

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA HỒ CHỨA TRẠM THỦY ĐIỆN THƯỢNG LƯU ĐẾN HIỆU QUẢ CỦA TRẠM THỦY ĐIỆN ĐIỀU TIẾT NGÀY Ở HẠ LƯU

Nguyễn Văn Nghĩa
Trường Đại học Thủy lợi

Tóm tắt: Thủy điện nhỏ đang được đầu tư xây dựng nhiều tại Việt Nam, phần lớn các trạm thủy điện nhỏ này làm việc trên cùng hệ thống bậc thang và xây dựng dưới dạng BOT. Chế độ làm việc của các trạm thủy điện phía thượng lưu ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả năng lượng và kinh tế của trạm thủy điện phía hạ lưu. Mức độ ảnh hưởng đến điện năng mùa khô, điện năng thành phần phụ thuộc vào dung tích và hình thức điều tiết của trạm thủy điện phía thượng lưu. Hồ chứa của trạm thủy điện ở thượng lưu càng lớn, hồ điều tiết càng dài hạn thì mức độ ảnh hưởng càng cao. Do vậy, trong tính toán mô phỏng cần phối hợp vận hành liên hồ chứa thay vì vận hành độc lập nhằm đem lại hiệu quả kinh tế cao hơn.

Từ khóa: Trạm thủy điện, bậc thang, hiệu quả năng lượng, điện năng mùa khô, điện năng thành phần, cao điểm mùa khô, điều tiết ngày.

Summary: Small hydropower construction investment is developing in Vietnam, most of these small hydroelectric stations working on the same river system and built under BOT form. Working mode of the hydroelectric stations at upstream directly affect the energy efficiency and economy of hydroelectric stations at downstream. The affects on the power of dry season, component powers depending on capacity and regulatory forms of upstream hydroelectric stations. The larger reservoirs of hydroelectric stations at upstream, the long-term regulation affect the higher influence. Therefore, in the simulation calculation should coordinate inter-reservoir operation instead of operating independently in order to bring greater economic efficiency.

Keywords: Hydroelectric plant, the same river system, power efficiency, power of dry season, component power, pick of dry season, daily regulation.

1. GIỚI THIỆU

Hiện nay việc xây dựng các trạm thủy điện (TTĐ) nhỏ đang phát triển trên khắp các vùng miền trên cả nước, phần lớn là các TTĐ nhỏ có hồ điều tiết ngày đêm. Trong số đó, có rất nhiều các TTĐ được xây dựng trên một bậc thang nối tiếp nhau. Trong quá trình thiết kế lựa chọn các thông số của công trình cũng như khi các TTĐ đi vào vận hành thì có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến các thành phần điện

năng của các TTĐ ở hạ lưu như: chế độ làm việc của các TTĐ ở thượng lưu, đặc tính thiết bị của các tổ máy thủy điện, tổn thất cột nước trong công trình dẫn nước, nhu cầu dùng nước thượng-hạ lưu, dòng chảy môi trường,... Trong số các yếu tố trên thì chế độ làm việc của các TTĐ ở thượng lưu có ảnh hưởng đáng kể. Khi các TTĐ phía thượng lưu vận hành thì chế độ làm việc chúng sẽ ảnh hưởng rất lớn đến hiệu quả điện năng của các TTĐ ở phía hạ lưu. Đối với các TTĐ có hồ điều tiết dài hạn từ điều tiết mùa trở lên ở thượng lưu đi vào vận hành thì sẽ làm tăng sản lượng điện mùa kiệt [1] cũng như điện năng giờ cao điểm mùa khô của các

Ngày nhận bài: 19/10/2016

Ngày thông qua phản biện: 07/12/2016

Ngày duyệt đăng: 26/12/2016

TTĐ phía dưới. Trong trường hợp các TTĐ trên cùng bậc thang đều có hồ chứa điều tiết ngày thì việc có hay không TTĐ ở thượng lưu không làm thay đổi đáng kể sản lượng điện mùa kiệt của các TTĐ ở hạ lưu cũng như của toàn bộ bậc thang. Tuy nhiên các TTĐ điều tiết ngày ở thượng lưu có làm thay đổi điện năng của các khung giờ cao điểm-trung bình-thấp điểm (các thành phần điện năng) của các TTĐ điều tiết ngày ở hạ lưu hay không là câu hỏi cần được giải đáp. Bài báo tập trung nghiên cứu ảnh hưởng của các hồ điều tiết ở thượng lưu đến các thành phần điện năng của TTĐ điều tiết ngày ở phía hạ lưu, tiến hành xây dựng chương trình tính toán mô phỏng quá trình vận hành để đánh giá sự thay đổi điện năng và thành phần điện năng của các hồ thủy điện ở hạ lưu khi có và khi không có hồ thượng lưu. Mô hình toán được sử dụng để tính toán kiểm chứng cho một vài hệ thống bậc thang thủy điện nhỏ ở Việt Nam, trong đó các TTĐ ở hạ lưu là các trạm thủy điện có hồ điều tiết ngày đêm. Kết quả tính toán mô phỏng cho thấy, khi hồ chứa thượng lưu có dung tích điều tiết thì sẽ làm tăng sản lượng điện mùa khô cũng như điện năng giờ cao điểm mùa khô cho trạm thủy điện phía dưới. Phần điện năng cao điểm mùa khô của TTĐ phía dưới tăng thêm phụ thuộc vào dung tích điều tiết của hồ phía trên đồng thời phụ thuộc vào công suất lắp đặt của TTĐ phía dưới. Vì vậy, đối với hệ thống bậc thang đang trong quá trình thiết kế cũng như vận hành thì việc tính toán phối hợp có xét đến chế độ làm việc của hồ phía trên sẽ giúp đánh giá và xác định hợp lý hơn công suất lắp đặt cho TTĐ phía hạ lưu.

2. MÔ HÌNH TOÁN VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu trong bài báo này là các TTĐ có hồ điều tiết ngày ở hạ lưu trong hệ thống bậc thang làm việc trong hệ thống điện lực. Phía thượng lưu các trạm này có thể có hồ điều tiết ngày hoặc điều tiết mùa.

Trong bài báo này, mô hình toán được lập cho việc mô phỏng quá trình vận hành của các TTĐ nhỏ điều tiết ngày đêm làm việc trong bậc thang. Các TTĐ này là trạm thủy điện do tư nhân đầu tư nên hàm mục tiêu của bài toán là DOANH THU từ bán điện năm đạt giá trị lớn nhất. Vì là TTĐ điều tiết ngày đêm nên chu kỳ điều tiết phát điện diễn ra trong 24h, do vậy để đạt doanh thu năm lớn nhất thì doanh thu hàng ngày phải đạt giá trị lớn nhất.

$$B = \sum_i^{24} B_i = \sum_i^{24} E_i \cdot g_i \Rightarrow \max \quad (1)$$

Ở đây: B là doanh thu từ bán điện trong một ngày đêm; B_i là doanh thu từ bán điện thu được ở giờ thứ i ; E_i và g_i lần lượt là điện năng thương phẩm và giá bán điện ở giờ thứ i ; 24 là số giờ trong ngày.

$$E_i = N_i \cdot t_i \quad (2)$$

N_i và t_i lần lượt là công suất trung bình và thời gian (giờ) tương ứng với công suất phát N_i .

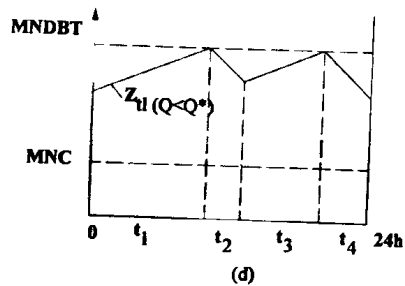
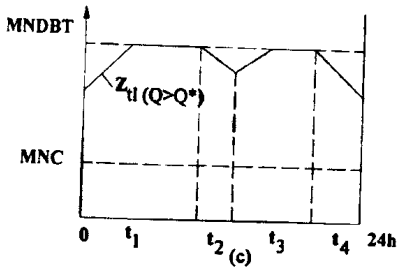
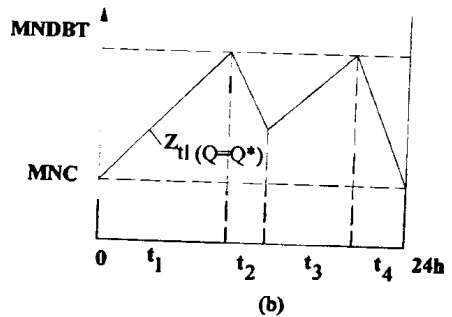
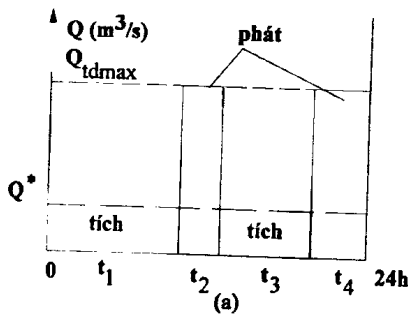
Mặt khác đây là các TTĐ nhỏ có công suất nhỏ hơn 30MW hoặc công suất trung bình các trạm trên bậc thang nhỏ hơn 30MW nên theo quy định số 18/2008/QĐ-BCT của Bộ công thương giá bán điện sẽ được áp dụng biểu giá chi phí tránh được [6]. Giá bán điện được tính theo các khung giờ Cao điểm-trung bình-thấp điểm cho cả mùa khô và mùa mưa, điện năng dư vào mùa mưa. Giờ cao điểm được quy định từ 9h30 đến 11h30 sáng và từ 17h đến 20h tối, giờ thấp điểm từ 22h đến 4h sáng hôm sau, các giờ còn lại là giờ trung bình, ngày chủ nhật không có giờ cao điểm. Với biểu giá bán điện theo quyết định số 14579/QĐ-BCT ban hành ngày 30/12/2015 áp dụng cho năm 2016 thì giá bán điện giờ cao điểm mùa khô (~2800đ/kwh) là cao vượt trội so với các khung giờ còn lại (~610đ/kwh) [7]. Do vậy, hàm mục tiêu (1) chuyển sang dạng tối ưu điện năng giờ cao điểm mùa khô như phương trình (3) sau đây.

$$E_{\text{cao}}^{\text{mk}} = \sum_{i=1}^{T_{\text{cao}}} E_i^{\text{cao}} = \sum_{i=1}^{T_{\text{cao}}} N_i \cdot t_i \Rightarrow \max \quad (3)$$

N_i, t_i lần lượt là công suất và khoảng thời gian tương ứng thứ i của khung giờ cao điểm ($i=1 \div 5$).

Để đảm bảo phát được điện năng tối đa vào giờ cao điểm thì thời điểm trước 9h30 hồ phải ở mức nước dâng bình thường (MNDBT), do vậy các khung giờ khác trong ngày hồ sẽ tích nước để hồ đạt MNDBT cho ngày phát kế tiếp. Điều này sẽ có lợi về mặt công suất và điện năng so với việc

vận hành hồ từ mực nước chết (MNC) lên đến MNDBT [5], nhất là đối với các trạm thủy điện có cột nước thấp. Việc hạ mực nước hồ cuối giờ cao điểm thứ hai (20h) xuống bao nhiêu cần căn cứ vào lưu lượng nước đến hồ của ngày hôm sau (Hình 1). Như vậy, để vận hành được như trên đòi hỏi phải có dự báo chính xác lưu lượng nước đến của ngày hôm sau.



Hình 1: (a) Sơ đồ tích nước giờ thấp điểm và trung bình-phát tối đa công suất giờ cao điểm ($Q=Q^*$); (b) Biến thiên mực nước hồ trong ngày khi $Q=Q^*$; (c) Biến thiên mực nước hồ trong ngày khi $Q>Q^*$; (d) Biến thiên mực nước hồ trong ngày khi $Q<Q^*$; Ở đây: t_2 và t_4 là khung giờ cao điểm; t_1 và t_3 là khung giờ thấp điểm và trung bình; Q_{tmax} là lưu lượng lớn nhất chảy qua nhà máy thủy điện ứng với cột nước thiết kế.

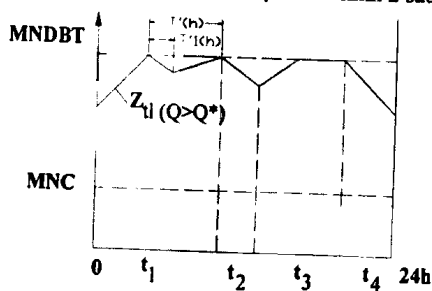
Để có kết quả dự báo chính xác cần có trạm đo thủy văn, nhưng thông thường các TTT nhỏ khi xây dựng không có các trạm đo thủy văn trong lưu vực nên việc dự báo gặp khó khăn. Mặt khác, trong thực tế vận hành thì các tháng mùa khô lưu lượng thay đổi rất ít trong tháng

nên có thể vừa căn cứ vào lưu lượng của ngày hôm trước kết hợp việc đo mực nước hồ để có được kết quả dự báo dòng chảy hợp lý.

Giả sử Q^* là lưu lượng đến sao cho đủ tích nước để phát tối đa công suất vào các khung giờ cao điểm (Hình 1a) thì, ứng với cấp lưu

lượng này thì mực nước trong hồ trong một ngày sẽ dao động từ mực nước từ MNC đến MNDBT rồi trở về MNC (Hình 1b). Trường hợp lưu lượng nước đến $Q > Q^*$ thì hồ chứa không cần phải hạ mực nước về MNC ở cuối khung giờ cao điểm thứ hai mà vẫn đảm bảo phát được công suất tối đa vào các giờ cao điểm (Hình 1c). Khi lưu lượng nước đến $Q < Q^*$ thì hồ chứa không thể hạ mực nước xuống tới MNC vào cuối khung giờ cao điểm thứ hai để đảm bảo ngày hôm sau hồ tích đầy nước tới MNDBT (Hình 1d). Khi lưu lượng đến hồ lớn hơn lưu lượng lớn nhất của nhà máy tại thời điểm tương ứng thì cho TTD phát với công suất tối đa và giữ mực nước hồ luôn ở MNDBT.

Khi hồ tích đầy tới MNDBT mà chưa đến giờ cao điểm để huy động công suất thì tùy theo lưu lượng thiên nhiên đến nhiều hay ít để cho nhà máy phát theo công suất tối thiểu ($N_{\min}$), phát một tổ máy hay phát lớn hơn. Như vậy phân lưu lượng phát điện (Q_i) khi hồ đạt MNDBT hoàn toàn phụ thuộc vào lưu lượng thiên nhiên đến, nếu lưu lượng thiên nhiên đến (Q_m) không đủ phát $N_{\min}$ thì cần cấp từ hồ ra và thời gian cấp được xác định như hình 2 sau:



Hình 2: Biến đổi mực nước thượng lưu hồ trong ngày khi lưu lượng đến nhỏ hơn lưu lượng tối thiểu của tuabin trong trường hợp hồ đã tích đến MNDBT.

Giả sử hồ đã đầy và còn T' (h) nữa mới đến giờ cao điểm, lúc này sẽ cho TTD phát với $Q_{\min}$ trong khoảng thời gian T'_1 (h); giả sử lưu

lượng thiên nhiên đến trong ngày không đổi thì T'_1 xác định như sau:

$$T'_1 = \frac{Q_m T'}{Q_{\min}} \quad (4)$$

Sau thời gian phát T'_1 (h) thì dừng máy và tích nước trở lại để đảm bảo 9h30 hồ sẽ ở MNDBT.

Trong các giờ cao điểm thì lưu lượng phát điện gồm Q_m cộng thêm phần lưu lượng cấp ra từ hồ chứa (Q_c). Ở đây, lưu lượng cấp ra từ hồ vào khung giờ cao điểm được xác định theo công thức (5) sau đây:

$$Q_{ci} = \min \left(\max(Q_{kd} - Q_m, 0); \frac{V_{hi}^{cli-1}}{t_i \cdot 3600} \right); (m^3 / s) \quad (5)$$

Ở đây, Q_{kd} là lưu lượng phát tương ứng với công suất khả dụng tại thời điểm thứ i , Q_{kd} phụ thuộc vào công suất khả dụng (N_{kd}), N_{kd} phụ thuộc vào cột nước phát điện cũng như các yếu tố khác.

V_{hi}^{cli-1} là phần dung tích điều tiết (hữu ích) còn lại ở thời điểm thứ $i-1$, $V_{hi}^{cli-1} \leq V_{hi}^{ng}$. Phần dung tích điều tiết trong ngày (V_{hi}^{ng}) dao động trong khoảng từ 0 đến V_{hi} tùy thuộc vào lượng nước đến của ngày kế tiếp; V_{hi} là phần dung tích hữu ích thiết kế ứng với MNDBT và mực nước chết (MNC) thiết kế.

$$V_{hi}^{ng} = \min(V_{cd}^{vc}; V_{hi}; V_{tich}) \quad (6)$$

Ở đây, V_{cd}^{vc} là dung tích yêu cầu để đủ phát công suất tối đa vào các khung giờ cao điểm, được xác định theo công thức (6'):

$$V_{cd}^{vc} = \max(Q_{kd} - Q_m, 0) T_{cd} \quad (6')$$

Công suất phát điện ở một thời điểm bất kỳ trong ngày được xác định:

$$N_i = 9,81 \cdot \eta_{tbi} \cdot \eta_{mfi} \cdot Q_i \cdot H_i \quad (7)$$

Ở đây, Q_i và N_i cần đảm bảo điều kiện ràng buộc về lưu lượng công suất:

$$Q_{\min} \leq Q_i \leq Q_{\max} \quad (8)$$

$$N_{\min} \leq N_i \leq N_{\max} \quad (9)$$

$Q_{\min}$; $Q_{\max}$ lần lượt là lưu lượng tối thiểu của tổ máy và lưu lượng khả dụng của nhà máy thủy điện, lưu lượng khả dụng phụ thuộc vào cột nước phát điện trong khi lưu lượng nhỏ nhất phụ thuộc vào điều kiện kỹ thuật của tuabin, yêu cầu lợi dụng tổng hợp phía hạ lưu, yêu cầu dòng chảy môi trường sinh thái,... và $Q_{\max} \leq Q_{\max}$.

$N_{\min}$; $N_{\max}$ lần lượt là công suất tối thiểu của tổ máy và công suất khả dụng của nhà máy thủy điện, công suất khả dụng phụ thuộc vào cột nước phát điện.

Q_i ; H_i lần lượt là lưu lượng phát điện và cột nước trung bình phát điện giờ thứ i ,

η_{bi} ; η_{mf} lần lượt là hiệu suất của tua-bin và máy phát điện tương ứng ở giờ thứ i .

Hiệu suất của tuabin η_{bi} phụ thuộc vào lưu lượng và cột nước tương ứng ở giờ thứ i .

Cột nước phát điện được xác định theo công thức:

$$H_i = \bar{Z}_{\text{th}} - \bar{Z}_M(Q_i) - h_w(Q_i) \quad (10)$$

Trong đó, $\bar{Z}_{\text{th}}$ là mực nước thượng lưu trung bình của hồ chứa ở thời điểm thứ i

$$\bar{Z}_{\text{th}} = Z(\bar{V}_i) = Z\left(\frac{V_{i-1} + V_i}{2}\right) \quad (11)$$

Ngoài ra còn đảm bảo điều kiện ràng buộc về mực nước thượng lưu của hồ chứa:

$$MNC \leq Z_{\text{th}} \leq MNCB \quad (12)$$

Đối với các trạm thủy điện ở thượng bậc thang lưu sử dụng các công thức từ (1) đến (12), còn với ở hạ lưu bậc thang, lượng nước đến là tổng lượng nước xả của nhà máy phía trên công với lượng nước khu giữa. Ngoài ra cần xét đến độ

“trễ” của dòng chảy khi chảy từ hạ lưu nhà máy phía thượng lưu về đến hồ chứa của nhà máy phía dưới, lưu lượng chảy đến hồ hạ lưu tại thời điểm t (s) sẽ bằng lưu lượng ở hạ lưu nhà máy thủy điện phía thượng lưu tại thời điểm $t-\tau$ (s), với τ là độ “trễ” do thời gian chảy truyền trên khu giữa.

Khi có yêu cầu về dòng chảy môi trường hay yêu cầu lợi dụng tổng hợp (LDTH) ở hạ lưu, với thủy điện kiểu đường dẫn thì lưu lượng nước này sẽ không đi qua nhà máy thủy điện mà xả qua đập dâng thông qua các công trình xả. Đối với thủy điện kiểu đập, nếu lưu lượng xả môi trường hay nhu cầu LDTH lớn hơn lưu lượng tối thiểu để chạy một tổ máy thì cho nhà máy vận hành với cấp lưu lượng này. Khi lưu lượng này nhỏ hơn lưu lượng tối thiểu để chạy một tổ máy, trong thời điểm tích nước sẽ xả bỏ lưu lượng này mà không chạy máy, khi hồ đã đầy thì tương tự trường hợp phương trình (4) ở trên.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Bài toán được áp dụng cho hệ thống bậc thang thủy điện Krong No2 – Krong No 3 trên sông Đắk Krong No tỉnh Lâm Đồng [2]; bậc thang thủy điện Nậm Cẩu 1-Nậm Cẩu 2 trên suối Nậm Cẩu tỉnh Sơn La [3]; và bậc thang thủy điện Sông Giang 1-Sông Giang 2 trên sông Giang tỉnh Khánh Hòa [4].

Sông Krong No là nhánh của sông Sêrêpôk thuộc địa phận, huyện Lạc Dương và huyện Đam Rông tỉnh Lâm Đồng, huyện Lắc của tỉnh Đắk Lắk. Trên sông Đắk Krong No có hai bậc thang thủy điện nối tiếp nhau: Krong No 2 là thủy điện đập và đường dẫn kết hợp với chiều dài đường hầm chính dài 200m; ở hạ lưu là thủy điện Krong No 3 là dạng thủy điện kiểu đập; kênh xả của nhà máy thủy điện Krong No 2 xả trực tiếp vào hồ chứa thủy điện Krong No 3 nên có thể coi không có sự lệch pha dòng chảy giữa hai trạm thủy điện này; cả hai công trình đều có đập tràn tự do nên khi mực nước vượt quá mực nước dâng bình thường

(MNDBT) thì nước chảy qua tràn tự do, cột nước trên tràn tận dụng được không nhiều nên có thể bỏ qua giá trị này khi tính toán vận hành. Ngoài ra, còn có thủy điện Đắk Kgui lấy nước từ nhánh suối khác của sông Sê-rê-pok rồi đổ nước vào hồ chứa Krong No 3, tuy nhiên do dung tích của hồ Đắk Kgui nhỏ nên bỏ qua ảnh hưởng của hồ này đến hiệu quả làm việc của hồ Krong No 3. Ngày 03/4/2016 nhà máy thủy điện Krong No 3 đã được đưa vào vận hành, dự kiến cuối năm 2016 nhà máy thủy điện Krong No 2 sẽ được đưa vào vận hành. Hai trạm thủy điện này được khai thác chủ yếu với mục đích phát điện mà không có nhu cầu dùng nước khác ở thượng-hạ lưu.

Suối Nậm Cầu là nhánh cấp 1 của Nậm Bùn, Nậm Bùn là nhánh cấp 1 của sông Đà. Suối Nậm Cầu bắt nguồn từ dãy núi cao Phi Si Lung có đỉnh cao nằm trên biên giới Việt Trung có cao độ 3083m. Suối chảy từ thượng nguồn về hạ lưu luôn đổi hướng, rồi chảy qua thị trấn Mường Tè, đổ vào suối Nậm Bùn. Lưu vực Nậm Cầu phía Bắc giáp với lưu vực SKhông thuộc thượng nguồn của Nậm Cùm và thượng nguồn lưu vực Nậm Xí Lùng, phía Đông giáp lưu vực Nậm Xí Lùng, phía Nam là phần hạ lưu lưu vực Nậm Bùn, phía Tây giáp lưu vực Nậm Hăn. Vị trí tuyến đập TĐ Nậm cầu bậc 1 nằm cách biên giới Việt Trung 14,5km về hướng Nam, cách UBND huyện Mường Tè 8km về hướng Bắc - Tây Bắc, cách điểm mưa Nhù Cà 25,5km về hướng Đông - Đông Nam, cách điểm mưa Tà Tổng 12 km về

hướng Đông Đông Bắc, cách trạm thủy văn trên dòng chính Nậm Bùn 11,5km về hướng Tây Bắc. Thủy điện Nậm Cầu 1 và 2 đều là dạng thủy điện đường dẫn sử dụng đường hầm để dẫn nước về nhà máy thủy điện. Đây là hai trạm thủy điện có hồ điều tiết ngày, nước từ kênh xả của nhà máy thủy điện Nậm Cầu 1 đổ thẳng vào hồ của nhà máy thủy điện Nậm Cầu 2.

Sông Giang là một nhánh lớn nằm ở thượng lưu hệ thống sông Cái Nha Trang, sông Giang bắt nguồn từ vùng núi cao trên 1850 m phía Tây huyện Khánh Vĩnh, tỉnh Khánh Hòa tiếp giáp với tỉnh Đắk Lắk. Sông Giang có hướng chảy chính từ phía Tây Bắc sang Đông Nam, sau khi nhập vào sông Cái, sông chảy theo hướng Đông rồi chảy ra biển. Đặc điểm của hầu hết các sông suối nơi đây đều ngắn và dốc. Mật độ lưới sông nơi đây khá dày 0,75 km/km², càng về phía hạ lưu thì mật độ lưới sông càng giảm, độ hạ thấp lòng sông khoảng 1250 m. Ở thượng lưu là thủy điện Sông Giang 1 có hồ điều tiết mùa, hạ lưu là thủy điện Sông Giang 2 có hồ điều tiết ngày. Nước từ kênh xả của nhà máy Sông Giang 1 đổ thẳng vào hồ chứa của Sông Giang 2.

Tài liệu đầu vào để tính toán mô phỏng gồm tài liệu: thông số hồ chứa, quan hệ lưu lượng-mức nước hạ lưu, tổn thất cột nước trên tuyến năng lượng, dòng chảy thủy văn, đặc tính thiết bị, sơ đồ khai thác,... Các thông số cơ bản của các TTD được cho trong Bảng 1.

Bảng 1: Các thông số cơ bản đưa vào tính toán

TT	Thông số	Krong No 2	Krong No 3	Nậm Cầu 1	Nậm Cầu 2	Sông Giang 1	Sông Giang 2
1	MNDBT	620	555	523	400	615	462
2	MNC	618	554,5	517,5	398	600	460
3	Công suất lắp máy (MW)	30	18	11	10	12	37
4	Hình thức điều tiết	Ngày	Ngày	Ngày	Ngày	Mùa	Ngày

Để giải quyết bài toán vận hành cho bậc thang trên, một phần mềm tính toán được xây dựng dựa trên nền tảng Modul Microsoft Excel để mô phỏng quá trình vận hành trong hai trường hợp:

Trường hợp 1 (TH1): Coi các TTD vận hành độc lập, có nghĩa là bỏ qua yếu tố điều tiết của TTD phía thượng lưu đến hiệu quả năng lượng của TTD phía hạ lưu. Bài toán được giải quyết theo bài toán đơn hồ

Trường hợp 2 (TH2): Coi quá trình làm việc của TTD phía hạ lưu phụ thuộc vào quá trình làm việc của TTD phía thượng lưu, bài toán được giải quyết theo bài toán liên hồ.

Trong phạm vi bài báo này, độ “trễ” của dòng chảy được giả thiết không đáng kể và bỏ qua, kết quả này có sai khác khi nhà máy phía thượng lưu cách xa hồ phía hạ lưu, tuy nhiên trong phạm vi các bậc thang được nghiên cứu trong bài báo này thì sự sai khác này có thể bỏ qua mà không làm ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu.

Kết quả mô phỏng thu được cho thấy hiệu quả điện năng tăng lên rõ rệt trong trường hợp vận

hành liên hồ chứa, nhất là điện năng giờ cao điểm. Điều này có được là do hồ phía thượng lưu đã điều tiết một phần cho hồ phía hạ lưu, hồ phía hạ lưu chỉ cần điều tiết lưu lượng khu giữa cũng như phần “chưa điều tiết” của hồ phía thượng lưu. Trong khi, các TTD làm việc độc lập thì với phần dung tích hữu ích của hồ phía hạ lưu không đủ để điều tiết ngày hoàn toàn nên có nhiều trường hợp không đủ nước để phát tối đa công suất vào giờ cao điểm.

Các bậc thang chỉ có các hồ điều tiết ngày đêm thì điện năng tăng thêm cho bậc thang phía hạ lưu chủ yếu là điện năng cao điểm mùa khô còn điện năng giờ trung bình và thấp điểm mùa khô đều giảm. Còn bậc thang có hồ điều tiết mùa ở thượng lưu thì điện năng tăng thêm là điện năng mùa khô cũng như các thành phần điện năng cao điểm mùa khô của TTD phía hạ lưu tăng lên là do hồ chứa của TTD phía thượng lưu đã điều tiết một phần nước dẫn đến hồ phía hạ lưu không cần phải hạ thấp mực nước vẫn đảm bảo phát được công suất cao vào giờ cao điểm, điều này làm tăng cột nước phát điện dẫn đến làm tăng công suất và điện năng.

Bảng 2: Kết quả vận hành Krong No 3 (KN3) khi có xét và không xét Krong No 2 (KN2)

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị KN2	Giá trị KN3 độc lập	Giá trị KN3 có xét KN2	Chênh lệch
1	Điện năng trung bình năm Eo	triệu kwh	101,862	62,323	66,981	4,658
2	Điện năng cao điểm mùa mưa	triệu kwh	17,977	11,281	13,126	1,845
3	Điện năng trung bình mùa mưa	triệu kwh	23,700	14,154	14,174	0,020
4	Điện năng thấp điểm mùa mưa	triệu kwh	12,344	7,460	7,475	0,015
5	Điện năng cao điểm mùa khô	triệu kwh	26,888	16,873	19,632	2,759
6	Điện năng trung bình mùa khô	triệu kwh	15,092	9,013	9,026	0,013
7	Điện năng thấp điểm mùa khô	triệu kwh	5,860	3,541	3,549	0,008

Với bậc thang Krong No 2-Krong No 3, việc có hay không xét Krong No 2 có ảnh hưởng đáng kể đến các thành phần điện năng của nó

(Bảng 2). Tương tự đối với bậc thang Nậm Cầu 1-Nậm Cầu 2 (Bảng 3), mức độ ảnh hưởng lớn hơn do dung tích hồ NC1 và NC2