công trình khai thác sử dụng nguồn nước ở hạ du thì mỗi mùa khô sẽ chia thành 21 bước thời gian tuần 10 ngày (của tổng cộng 44 mùa khô).

Kết quả tính toán tối ưu sẽ khẳng định hệ thống bao hồ chứa Hòa bình, Thác Bà, Tuyên Quang có thể đáp ứng được yêu cầu của toàn hệ thống hay không? phối hợp vận hành hệ thống ba hồ như thế nào là hợp lý nhất trong mùa khô?



Hình 2. Giới hạn dung tích sử dụng trong tính toán tối ưu

### 3. Kết quả nghiên cứu

Qua tính toán thử dần thủy lực mạng sông cho chuỗi 44 số liệu 7 tháng mùa khô (từ tháng XI đến tháng V, từ năm 1961 đến 2004) đã xác định được yêu cầu nước tối thiểu cần điều tiết cho hạ du. Đây là một quá trình thử dần đòi hỏi khối lượng tính toán rất lớn gồm các bước (i) giả thiết lưu lượng điều tiết từ thượng nguồn, (ii) tính toán thủy lực mạng sông cho chuỗi 44 mùa khô, (iii) kiểm tra đáp ứng nhu cầu nước vùng hạ lưu cho chuỗi 44 mùa khô nếu không đáp ứng nhu cầu nước hạ du thì tăng lưu lượng điều tiết từ thượng nguồn (bước (i)) – quá trình này được tính thử dần cho đến khi hệ thống được cấp đủ nước.

Yêu cầu lưu lượng điều tiết từ thượng du được sử dụng làm ràng buộc chính cho tính toán mô hình tối ưu để xác định chế độ điều tiết liên hồ chứa vừa đảm bảo cấp đủ cho nhu cầu nước hạ du đồng thời tối đa lượng điện phát từ hệ thống ba nhà máy thủy điện. Mô hình tối ưu được chạy cho chuỗi 44 mùa khô (có 21 thời đoạn 10 ngày tương ứng với 1 mùa khô) cho các trường hợp ràng buộc chặt chẽ và ràng buộc thả lỏng.

Bảng 2. Yêu cầu nước mùa khô cho hạ du lưu vực sông Hồng-Thái Bình (lưu lượng tại vị trí trạm thủy văn Sơn Tây-m<sup>3</sup>/s; mực nước tại trạm thủy văn Hà nội-m)

Tuần	1 <sup>(1)</sup>	2	3	4	5	6	7
QSơn Tây	1310	1310	1310	1310	1310	1310	1350
HHà Nội	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.22
Tuần	8	9	10	11	12	13	14
QSơn Tây	1400	1850	1850	1700	1310	1310	1310
HHà Nội	2.26	2.65	2.65	2.52	2.15	2.15	2.15
Tuần	15	16	17	18	19	20	21
QSơn Tây	1310	1310	1310	1310	1310	1310	1310
HHà Nội	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15	2.15

<sup>(1)</sup> Tuần 1 là tuần mười ngày thứ 1 tháng XI năm trước; tuần 21 là tuần thứ 3 tháng V năm sau.

Kết quả tính toán cho thấy với ràng buộc chặt chẽ cho thấy mô hình tối ưu không thể tìm được nghiệm. Điều này cũng phù hợp với một số kết quả nghiên cứu vận hành hồ chứa trên thế giới trước đây. Hầu hết các nghiên cứu có thể nói thành công trên thế giới khi ứng dụng hướng tiếp cận này đều dừng ở phạm vi bài toán khi giải quyết cho hồ chứa đơn độc, đơn mục tiêu sử dụng.

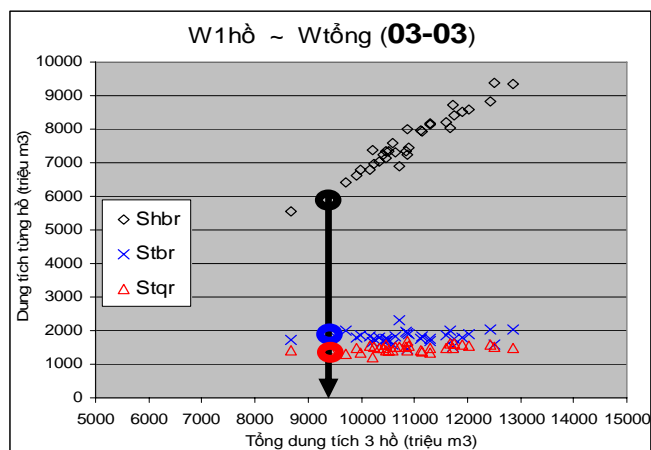
Với ràng buộc thả lỏng mô hình tối ưu đã tìm được nghiệm đảm bảo cấp đủ nước (tần suất đảm bảo 85%) cho vùng hạ du. Kết quả tính toán yêu cầu nước tối thiểu cần điều tiết cho hạ du, điện lượng tối đa cho ba trường hợp ràng buộc thả lỏng được trình bày trong Bảng 2, Bảng 3 tương ứng.

Bảng 3. Điện lượng phát trung bình mùa khô (GWh)

Nhà máy thủy điện	MNDBT-CPHD		MNDBT-MNC		MNDBT-MNXHN	
	Điện lượng	%	Điện lượng	%	Điện lượng	%
Hòa Bình	4.42	82.5%	4.43	82.5%	4.42	83.9%
Thác Bà	0.28	5.2%	0.28	5.2%	0.25	4.7%
Tuyên Quang	0.66	12.3%	0.66	12.3%	0.60	11.5%
Tổng	5.36	100.0%	5.37	100.0%	5.26	100.0%

Qua phân tích chuỗi kết quả tính toán cho thấy để đảm bảo hiệu ích chung cấp nước và phát điện thì thứ tự các hồ tham gia điều tiết như sau: Giai đoạn đầu mùa khô từ tháng XI đến giữa tháng I các hồ xả nước theo lượng nước đến hồ để giữ mực nước hồ ở mực nước dâng bình thường. Nếu cần thiết bổ sung thêm nước cho hạ du thì nên xả thêm từ hồ Thác Bà hoặc Tuyên Quang. Giai đoạn từ giữa tháng I đến cuối tháng II cả 3 hồ điều tiết cho hạ du theo thứ tự hồ Thác Bà và Tuyên Quang điều tiết trước hồ Hoà Bình (muộn hơn khoảng 10 ngày). Hồ Tuyên Quang và Thác Bà có thể bắt đầu giảm lưu lượng điều tiết cho hạ du từ tuần thứ 2/II, hồ Hòa Bình có thể giảm lượng điều tiết từ tuần thứ 3/II. Trong tháng III các hồ hạn chế lưu lượng cho hạ du ở mức công suất phát đảm bảo (N<sub>đb</sub>). Giai đoạn từ đầu tháng IV đến cuối tháng V ba hồ duy trì lưu lượng xả cho hạ du ở mức công suất phát đảm bảo (N<sub>đb</sub>) nhưng có thể tăng lượng xả nếu dòng chảy đến tăng khi có lũ tiểu mãn, hồ Hòa Bình có thể tăng lượng xả về hạ du từ đầu tháng VI, hồ Tuyên Quang từ tuần thứ 3/IV và hồ Thác Bà từ tuần thứ 2/V.

Qua phân tích kết quả tính dự án đã cung cấp các biểu đồ phân bố dung tích hợp lý nhất của ba hồ tại cuối các thời đoạn (10 ngày) trong suốt mùa khô. Ví dụ trong Hình 3 ở thời điểm ngày 21/III hàng năm nếu tổng dung tích ba hồ ở mức 9.4 tỉ m<sup>3</sup> thì nên phân bổ Hòa Bình 6.0 tỉ m<sup>3</sup>, Thác Bà 1.4 tỉ m<sup>3</sup> còn lại ở Tuyên Quang 2.0 tỉ m<sup>3</sup>. Ngoài việc xác định chế độ điều tiết như đã trình bày ở trên dự án cũng đã xác định chế độ điều tiết cho các trường hợp (i) điều kiện nguồn nước đến hạn chế (các năm



Hình 3. Phân bố dung tích hợp lý ở thời điểm đầu tuần thứ 3 của tháng III

dòng chảy đến ứng với tần suất xuất hiện 90%, 95% và nhỏ hơn 95%), (ii) trường hợp dung tích trữ tại đầu mùa khô không đạt thiết kế (hồ không đầy), (iii) xả nước theo kỳ triều cường để tăng hiệu quả lấy nước ở hạ du.

Trong thời gian vừa qua đã có nhiều ý kiến về chế độ vận hành đập phủ đỉnh trong ngày có thể ảnh hưởng xấu đến diễn biến dòng chảy và cấp nước ở hạ du. Kết quả tính toán kiểm tra cho thấy tác động của vận hành đập phủ đỉnh đối với hạ du không lớn (khoảng 5cm tại Hà Nội) nếu lưu lượng điều tiết trung bình ngày từ các nhà máy thủy điện được duy trì liên tục đảm bảo yêu cầu của hạ du như trong Bảng 2. Trên cơ sở kết quả tính toán thủy lực, tối ưu và tính toán dự báo thủy văn dòng chảy đến, dự án đã xây dựng nội dung “Quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa sông Đà, sông Lô điều tiết nước trong mùa cạn cho hạ du sông Hồng-Thái Bình” gồm 4 chương, 21 điều và 2 phụ lục.

#### **4. Kết luận và kiến nghị**

Bài toán cấp nước mùa khô cho vùng hạ du lưu vực sông Hồng-Thái Bình đã được tiến hành nghiên cứu tại Viện Quy hoạch Thủy lợi qua kết hợp phương pháp mô hình toán mô phỏng và mô hình toán tối ưu để xây dựng quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa đa mục tiêu Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang. Đây là nghiên cứu lần đầu được tiến hành ở Việt Nam và hiện cũng là vấn đề lớn đang được tập trung nghiên cứu trên thế giới. Dự án nghiên cứu đã tổng hợp một lượng thông tin, số liệu rất lớn về thủy văn, sử dụng nước, hệ thống công trình khai thác sử dụng nguồn nước trên lưu vực sông Hồng-Thái Bình. Đã xây dựng và đưa vào ứng dụng thành công mô hình toán thủy động lực học MIKE 11 và mô hình toán tối ưu phi tuyến phân bổ nguồn nước kết hợp phát điện sử dụng công nghệ tối ưu GAMS cho lưu vực sông Hồng-Thái Bình. Trên cơ sở kết quả tính toán dự án nghiên cứu đã đề xuất “Quy trình vận hành hồ chứa bậc thang sông Đà, sông Lô điều tiết nước trong mùa khô cho hạ du sông Hồng - Thái Bình” phục vụ cho công tác vận hành điều tiết hệ thống ba hồ chứa Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang đảm bảo cấp đủ nước cho hạ du trong mùa khô.

Chuẩn bị cho giai đoạn đưa vào vận hành hồ Sơn La trong thời gian tới cần tiếp tục tiến hành nghiên cứu đề xuất quy trình vận hành hệ thống liên hồ chứa 4 hồ Hòa Bình, Thác Bà, Tuyên Quang và Sơn La đảm bảo vận hành hiệu quả phục vụ cấp nước cho các ngành sử dụng nước hạ du lưu vực sông Hồng-Thái Bình trong mùa khô.