

TÍNH TOÁN XÂY DỰNG BIỂU ĐỒ VẬN HÀNH HỒ CHỨA CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN SÔNG BUNG 4

CALCULATION FOR RESERVOIR OPERATION DIAGRAM OF HYDROPOWER PLANT SONG BUNG 4

Ngô Văn Dương¹, Phạm Hùng Trinh²

¹Đại học Đà Nẵng; nvduong@ac.udn.vn

²Ban QLDA thủy điện Sông Bung 4; phamhungtrinh@gmail.com

Tóm tắt - Nhà máy thủy điện Sông Bung 4 là dự án nằm trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam. Dự án này sắp đưa vào hoạt động chính thức nên phải có phương thức vận hành hồ chứa sao cho phù hợp để không lãng phí nguồn nước và đảm bảo phát điện hiệu quả. Bài báo trình bày kết quả tính toán xây dựng biểu đồ vận hành hồ chứa nước của nhà máy thủy điện Sông Bung 4 trên cơ sở số liệu thủy văn của dòng sông thu thập được trong 29 năm. Biểu đồ vận hành hồ chứa cho phép xác định khả năng phát công suất tối đa của nhà máy dựa vào mức nước trong hồ và thời điểm vận hành. Đây là cơ sở để xây dựng chiến lược chào giá bán điện của nhà máy trong thị trường điện cạnh tranh.

Từ khóa - biểu đồ vận hành; thủy văn; thủy điện Sông Bung 4; hồ chứa; thị trường điện cạnh tranh.

Abstract - Song Bung 4 Hydropower Plant is located on Vu Gia-Thu Bon river system of Quang Nam province. This plant project is about to be put into official operation, therefore, it is necessary to have appropriate reservoir operating mode so as not to waste water and to ensure efficient power generation. The paper presents the results of calculations for reservoir operation diagram of hydropower plant Song Bung 4 on the basis of the river hydrographic data which has been collected in 29 years. Reservoir operation diagram enables us to identify the plant's possible maximum capacity based on operating time and water level in the reservoir. This is the foundation for building the power bidding strategy of the plant in commercial electricity market.

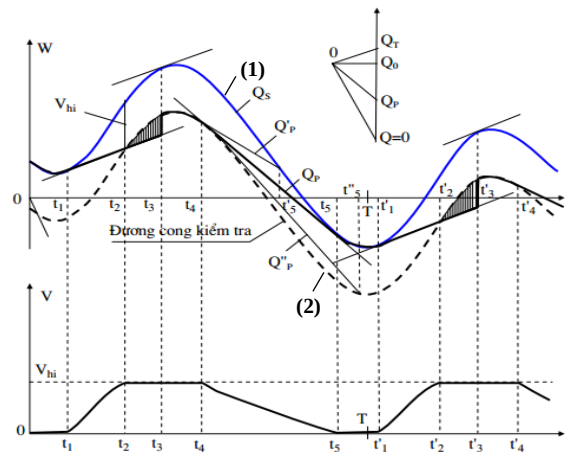
Key words - operation diagram; hydrographic; Song Bung 4 Hydropower; reservoir; commercial electricity market.

1. Đặt vấn đề

Theo quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011 – 2020, có xét đến năm 2030, đến năm 2020, nhu cầu sử dụng điện của cả nước vào khoảng 330 – 362 tỷ kWh, tổng công suất của các nhà máy điện là 75.000MW, trong đó thủy điện chiếm 23,1% [1]. Để đáp ứng được chỉ tiêu trên thì ngoài việc huy động mọi nguồn lực phát triển nguồn điện, cần có phương pháp sử dụng tài nguyên nước tại hồ chứa thủy điện một cách hợp lý. Nhà máy thủy điện Sông Bung 4 là dự án nằm trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn thuộc tỉnh Quảng Nam. Dự án này sắp đưa vào hoạt động chính thức, nên phải có phương thức vận hành hồ chứa sao cho phù hợp để không lãng phí nguồn nước và đảm bảo phát điện hiệu quả. Theo số liệu thống kê về thủy văn dòng sông cho phép xây dựng được đường cong lũy tích nước về trong hệ tọa độ xiên và đặc tính vận hành tối ưu (đặc trưng cho năm nước lớn, nước trung bình và nước kiệt), nhằm tận dụng lưu lượng nước về để nâng cao sản lượng điện của nhà máy. Tuy nhiên, việc dự báo lưu lượng nước về hàng năm thường sai số lớn, do đó rất khó chọn đặc tính vận hành tối ưu nào để sử dụng, cho nên thường sử dụng biểu đồ vận hành hồ chứa. Tính toán xây dựng chính xác được biểu đồ vận hành hồ chứa thủy điện Sông Bung 4 sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho công tác vận hành hồ chứa, đảm bảo chủ động trong mọi tình huống, xử lý đúng, khắc phục những biến động bất thường của dòng chảy cũng như yêu cầu đột xuất về nhu cầu cấp nước hạ lưu, nhu cầu năng lượng và thời điểm thuận lợi chào giá khi tham gia thị trường phát điện cạnh tranh.

2. Phương pháp xây dựng biểu đồ vận hành hồ chứa của nhà máy thủy điện [2, 5]

2.1. Phương pháp xây dựng đường cong lũy tích nước vận hành tối ưu trong một năm



Hình 1. Xây dựng đường cong lũy tích lưu lượng nước điều tiết tối ưu

Đường cong lũy tích nước vận hành tối ưu trong một năm được xây dựng trên cơ sở đạt được mục tiêu sử dụng nước hiệu quả, nghĩa là hạn chế đến mức thấp nhất lượng nước xả tràn. Trình tự xây dựng đường cong lũy tích nêu trên như sau:

- Dựa vào số liệu thủy văn để vẽ đường cong lũy tích nước chảy vào hồ (LTNV) trong hệ tọa độ xiên như đường (1) trên Hình 1.

- Dựa vào trị số dung tích hữu ích của hồ chứa, vẽ một đường cong nằm dưới và cách đều đường cong lũy tích nước chảy vào hồ một đoạn bằng V_{hi} . Đường cong vừa vẽ gọi là đường cong kiểm tra (KT) đường (2) trên Hình 1.

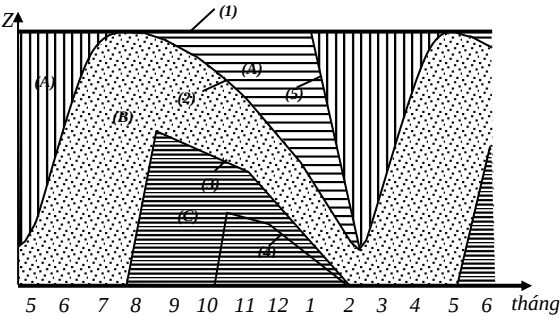
- Để vẽ đường cong lũy tích lưu lượng nước điều tiết tối ưu (LTNTU) trong một năm, ta chọn điểm đầu $t = 0$

trùng với giai đoạn cuối của mùa nước cạn (đầu mùa lũ). Giai đoạn này cho nhà máy vận hành với toàn bộ lưu lượng nước về để hồ có dung tích lớn nhất đón mùa nước lũ, cho nên đường cong LTNTU trùng với đường cong LTNV. Đầu mùa mưa, lưu lượng nước về (LLNV) tăng lên và đến thời điểm $t = t_1$ LLNV bằng lưu lượng nước vận hành cực đại (Q_{Tmax}), đường cong LTNTU trùng với đường tiếp tuyến, tiếp xúc với đường cong LTNV tại t_1 . Độ nghiêng của tiếp tuyến được xác định dựa vào biểu đồ tỷ lệ xích hình tia tương ứng với Q_{Tmax} . Khi qua thời điểm t_1 LLNV lớn hơn lưu lượng nước qua tuabin, lượng nước thừa được lưu trữ trong hồ, đến thời điểm t_2 hồ đầy và bắt đầu xả tràn. Quá trình xả kéo dài đến thời điểm t_3 , lúc này LLNV giảm xuống bằng Q_{Tmax} . Trong khoảng thời gian từ t_3 - t_4 cho nhà máy vận hành với toàn bộ LLNV, đường cong trùng với đường cong KT. Việc sử dụng nước hồ được bắt đầu từ thời điểm $t_4 - t_5$. Đây là mùa nước cạn, phương án điều tiết được chọn là vận hành với lưu lượng nước không đổi và được xác định theo độ nghiêng của đường thẳng tiếp xúc phía dưới với đường cong LTNV tại t_5 , và phía trên đường cong KT tại t_4 . Đến thời điểm t_5 hồ ở mực nước chết sẵn sàng đón nước mùa mưa cho chu kỳ điều tiết năm sau.

2.2. Phương pháp xây dựng biểu đồ vận hành hồ chứa của nhà máy thủy điện

Dựa vào số liệu thủy văn để xây dựng đặc tính tần suất đảm bảo nước, từ đó chọn các năm có lượng nước gần với lượng nước của năm đảm bảo tính toán $Q_p(Q_{90\%})$, $0,8Q_p$ và $0,6Q_p$ của nhà máy. Xây dựng các đường cong LTNTU cho các năm có lượng nước gần với lượng nước của năm đảm bảo Q_p và đường cong biểu thị mức nước trong hồ, đường bao phía trên của các đường cong biểu thị mức nước trong hồ cho đường cong (2) trên Hình 2. Tương tự vẽ cho các năm có lượng nước gần với năm có lượng nước ứng với $0,8Q_p$ và $0,6Q_p$ của nhà máy, ta được đường (3) và (4), đường (1) ứng với mức nước dâng bình thường. Các đường cong trên chia biểu đồ hồ chứa làm 3 vùng: (A) Vùng chống xả thừa (phát công suất tối đa); (B) Vùng phát công suất đảm bảo; (C) Vùng phát công suất hạn chế. Từ biểu đồ hồ chứa theo thời gian, tùy thuộc mức nước thực tế trong

hồ ta cho nhà máy phát công suất phù hợp.



Hình 2. Biểu đồ vận hành hồ chứa

3. Áp dụng xây dựng biểu đồ vận hành hồ chứa nhà máy thủy điện Sông Bung 4 [4]

3.1. Số liệu thủy văn

Dự án thủy điện Sông Bung 4 nằm trên hệ thống sông Vu Gia – Thu Bồn là nhà máy trọng điểm nhóm A, công trình kết hợp đập dâng với đường ống dẫn nước áp lực thuộc huyện Nam Giang, tỉnh Quảng Nam với các thông số chính được tóm tắt trong Bảng 1:

Bảng 1. Thông số chính dự án

Chỉ tiêu	Đơn vị	Giá trị
MNDBT	m	222,5
MNC	m	205
Cột nước tính toán	m	106
Công suất lắp máy	MW	156
Số lượng tổ máy	Tổ	2
Điện năng trung bình năm	tr.kWh	586,25

Lưu lượng trung bình nhiều năm tại tuyến đập chính $Q_0=47,95 \text{ m}^3/\text{s}$. Chuỗi thủy văn được thu thập trong 29 năm cho ở Bảng 2 [3]:

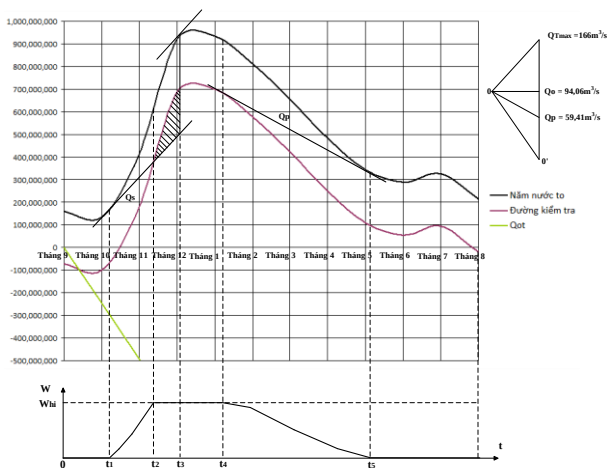
Bảng 2. Số liệu thủy văn của dòng sông Bung

TT	Năm	IX	X	XI	XII	I	II	II	IV	V	VI	VII	VIII	Qn
1	77-78	165	85,4	84,6	55,3	34,4	25,5	23	18,5	93	180,7	75,3	63,6	75,36
2	78-79	44	59,2	51,2	32,3	24,3	19,3	16,1	14,3	21,7	58,5	41,6	52,7	36,28
3	79-80	71,2	113,4	226,7	67,9	44,1	32,4	24,7	37,5	47,8	80,1	51,3	44,4	70,12
4	80-81	45,8	425,2	217,5	88,8	49,7	36,6	27	48,1	48,4	52,6	35,3	29,8	92,07
5	81-82	186,3	54,7	74	36,5	27	21,1	17,2	14,5	18,3	70	85,4	59,9	55,4
6	82-83	62,6	271,8	209,2	50,3	36,2	26,6	20,4	19,5	60,6	64,5	59,8	76,8	79,85
7	83-84	50,3	277,7	242,8	94,1	52,7	38	27,9	34,1	36,7	129,2	47,8	38,4	89,14
8	84-85	56,8	129,6	164,3	113,4	48,5	33,9	25,3	19,8	50,3	56,4	39,9	45,1	65,29
9	85-86	30,7	89,2	57,2	153,4	41,4	30	23,7	20,7	20,9	27,2	19,9	37,8	46,01
10	86-87	125,2	54	105,9	46,8	38,1	29,4	22,8	18	22,2	42	32,2	24,7	46,77
11	87-88	32,1	92,7	46,1	31,2	26,3	20,6	20,4	27,4	78,6	75,5	47,8	37,1	44,66
12	88-89	30,6	24,5	25,7	19,4	16	14,6	14,5	13,5	41,6	33	34,4	63,7	27,63

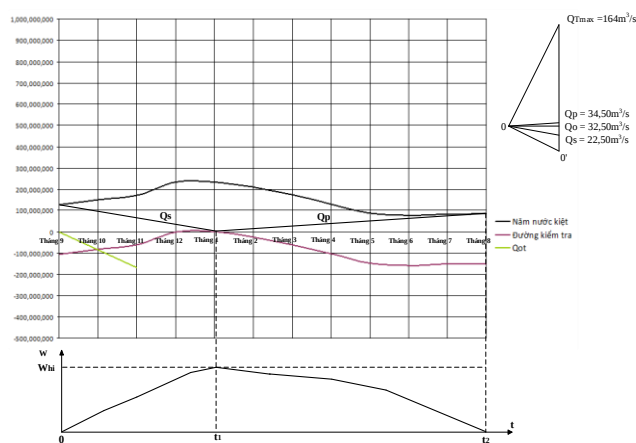
13	89-90	62,9	210,8	166,4	64,5	40,7	29,5	22,7	21,3	34,7	24,4	32,9	33,1	61,99
14	90-91	33	142,7	48,7	33,5	25,2	19,6	16,1	14	24	62,7	36,7	63,7	43,33
15	91-92	54,8	219	100,7	52,3	39,2	28,1	22,1	28,7	74,6	65	70,6	39,7	66,23
16	92-93	54,4	138,6	62,9	75,4	37,3	27,6	21,3	18,9	50,4	49,7	35,1	34,4	50,5
17	93-94	126,7	102,5	80	62,9	39	28,4	21,8	18,2	41,8	47,8	56,7	51,7	56,46
18	94-95	74,3	284,9	167,3	69	45,3	32,8	24,6	34,3	71,2	51,9	33,8	27,6	76,41
19	95-96	53,2	231,3	229,5	105,7	60,5	41,4	30,5	33,3	44,9	36,8	30,5	24,3	76,82
20	96-97	141,9	67,5	68,7	47,1	29	22,2	18,1	15,4	39,8	36,5	79,2	60,9	52,18
21	97-98	91,1	118,3	304,5	88,3	48,2	36,3	33,8	50	88,5	113,6	55,2	69,6	91,44
22	98-99	69	106,6	606,4	175,1	53,4	38,9	30,8	52,9	107,2	71,4	46,4	109,5	122,3
23	99-00	58,8	193,5	106,3	70,6	51,9	35,2	42,9	30,8	44,7	49,3	28,1	92,3	67,04
24	00-01	56,9	208,7	81,7	71,1	39,5	29	25,3	21,9	22,2	31,1	28,3	67,4	56,93
25	01-02	122,3	138,6	96,8	57,9	51,3	41,2	34,2	31,5	33,7	41,2	37,6	40,6	60,58
26	02-03	72,8	99,5	82,6	70,1	46,8	32	24	27,3	26,9	55,2	32,6	72,7	53,54
27	03-04	50,3	38,6	90,9	47,8	27,9	21,3	18,2	18,8	21,7	14,1	22,7	31,1	33,62
28	04-05	129,4	113,8	62,3	86,8	48,3	37,3	29,9	34,1	39,6	27	24,4	30,9	55,31
29	05-06	116,3	254,3	54,3	112,4	66,7	41,2	31,9	20,8	41,1	27,1	20	31,9	68,16

3.1. Xây dựng đường cong lũy tích

Dựa theo phương pháp đã trình bày trong mục 2.1 và số liệu thủy văn thu thập được trong Bảng 2, tiến hành xây dựng đường cong tần suất đảm bảo nước để xác định lưu lượng nước đảm bảo QP (Q90%). Tiến hành tính toán lượng nước về cho các năm, qua đó chọn các năm có lượng nước về gần với lượng nước của năm đảm bảo (đặc trưng cho các năm nước lớn) và 0,8 lượng nước của năm đảm bảo (đặc trưng cho các năm nước nhỏ). Trong các năm nước lớn, chọn một năm điển hình để xây dựng đường cong LTNV và đường cong LTNTU. Trên cơ sở đường cong LTNTU, xây dựng đường cong biểu thị mức nước trong hồ chứa theo thời gian của năm nước lớn. Tương tự trong các năm nước nhỏ, chọn năm điển hình để xây dựng đường cong biểu thị mức nước trong hồ theo thời gian cho năm nước nhỏ. Trên Hình 3 và Hình 4 là kết quả tính toán xây dựng các đường cong đặc trưng cho năm nước lớn và năm nước nhỏ của nhà máy thủy điện Sông Bung 4.



Hình 3. Đường cong đặc trưng cho năm nước lớn



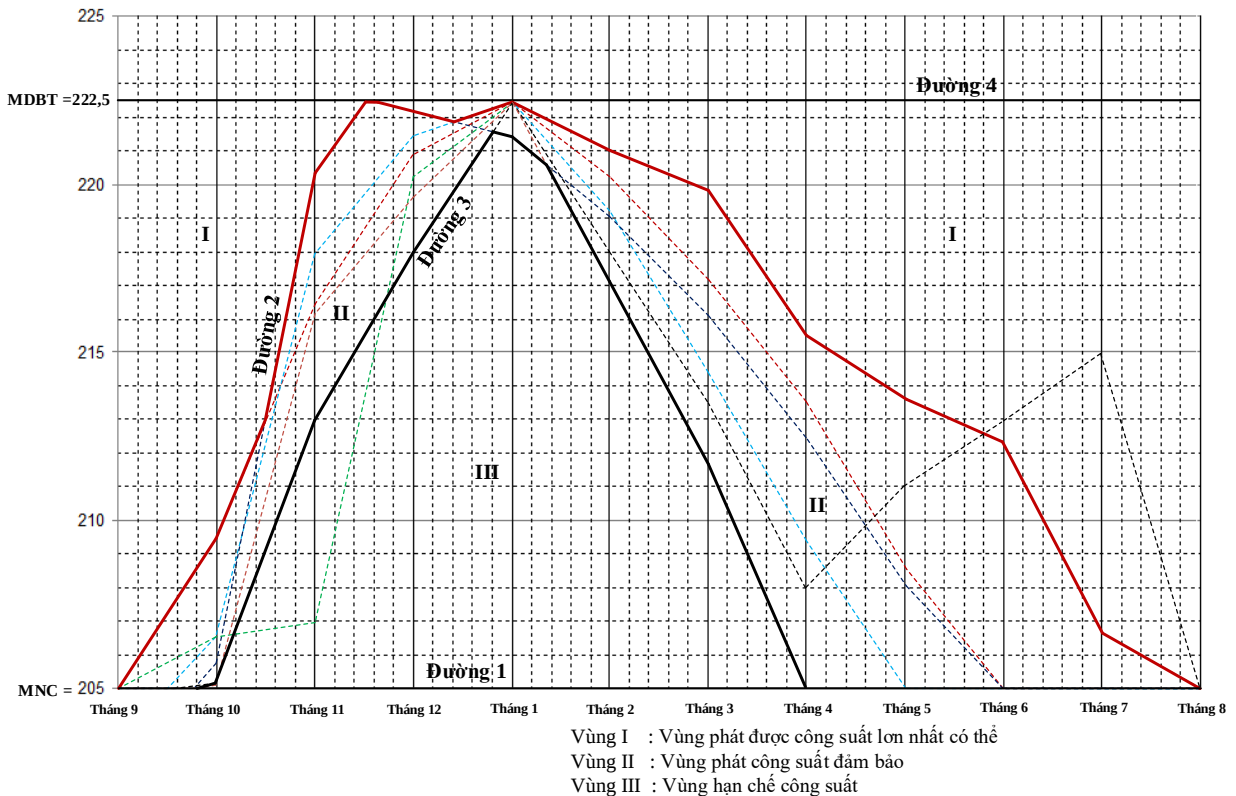
Hình 4. Đường cong LTNV và LTNTU đặc trưng năm nước kiệt

3.2. Xây dựng biểu đồ điều phối hồ chứa

Trên cơ sở phân loại các năm nước lớn và năm nước kiệt của nhà máy thủy điện Sông Bung 4 và qui trình tính toán, xây dựng đường cong biểu thị mức nước hồ theo thời gian trong Mục 2.2, số liệu dòng chảy của các năm nước lớn được quy chuẩn về năm điển hình bằng cách nhân với tỉ số W_p/W_i (W_p là lượng nước của năm điển hình cho năm nước lớn, W_i là lượng nước của năm thứ i). Tiến hành tính toán xây dựng các đường cong biểu thị mức nước trong hồ cho các năm nước lớn đã được qui chuẩn về năm điển hình; đường bao bên trên các đường cong này xác định đường giới hạn (đường 2) phân chia vùng phát công suất tăng cường và vùng phát công suất đảm bảo. Tương tự, quy chuẩn các năm nước nhỏ về năm điển hình và tiến hành vẽ các đường cong biểu thị mức nước trong hồ theo thời gian của các năm nước nhỏ, đường bao bên dưới của các đường cong này xác định đường giới hạn (đường 3) phân chia vùng phát công suất đảm bảo và vùng phát công suất hạn chế. Đường 4 giới

hạn mức nước dâng bình thường, đường 1 giới hạn mức nước chết. Các đường giới hạn tạo nên biểu đồ vận hành

hồ chứa của nhà máy thủy điện Sông Bung 4 như trên Hình 5.



Hình 5. Biểu đồ vận hành hồ chứa nhà máy thủy điện Sông Bung 4

4. Kết luận

Số liệu thủy văn của dòng sông Bung 4 thu thập được trong 29 năm đã xây dựng được các đường cong LTNTU cho các năm đặc trưng. Tùy theo số liệu dự báo thủy văn của năm vận hành, ta chọn đặc tính vận hành phù hợp để sử dụng cho nhà máy, nhằm khai thác hiệu quả lưu lượng nước về để nâng cao sản lượng điện năng của nhà máy. Tuy nhiên, do lưu lượng nước về thực tế thường sai số lớn so với số liệu dự báo, cho nên thường sử dụng biểu đồ vận hành hồ chứa để điều chỉnh công suất phát của nhà máy.

Trên cơ sở các đường cong LTNTU, xây dựng đường cong biểu thị nước trong hồ theo thời gian và xây dựng được biểu đồ vận hành hồ chứa của nhà máy như Hình 5. Theo thời gian, căn cứ vào mức nước thực tế trong hồ để điều khiển công suất phát của nhà máy: Mức nước ở vùng I cho nhà máy phát công suất tối đa để hạn chế xả thừa; mức nước ở vùng II cho nhà máy phát công suất đảm bảo; mức nước ở vùng III cho nhà máy phát công suất hạn chế để tránh thiếu nước vào cuối mùa khô.

Biểu đồ vận hành hồ chứa còn đóng vai trò quan trọng trong chiến lược chào giá bán điện của nhà máy trong thị trường phát điện cạnh tranh. Tùy thuộc vào thời điểm vận

hành và mức nước thực tế trong hồ, người vận hành xác định được khả năng phát công suất cực đại của nhà máy, từ đó có chiến lược chào giá hợp lý nhằm có thể bán được lượng điện năng phù hợp với khả năng sản xuất của nhà máy.

Việc xây dựng biểu đồ vận hành hồ chứa dựa vào số liệu thống kê về thủy văn của dòng sông trong thời gian quá khứ. Theo thời gian do thời tiết, biến đổi khí hậu có thể làm thay đổi thủy văn của dòng sông làm cho biểu đồ vận hành không còn phù hợp. Do đó, trong quá trình vận hành cần liên tục cập nhật thông tin và điều chỉnh biểu đồ vận hành cho phù hợp với điều kiện thủy văn thực tế.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Viện Năng lượng, Quy hoạch phát triển điện lực quốc gia giai đoạn 2011-2020 có xét đến năm 2030, 2012.
- [2] Lê Văn Út, Đặng Quốc Thống, Ngô Văn Dường (2005), Nhà máy thủy điện, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [3] Tập đoàn điện lực Việt Nam, Quyết định về việc phê duyệt thiết kế kỹ thuật công trình thủy điện Sông Bung 4, 2009.
- [4] Phạm Hùng Trinh, Tính toán đề xuất phương án vận hành tối ưu nhà máy thủy điện Sông Bung 4 trong thị trường điện, Luận văn thạc sỹ, Đại học Đà Nẵng, 2015.
- [5] Brain K. Edwards, The Economics of Hydroelectric Power, Edward Elgar Pub. October, 2003.

(BBT nhận bài: 06/05/2015, phản biện xong: 14/05/2015)