

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VẬN HÀNH PHÁT ĐIỆN CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN

Nguyễn Đức Nghĩa¹

Tóm tắt: *Hiệu quả sử dụng nước được đặc biệt quan tâm trong công tác vận hành các công trình thủy điện. Hiện nay, trong vận hành các công trình thủy điện sử dụng một số tiêu chí, công cụ khác nhau để đánh giá chất lượng vận hành phát điện, trong đó phổ biến nhất là so sánh điện năng thu được trong một năm so với giá trị thiết kế. Nhược điểm của phương pháp này là chỉ đánh giá được chế độ thủy văn của công trình mà không đánh giá được mức độ hiệu quả sử dụng nước. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đề xuất một số phương pháp đánh giá chất lượng vận hành phát điện của nhà máy thủy điện cũng như điều kiện áp dụng của chúng. Các phương pháp đánh giá này đã được áp dụng cho một số nhà máy thủy điện ở Việt Nam như Bảo Lâm 1, Bảo Lạc B, Cẩm Thủy 1, Mường Hum, Hương Điền, ... Kết quả thu được cho thấy phương pháp đã đánh giá chính xác và thúc đẩy cải tiến phương thức vận hành, nâng cao hiệu quả sử dụng nước trong vận hành phát điện các nhà máy thủy điện.*

Từ khóa: Nhà máy thủy điện, hiệu quả sử dụng nước, chất lượng vận hành.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thực tế hoạt động của các nhà máy thủy điện (NMTĐ) cho thấy, phương pháp vận hành ảnh hưởng rất lớn đến mức độ hiệu quả của dự án. Phương pháp vận hành ảnh hưởng đến độ bền và hiệu suất của thiết bị, đến doanh thu của nhà máy. Chất lượng vận hành của một số NMTĐ chưa cao với một số nguyên nhân dưới đây:

- Trong thiết kế và thi công công trình có sai sót, trong đó điển hình là sai sót về tổn thất thủy lực, các quan hệ mực nước, kết quả là NMTĐ không phát được công suất mong muốn hoặc phải phát điện với mức tiêu hao nước lớn;

- Công tác vận hành chưa được coi trọng đúng mức, các chủ công trình nhỏ thường không có bộ phận chuyên trách vận hành, công tác vận hành được giao hẳn cho nhà máy, công tác duy tu bảo dưỡng không thường xuyên làm giảm mức độ sẵn sàng của thiết bị;

- Cán bộ vận hành chủ yếu chỉ được đào tạo kiến thức về điện, không chuyên sâu về thủy lực, thủy năng, vận hành phần lớn dựa theo kinh

nghiệm, chưa có những tính toán để đề ra phương án vận hành đạt hiệu quả cao;

- Chủ nhà máy còn lúng túng trong đánh giá chất lượng vận hành, mức độ hoàn thành công việc của nhân viên vận hành. Phương pháp đánh giá vận hành phổ biến nhất hiện nay là so sánh sản lượng vận hành từng năm với sản lượng thiết kế. Phương pháp này có nhiều tồn tại: chỉ phản ánh được chế độ thủy văn hàng năm, không đánh giá được hiệu quả của công tác vận hành nên không tạo ra động lực để người vận hành nâng cao chất lượng; không chỉ ra được các vấn đề còn tồn tại trong vận hành;

- Công tác giám sát, điều độ của nhà cơ quan quản lý đối với các NMTĐ mới chỉ tập trung vào công tác an toàn, còn hiệu quả trong sử dụng năng lượng nước chưa được đề cập tới;

- Các nghiên cứu về vận hành NMTĐ ở Việt Nam hầu như chỉ dừng lại ở mức lý thuyết (P. Sengvilay (2009), Hồ Ngọc Dung (2017), Lê Ngọc Sơn (2017), Hoàng Công Tuấn (2018), Lê Quốc Hưng (2019)), chưa đề xuất được các tiêu chí phù hợp đánh giá chất lượng vận hành NMTĐ.

¹ Trường Đại học Thủy lợi

Những tồn tại trên đã kìm hãm động lực cải tiến phương thức vận hành, nâng cao hiệu quả sử dụng tài nguyên nước trong vận hành phát điện. Trong nghiên cứu này, tác giả đề xuất một số phương pháp đánh giá chất lượng vận hành phát điện của các NMTĐ với mức độ từ đơn giản đến mức tạp, từ sơ bộ đến chính xác. Trên cơ sở đặc điểm NMTĐ, mức độ chi tiết và chính xác của số liệu vận hành, trình độ của người vận hành hành, chủ công trình có thể lựa chọn phương pháp phù hợp để đánh giá hiệu quả vận hành của công trình.

2. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG VẬN HÀNH NMTĐ

2.1. So sánh sản lượng của năm vận hành với sản lượng thiết kế

Đối chiếu sản lượng năm với sản lượng thiết kế là phương pháp thường được sử dụng hiện nay trong đánh giá hiệu quả vận hành, đặc biệt với các nhà máy thủy điện nhỏ. Chất lượng vận hành của năm được thể hiện thông qua hệ số $K_E(\%)$:

$$K_E = \frac{E}{E_0} \times 100 (\%) \quad (1)$$

trong đó: E (kWh) – điện năng sản xuất trong năm của NMTĐ, E_0 (kWh) – điện năng thiết kế.

Mức độ hoàn thành nhiệm vụ của cán bộ trực tiếp vận hành chủ yếu được dựa trên sản lượng nhà máy thu được. Phương pháp này đơn giản, nhưng chỉ phản ánh được một phần chế độ thủy văn đến tuyến công trình, chưa phản ánh chính xác mức độ hiệu quả sử dụng nước của công trình, kiến nghị hạn chế áp dụng.

2.2. Đánh giá mức tiêu hao nước

Nguyễn Đức Nghĩa (2017) đề xuất phương pháp đánh giá chất lượng vận hành thủy điện nhỏ thông qua xác định vị trí làm việc của NMTĐ trên biểu đồ mức tiêu hao nước. Nghiên cứu này đánh giá chất lượng vận hành tại các vị trí riêng lẻ (tại các trạng thái độc lập) thông qua mực nước hồ chứa và lưu lượng chảy về hạ lưu tại các thời điểm khác nhau.

Đối với một thời đoạn, mức tiêu hao nước trong thời đoạn đó được xác định là tỷ số giữa lượng nước đến tuyến công trình ($W - m^3$) trên điện năng NMTĐ phát ra trong cùng thời đoạn ($E - kWh$):

$$K_Q = \frac{W}{E} \left(\frac{m^3}{kWh} \right) \quad (2)$$

NMTĐ vận hành với giá trị của K_Q càng thấp thì có thể đánh giá chất lượng vận hành càng cao. Phương pháp này đơn giản, có thể thực hiện thông qua các bảng tính thông thường từ số liệu vận hành thực tế. Phương pháp mức tiêu hao nước có độ chính xác cao nếu NMTĐ phát điện theo hàm mục tiêu điện năng là lớn nhất, tức là trong các thời kỳ giá bán điện ít thay đổi. Trong các thời kỳ giá bán điện biến đổi nhiều thì phương pháp này chưa phản ánh chính xác chất lượng vận hành.

2.3. Kiểm định lại quá trình vận hành

Để khắc phục những hạn chế của phương pháp đánh giá thông qua đại lượng K_Q , chúng tôi đề xuất đánh giá chất lượng vận hành của NMTĐ thông qua hệ số $K_B(\%)$, là tỷ số giữa doanh thu thực tế (B) trên doanh thu tối đa có thể thu được (B_0) trong cùng thời kỳ thông qua quá trình kiểm định lại quá trình vận hành:

$$K_B = \frac{B}{B_0} \times 100 (\%) \quad (3)$$

Để xác định hệ số K_B cần tiến hành kiểm định lại quá trình vận hành của NMTĐ, thực hiện theo các bước sau:

Bước 1: Thu thập số liệu vận hành. Trong suốt quá trình vận hành, các trạng thái vận hành của công trình được ghi lại (mực nước hồ chứa, mực nước hạ lưu công trình, công suất phát điện, lưu lượng qua các tổ máy, ...);

Bước 2: Tính toán dòng chảy đến tuyến công trình. Từ số liệu vận hành tiến hành tính toán để xác định lưu lượng đến tuyến công trình trong các thời đoạn vận hành;

Bước 3: Xác định doanh thu tối đa mà công trình có thể thu được. Sử dụng thuật toán tối ưu để tính toán doanh thu tối đa mà công trình có thể thu được khi sử dụng dòng chảy đến tuyến công trình đã được xác định trong bước 2 có xét đến các ràng buộc mà NMTĐ phải tuân thủ trong quá trình phát điện;

Bước 4: Định lượng chất lượng vận hành công trình thủy điện thông qua hệ số K_B .

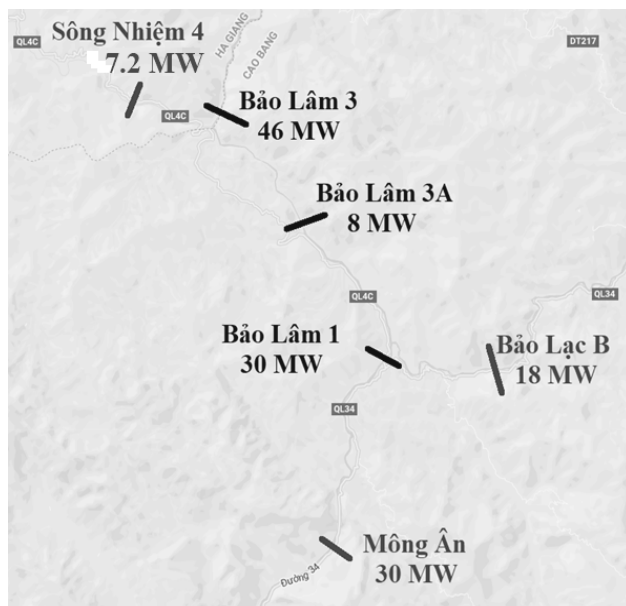
Hệ số K_B phản ánh chính xác hiệu quả sử dụng nước của NMTĐ, có thể xét tới các ràng buộc mà NMTĐ phải tuân thủ trong quá trình vận hành phát điện. Thông qua đánh giá chất lượng vận hành có thể làm rõ hơn các nguyên nhân làm giảm chất lượng vận hành, trên cơ sở đó đề ra giải pháp điều chỉnh thích hợp.

3. ÁP DỤNG TÍNH TOÁN CHO CÔNG TRÌNH THỰC TẾ

Để minh họa cho các phương pháp đánh giá chất lượng vận hành, chúng tôi lựa chọn NMTĐ Bảo Lâm 1 làm ví dụ tính toán. Bảo Lâm 1 là NMTĐ có cột nước thấp, $H_{tt} = 9.2\text{m}$, (Bảng 1) do đó phương thức vận hành sẽ tác động rất lớn đến hiệu quả sử dụng nước.

3.1. Giới thiệu về NMTĐ Bảo Lâm 1

Bảo Lâm 1 thuộc hệ thống bậc thang các NMTĐ trên sông Gâm. NMTĐ Bảo Lâm 1 được xây dựng hạ lưu vị trí hợp lưu của sông Gâm và sông Nho Quế (Hình 1) thuộc xã Lý Bôn, huyện Bảo Lâm, Cao Bằng. Các thông số cơ bản của NMTĐ Bảo Lâm thể hiện trong bảng 1.



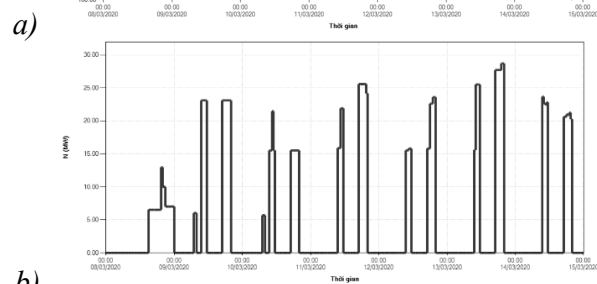
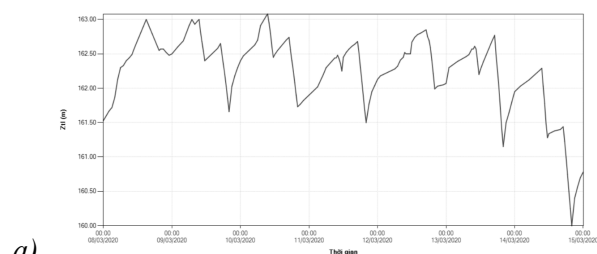
Hình 1. Vị trí NMTĐ Bảo Lâm 1 trên hệ thống bậc thang thủy điện sông Gâm

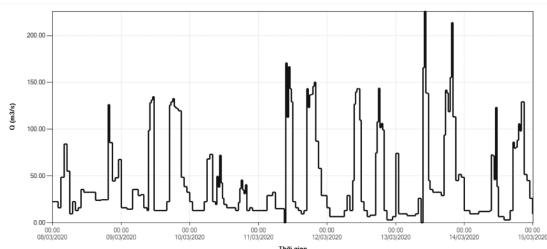
Bảng 1. Thông số cơ bản của NMTĐ Bảo Lâm 1

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị
1	MNDBT	(m)	163.0
2	MNC	m	160.0
3	V_{hi}	triệu m^3	3.41
4	N_{lm}	MW	30.0
5	H_{max}	m	13.76
6	H_{tt}	m	9.20
7	H_{min}	m	4.60

3.2. Kết quả kiểm định lại quá trình vận hành

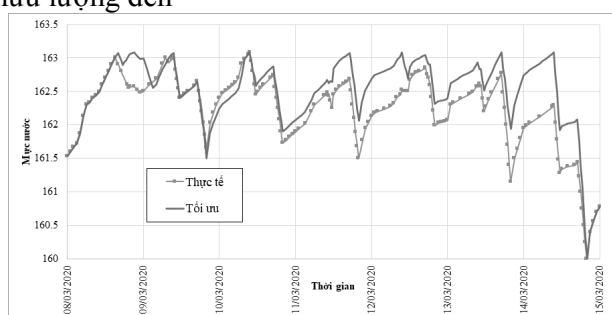
- Thời đoạn kiểm định: 01 tuần, từ 08-15/03/2020;
- Số liệu vận hành của NMTĐ thể hiện trên hình 2a, 2b (PCC1, 2021);
- Kết quả tính toán trình lưu lượng đến tuyến công trình (hình 2c).
- Đường vận hành tối ưu của công trình được thể hiện trên hình 3 (màu xanh). Kết quả cho thấy kết quả vận hành thực tế đã tương đối sát với đường vận hành tối ưu. Tại một số thời điểm mực nước thực tế hạ thấp so với đường tối ưu dẫn đến chất lượng vận hành phát điện có giảm nhưng không nhiều.





c)
Hình 2. Số liệu vận hành từ 08-15/03/2020 của NMTĐ Bảo Lâm 1

a) Đường quá trình mực nước hồ chứa; b) Đường quá trình công suất phát điện; c) Quá trình lưu lượng đến



Hình 3. So sánh kết quả vận hành thực tế NMTĐ Bảo Lâm 1 từ 08-15/03/2020 với đường vận hành tối ưu

- Định lượng chất lượng vận hành:

+ Doanh thu của tuần từ 08-15/03/2020:

$B = 1.676$ (tỷ đồng) (PCC1, 2021);

+ Doanh thu tối đa tương ứng: $B_o = 1.717$ (tỷ đồng)

+ Chất lượng vận hành: $K_B = B/B_o = 1.676/1.717 \times 100 = 97.6\%$.

Từ kết quả tính toán trên cho thấy, với phương pháp này, chất lượng vận hành hoàn toàn có thể định lượng. Đây là một chỉ tiêu rất quan trọng để đánh giá cũng như đề ra giải pháp nâng cao chất lượng vận hành NMTĐ.

3.3. Kết quả đánh giá chất lượng vận hành năm 2020 của NMTĐ Bảo Lâm 1

Trong phần này, chất lượng vận hành năm 2020 của NMTĐ được đánh giá bằng 2 phương pháp thông qua 2 đại lượng K_Q và K_B . Kết quả được trình bày trong bảng 2.

Bảng 2. Chất lượng vận hành năm 2020 NMTĐ Bảo Lâm 1

Tháng	W (triệu m ³)	E (10 ⁶ kWh)	K_Q (m ³ /kWh)	B (tỷ đồng)	B_o (tỷ đồng)	K_B (%)
1	87.13	2.36	36.97	6.930	7.020	98.72
2	78.81	2.17	36.34	5.655	5.760	98.17
3	133.59	3.54	37.74	7.974	7.841	99.69
4	172.68	4.74	36.44	9.286	9.698	95.75
5	265.08	7.59	34.92	12.637	13.165	95.99
6	590.75	16.72	35.34	19.800	21.015	94.22
7	595.27	17.00	35.01	11.958	13.319	89.78
8	706.07	20.34	34.71	14.308	14.895	96.06
9	643.78	18.81	34.23	13.229	13.903	95.15
10	552.31	16.52	33.44	11.617	12.846	90.43
11	180.92	5.40	33.51	11.167	11.831	94.39
12	135.93	3.47	39.12	8.912	9.279	96.05
Tổng	4,142.33	118.66	34.91	133.473	140.572	94.95

Kết quả trong bảng 2 cho ta thấy rằng NMTĐ Bảo Lâm 1 có chất lượng vận hành rất tốt trong năm 2020. Tại trạng thái tính toán, tức là công trình làm việc với công suất lắp máy và cột

nước tính toán, NMTĐ Bảo Lâm 1 mức tiêu hao nước $K_{Qt} = 43.48$ (m³/kWh). Hệ số K_Q trung bình các tháng năm 2020 phản ánh rằng mức tiêu hao nước của công trình được duy trì ở mức

thấp, thấp hơn nhiều so với trạng thái tính toán. Điều đó có nghĩa là mực nước hồ chứa được duy trì ở mức cao, đảm bảo khả năng huy động của hệ thống khi có yêu cầu, góp phần đảm bảo an toàn cho hệ thống điện.

Hệ số K_B trong bảng 2 thể hiện NMTĐ Bảo Lâm 1 trong năm 2020 được vận hành đã tiệm cận với mức tối ưu (94.95%), đây là kết quả rất tốt. K_B đã phản ánh đúng chất lượng vận hành thực tế của công trình.

Các tháng 07-10/2020 xu hướng diễn biến của K_Q và K_B tương đối tương đồng, có nghĩa là những tháng có K_Q thấp thì K_B cũng tương đối cao, tức là K_Q đánh giá tương đối chính xác chất lượng vận hành. Điều này là do trong các tháng nói trên thuộc mùa mưa trong phân mùa của biểu giá chi phí tránh được, là những tháng có chênh lệch giá bán điện gần như không đáng kể. Như vậy, trong trường hợp này có thể sử

dụng K_Q thay cho K_B để đánh giá chất lượng vận hành.

Tuy nhiên, vào các tháng còn lại sự biến thiên của K_Q và K_B cho thấy rằng không phải lúc nào cũng tương đồng, thậm chí là trái ngược. Bởi vì các tháng này, NMTĐ Bảo Lâm 1 có giá bán điện rất chênh lệch giữa các khung giờ, do đó nhà máy cần tập trung tối đa lượng nước để phát trong giờ cao điểm. Trong những trường hợp này bắt buộc phải dùng tiêu chí K_B thể sử dụng nhưng là phương pháp đánh giá chất lượng vận hành.

3.4. Tác động của công tác đánh giá chất lượng vận hành

Để đánh giá tác động của công tác đánh giá chất lượng vận hành NMTĐ đối với việc nâng cao hiệu quả sử dụng nước, chúng tôi so sánh kết quả vận hành của NMTĐ Bảo Lâm 1 trong các thời điểm trước khi (2019) và sau khi (2020) công tác đánh giá định kỳ (Bảng 3).

Bảng 3. Chất lượng vận hành NMTĐ Bảo Lâm 1 trong các năm 2019 và 2020

NĂM 2019			NĂM 2020		
Tháng	K_Q (m^3/kWh)	K_B (%)	Tháng	K_Q (m^3/kWh)	K_B (%)
1	49.31	84.74	1	36.97	98.72
2	55.66	77.50	2	36.34	98.17
3	57.56	78.08	3	37.74	99.69
4	50.80	74.55	4	36.44	95.75
5	50.49	80.11	5	34.92	95.99
6	46.65	92.96	6	35.34	94.22
7	52.51	92.23	7	35.01	89.78
8	39.21	93.92	8	34.71	96.06
9	43.57	94.13	9	34.23	95.15
10	34.91	89.39	10	33.44	90.43
11	52.73	84.75	11	33.51	94.39
12	41.13	93.15	12	39.12	96.05
Trung bình	46.63	86.21	Trung bình	34.91	94.95

Đầu năm 2020 chúng tôi tiến hành đánh giá chất lượng vận hành của nhà máy trong năm 2019. Kết quả thu được là chất lượng vận hành của năm 2019 là khá cao, trung bình cả năm chất lượng vận hành đạt 86.21%. Tuy nhiên,

qua phân tích, chúng tôi nhận thấy kết quả vận hành vẫn có thể cải thiện. Chúng tôi đề xuất tới chủ công trình các giải pháp nâng cao chất lượng vận hành, bao gồm: tập huấn cho cán bộ vận hành về hiệu quả sử dụng nguồn nước; chủ

công trình tăng cường công tác vận hành; áp dụng các phần mềm tính toán chuyên dùng để đề xuất kế hoạch phát điện (Nguyễn Đức Nghĩa 2018),... Kết quả kiểm định cho thấy chất lượng vận hành của năm 2020 được nâng cao đáng kể, đạt 94.95%. So với năm 2019, kết quả này đã mang lại lợi ích cho chủ công trình khoảng 12.29 tỷ đồng, tương đương với 8.74% doanh thu, phản ánh tác động rất tích cực của công tác kiểm định chất lượng vận hành. Ngoài ra, mức tiêu hao nước giảm từ 46.63 xuống 34.91 (m³/kWh), tương ứng với công suất khả dụng trung bình năm tăng lên 7.25%. Như vậy, ngoài việc nâng cao hiệu quả sử dụng nước, tăng doanh thu cho chủ công trình, công tác đánh giá chất lượng vận hành còn gián tiếp tăng khả năng tham gia đảm bảo cân bằng hệ thống điện của công trình.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ kết quả nghiên cứu có thể thấy:

- Đánh giá chất lượng vận hành có vai trò quan trọng trong vận hành NMTĐ, có tác động rõ rệt trong việc thúc đẩy nâng cao hiệu quả sử dụng nước, khắc phục được những hạn chế trong công tác vận hành đã nêu trên, góp phần đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia;

- So sánh sản lượng điện phát ra trong năm với giá trị thiết kế không phản ánh đầy đủ hiệu quả sử dụng nước trong vận hành NMTĐ, do đó không

nên sử dụng tiêu chí này trong đánh giá chất lượng vận hành NMTĐ;

- Trong những thời điểm NMTĐ vận hành theo với giá bán điện ít thay đổi có thể sử dụng phương pháp mức tiêu hao nước để đánh giá chất lượng vận hành với mức độ chính xác có thể chấp nhận được;

- Kiểm định lại quá trình vận hành, xác định tỷ số giữa doanh thu thực tế trên doanh thu tối đa là phương pháp tổng quát để đánh giá chất lượng vận hành NMTĐ. Đây là phương pháp phản ánh chính xác mức độ hiệu quả sử dụng nước trong vận hành phát điện của NMTĐ. Quá trình vận hành của các NMTĐ cần được ghi lại đầy đủ để đảm bảo số liệu đủ độ tin cậy để sử dụng trong công tác kiểm định vận hành.

Cũng từ nghiên cứu này, chúng tôi kiến nghị rằng đánh giá chất lượng vận hành cần được triển khai như là một quy trình bắt buộc trong vận hành các công trình thủy điện với phương pháp tính toán là phương pháp kiểm định lại quá trình vận hành.

LỜI CẢM ƠN

Những kết quả đánh giá được thể hiện trong nghiên cứu này là một phần của Báo cáo đánh giá chất lượng vận hành nhà máy thủy điện Bảo Lâm 1. Tác giả chân thành cảm ơn Công ty cổ phần xây lắp điện 1 (PCC1) đã tạo điều kiện tốt nhất để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- P. Sengvilay (2009). *Nghiên cứu nâng cao hiệu quả quản lý vận hành các nhà máy thủy điện trong hệ thống điện miền Trung I của nước CHDCND Lào*. LATS, Hà Nội.
- Hồ Ngọc Dung (2017). *Nghiên cứu cơ sở khoa học vận hành tối ưu hệ thống bậc thang hồ chứa thủy điện trên sông đà trong mùa cạn*. LATS, Hà Nội.
- Nguyễn Đức Nghĩa (2017). *Xây dựng biểu đồ dự trữ điện năng để đánh giá hiệu quả phát điện của trạm thủy điện nhỏ*. Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên Trường Đại học Thủy lợi, trang 499-501, Hà Nội.
- Lê Ngọc Sơn (2017). *Nghiên cứu cơ sở khoa học kết hợp mô hình mô phỏng – tối ưu – trí tuệ nhân tạo trong vận hành hệ thống hồ chứa đa mục tiêu, áp dụng cho lưu vực sông Ba*. LATS, Hà Nội.
- Nguyễn Đức Nghĩa (2018). *Công cụ hỗ trợ vận hành nâng cao hiệu quả phát điện trạm thủy điện nhỏ*. Tuyển tập Hội nghị Khoa học thường niên Trường Đại học Thủy lợi, trang 27-29, Hà Nội.

- Hoàng Công Tuấn (2018). *Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu ích phát điện cho các trạm thủy điện trong bối cảnh phụ tải và thị trường điện Việt Nam*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Số 61.
- Lê Quốc Hưng (2019). *Nghiên cứu cơ sở khoa học nâng cao hiệu quả vận hành phát điện các hồ chứa bậc thang trong thị trường điện cạnh tranh, áp dụng cho lưu vực sông Chu*. LATS, Hà Nội.
- Công ty cổ phần xây lắp điện 1 – PCC1 (2021). *Số liệu vận hành nhà máy thủy điện Bảo Lâm 1 năm 2019 và 2020*.

Abstract:

**STUDY ON METHOD OF EVALUATING QUALITY IN OPERATING
HYDROPOWER STATION**

In operating hydropower stations, one of the most concerned issues is efficiency of water use. A number of different criteria and tools are currently used to evaluate the quality in operating hydropower station. The most popular method of those is comparing yearly producted power output to designed one. The disadvantage of this method is only evaluate the hydrological regime, not the efficiency of water use. In this study, we propose a number methods of evaluating quality in operating hydropower station as well as their application conditions. These evaluation methods have been applied to a number of hydropower station in Vietnam such as Bao Lam 1, Bao Lac B, Cam Thuy 1, Muong Hum, Huong Dien, ... The results show that methods has been evaluated exactly quality and promoted improving operating methods, efficiency of water use in operation hydropower station.

Keywords: Hydropower station, Efficiency of water use, Quality in operating hydropower station.

Ngày nhận bài: 16/3/2021

Ngày chấp nhận đăng: 17/4/2021