

NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH CAO TRÌNH HỢP LÝ CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN PÁ CHIẾN TRONG HỆ THỐNG THỦY ĐIỆN BẬC THANG

Lê Xuân Khâm¹

Tóm tắt: Việt Nam hiện nay, thủy điện vẫn chiếm một tỷ trọng lớn và là nguồn cung cấp điện chủ yếu, đặc biệt là vào các giờ cao điểm. Sự phát triển của thủy điện đã hình thành nên hệ thống thủy điện bậc thang trên các lưu vực sông. Trong hệ thống thủy điện bậc thang thì có những hệ thống nhà máy thủy điện ở bậc trên không bị ngập trong mực nước hồ bậc dưới, hoặc có những hệ thống nhà máy thủy điện bậc trên nằm trong lòng hồ bậc thang dưới. Trong bài báo này, tác giả giới thiệu cách xác định cao trình hợp lý của nhà máy thủy điện trong hệ thống thủy điện bậc thang, áp dụng cho nhà máy thủy điện Pá Chiến. Đây cũng là tài liệu để tham khảo để tính toán, thiết kế cho những nhà máy thủy điện tương tự.

Từ khóa: thủy điện bậc thang, cao trình hợp lý, kinh tế năng lượng

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Việt Nam là quốc gia đang phát triển với tốc độ tăng GDP bình quân giai đoạn 2000-2006 là 7,5%/năm. Việt Nam cũng là một trong những nước có tốc độ tăng trưởng kinh tế cao trên thế giới và vẫn có thể duy trì ở mức độ cao sau cuộc khủng hoảng kinh tế thế giới giai đoạn 2007-2009. Để có thể đảm bảo được sự tăng trưởng đó với mục tiêu tới năm 2020 Việt Nam sẽ là quốc gia công nghiệp thì cần phải có sự đáp ứng đủ và ổn định các nhu cầu về điện. Theo thống kê nhu cầu dùng điện năm 2005 là 53,6 tỷ kWh/năm, dự báo năm 2010 là 87,82 tỷ kWh/năm và năm 2020 nhu cầu về điện sẽ tăng gấp đôi, đây là một vấn đề cấp thiết hiện nay [1].

Để đáp ứng được nhu cầu đó, hệ thống điện phải ngày càng phát triển. Các nguồn phát điện truyền thống như: thủy điện, nhiệt điện than, dầu khí... vẫn tiếp tục được khai thác và xây dựng. Bên cạnh đó các nguồn điện mới như: điện nguyên tử, điện gió, điện mặt trời cũng đang được nghiên cứu và sớm đưa vào sử dụng. Ở nước ta hiện nay thủy điện vẫn chiếm một tỷ trọng lớn và là nguồn cung cấp điện chủ yếu, đặc biệt là vào các giờ cao điểm.

Sự phát triển của thủy điện đã hình thành nên hệ thống thủy điện bậc thang trên các lưu vực sông. Trong hệ thống thủy điện bậc thang thì có những hệ thống nhà máy thủy điện ở bậc trên không bị ngập trong mực nước hồ bậc dưới, hoạt động của nhà máy không phụ thuộc vào sự dâng hạ mực nước trong hồ dưới. Tuy nhiên cũng có những hệ thống nhà máy thủy điện bậc trên nằm trong lòng hồ bậc thang dưới. Khi đó nhà máy bậc trên có thể tận dụng được

cột nước phát điện khi mực nước hồ của thủy điện bậc dưới xuống thấp trong mùa kiệt nhưng đồng thời cũng tăng chi phí xây dựng do phải đào sâu nhà máy xuống. Bài toán đặt ra là xác định cao trình của nhà máy thủy điện nên để ngập hay không ngập trong mực nước của hồ dưới và nếu để ngập chân thì nên đào sâu nhà máy xuống độ sâu bao nhiêu để đảm bảo dự án có hiệu quả tốt nhất. Vì vậy, trong bài báo này tác giả giới thiệu cách xác định cao trình hợp lý của nhà máy thủy điện trong hệ thống thủy điện bậc thang, áp dụng cho nhà máy thủy điện Pá Chiến. Đây cũng là tài liệu để các nhà thiết kế tham khảo để tính toán, thiết kế cho những nhà máy thủy điện tương tự.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Khi xây dựng nhà máy thủy điện trong hệ thống thủy điện bậc thang, nếu nhà máy không đặt ngập trong lòng hồ bậc dưới thì không chịu sự ảnh hưởng của sự dao động mực nước hồ bậc dưới, nhà máy hoạt động gần như độc lập. Mực nước hạ lưu nhà máy được xác định theo quan hệ lưu lượng và mực nước hạ lưu trong kênh xả. Nếu đào sâu nhà máy xuống ngập chân trong lòng hồ bậc dưới thì mực nước hạ lưu của nhà máy còn phụ thuộc vào sự dao động của mực nước hồ bậc dưới. Do sự dao động mực nước của các hồ điều tiết dài hạn là khá lớn nên các nhà máy bậc trên có thể tận dụng được sự chênh lệch cột nước khi mực nước hồ bậc dưới xuống thấp trong mùa kiệt. Để có thể hạ nhà máy xuống thì cần làm ngưỡng ở kênh xả để khống chế mực nước hạ lưu nhỏ nhất đảm bảo cho cao trình lắp máy thoả mãn điều kiện khí thực của turbin.

Đào sâu nhà máy xuống sẽ tăng được cột nước phát điện, qua tính toán thủy năng ta tính được giá trị điện lượng tăng thêm với mỗi mét chiều sâu hạ

¹ Trường Đại học Thủy lợi

xuống. Đồng thời chìm sâu nhà máy xuống cũng làm tăng chi phí xây dựng do tăng khối lượng đào đắp cũng như khối lượng bê tông nhà máy.

Từ giá trị điện năng và chi phí tăng thêm thông qua tính toán kinh tế năng lượng ta sẽ xác định được giá trị hiện tại ròng là hiệu của lợi ích qui về hiện tại và chi phí quy về hiện tại.

Như vậy việc chìm sâu nhà máy xuống mang lại lợi ích thiết thực đó là tăng sản lượng điện, trong khi đó chi phí có thể tăng không nhiều so với lợi ích thu được, vấn đề ảnh hưởng đến môi trường và tác động dân sinh kinh tế cũng không thay đổi nhiều so với phương án không ngập chân. Để đánh giá chính xác hiệu quả của việc hạ cao trình nhà máy xuống cần thông qua tính toán thủy năng và kinh tế năng lượng, từ đó ta cũng xác định được cao trình mực nước hạ lưu nhỏ nhất hợp lý hay chính là xác định được độ chìm sâu mang lại hiệu quả kinh tế tốt nhất [2][3].

II.1. Tính toán thủy năng

Tính toán điện năng theo giờ sử dụng trong ngày:
Công thức tính toán thủy năng: $N=K.Q.H$

Trong đó: K: Hệ số công suất; Q: Lưu lượng phát điện (m^3/s); H: Cột nước phát điện (m); $H = Z_{\text{ul}} - Z_{\text{hl}}(Q) - h_w(Q)$; Z_{ul} : Mực nước thượng lưu (m); $Z_{\text{hl}}(Q)$: Mực nước hạ lưu (m); $h_w(Q)$: Cột nước tổn thất ứng với lưu lượng phát điện (m).

Mực nước hạ lưu xác định như sau: Đối với phương án không ngập chân, mực nước hạ lưu được xác định ứng với lưu lượng phát điện theo quan hệ lưu lượng và mực nước hạ lưu; Đối với phương án đặt ngập chân, do nhà máy đặt ngập trong lòng hồ bậc dưới nên mực nước hạ lưu không chỉ phụ thuộc vào lưu lượng phát điện mà còn phụ thuộc vào sự dao động mực nước của hồ bậc dưới. Nếu mực nước hồ dưới nhỏ hơn cao trình đáy kênh xả của nhà máy thủy điện bậc trên thì mực nước hạ lưu được xác định theo quan hệ lưu lượng và mực nước hạ lưu; Nếu mực nước hồ dưới lớn hơn cao trình đáy kênh xả của nhà máy thủy điện bậc trên thì mực nước hạ lưu lấy theo mực nước của hồ dưới.

Để tính toán thủy năng đối với trạm thủy điện thì tùy thuộc vào từng dự án cụ thể mà có thể tính toán điều tiết ngày, điều tiết năm hoặc điều tiết nhiều năm.

II.2. Kinh tế năng lượng

- Việc phân tích các dự án được áp dụng hiện nay có thể phân thành các nhóm phương pháp: Nhóm chỉ tiêu giá trị hiện tại ròng (NPW), nhóm suất thu lợi nội tại (IRR), nhóm chỉ tiêu tỷ số lợi ích – chi phí (B/C), nhóm tỷ số lợi nhuận và vốn đầu tư B/K và nhóm hiệu quả chi phí C.

- Trong phạm vi của bài báo, tác giả chỉ dùng chỉ tiêu giá trị hiện tại ròng (NPW) để phân tích hiệu quả kinh tế. Giá trị hiện tại ròng hay giá trị hiện tại thuần là hiệu số giữa thu nhập và chi phí của dự án trong vòng đời kinh tế của nó được quy về hiện tại, $NPW = PWB - PWC$.

$$PWB = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}; \quad PWC = \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}.$$

$$\text{Vì vậy } NPW = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Trong đó: B_t : Doanh thu ở thời đoạn t hoặc giá trị thu hồi khi thanh lý tài sản đã hết tuổi thọ hay đã hết thời kỳ tồn tại của dự án, vốn lưu động thu hồi ở cuối đời dự án; C_t : Chi phí bỏ ra ở thời đoạn t bao gồm vốn đầu tư, chi phí vận hành không có khấu hao cơ bản; n: Số thời đoạn trong thời kỳ phân tích dự án; i: Suất thu lợi.

Mọi dự án khi phân tích tài chính nếu: $NPW > 0$ thì dự án có hiệu quả; $NPW = 0$ thì dự án hoà vốn; $NPW < 0$ thì dự án không hiệu quả và không nên đầu tư. Khi so sánh giữa các phương án với nhau thì phương án nào có NPW lớn nhất thì phương án đó hiệu quả nhất.

II.3. Xây dựng mối quan hệ giữa các đại lượng

Lựa chọn phương pháp giá trị tương đương để làm cơ sở so sánh giữa các phương án. Tính toán với vòng đời kinh tế $n=30$ năm, hệ số chiết khấu $i=10\%$, chi phí vận hành và bảo dưỡng lấy bằng 1,25% vốn đầu tư.

Với cùng một công trình thủy điện, khi xác định cao trình đặt nhà máy đưa ra 2 phương án là: Đặt nhà máy không ngập trong lòng hồ của bậc thang dưới; Đặt nhà máy ngập trong lòng hồ của bậc thang dưới và nếu đặt nhà máy trong lòng hồ bậc thang dưới thì chìm nhà máy xuống độ sâu nào là hợp lý.

Phương án đặt không ngập chân:

$$NPW_1 = \sum_{t=1}^n \frac{B_{1t}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_{1t}}{(1+i)^t};$$

Phương án đặt ngập chân:

$$NPW_2 = \sum_{t=1}^n \frac{B_{2t}}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n \frac{C_{2t}}{(1+i)^t},$$

Vì vậy

$$\Delta NPW = NPW_2 - NPW_1 = \sum_{t=1}^n \Delta B_t - \sum_{t=1}^n \Delta C_t$$

ΔB : Lợi ích tăng thêm khi chìm sâu nhà máy xuống ngập trong lòng hồ bậc thang dưới; ΔC : Chi phí tăng lên do chìm sâu nhà máy xuống để đặt ngập

trong lòng hồ bậc thang dưới, $\Delta C = \Delta K + \Delta C_{vh} = \Delta K + 1,25\% \Delta K$; ΔNPW : Chênh lệch giá trị hiện tại ròng thu được giữa phương án đặt ngập chân và không ngập chân. Nếu: $\Delta NPW > 0$: Chọn phương án đặt ngập chân; $\Delta NPW < 0$: Chọn phương án đặt không ngập chân. Với phương án đặt ngập chân thì bài toán đặt ra là nên chìm sâu nhà máy xuống bao nhiêu để đạt hiệu quả tốt nhất. Khi đó lấy một cao trình làm mốc thường ta lấy mực nước hạ lưu nhỏ nhất (Z_{hl}^{min}) của nhà máy bậc trên bằng với mực nước dâng bình thường (MNDBT) của hồ dưới làm mốc tính toán, sau đó ta chìm dần nhà máy xuống, tính toán lợi ích và chi phí tăng thêm so với phương án gốc.

Gọi Z_{hl}^{min} : Cao trình mực nước hạ lưu (m),

ΔZ : Độ chìm sâu nhà máy xuống (m).

$$\Delta NWB = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta B_t}{(1+i)^t} : \text{Tổng giá trị chênh lệch lợi}$$

nhuận quy về hiện tại;

$$\Delta NWC = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta C_t}{(1+i)^t} : \text{Tổng giá trị chênh lệch chi}$$

phí quy về hiện tại.

$\Delta NPW = \Delta NWB - \Delta NWC$: Chênh lệch giá trị hiện tại ròng thu được giữa các phương án chìm sâu với phương án làm mốc

- Với Z_{hl1}^{min} ta có: $\Delta Z_1 = Z_{hl1}^{min} - Z_{hl}^{min}$, Tính được $\Delta B_1, \Delta C_1, \Delta NWB_1, \Delta NWC_1, \Delta NPW_1$

- Với Z_{hl2}^{min} ta có: $\Delta Z_2 = Z_{hl2}^{min} - Z_{hl}^{min}$, Tính được $\Delta B_2, \Delta C_2, \Delta NWB_2, \Delta NWC_2, \Delta NPW_2$

- Với Z_{hln}^{min} ta có: $\Delta Z_n = Z_{hln}^{min} - Z_{hl}^{min}$, Tính được $\Delta B_n, \Delta C_n, \Delta NWB_n, \Delta NWC_n, \Delta NPW_n$

Từ các giá trị trên ta vẽ được đường quan hệ giữa ΔZ và $\Delta NWB, \Delta NWC, \Delta NPW$ để thấy được mối quan hệ giữa lợi ích, chi phí, giá trị hiện tại ròng với độ chìm sâu nhà máy. Qua đường quan hệ này sẽ xác định được độ chìm sâu hợp lý nhất.

III. XÁC ĐỊNH CAO TRÌNH HỢP LÝ CỦA NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN PÁ CHIẾN [4]

III.1. Giới thiệu về công trình

Công trình thủy điện Pá Chiến dự kiến xây dựng trên suối Chiến là một nhánh cấp 1 của sông Đà. Công trình dự kiến xây dựng tại khu vực xã Chiềng San, huyện Mường La cách nhà máy Nậm Chiến 2 về phía hạ lưu khoảng 1km và cách trung tâm huyện

khoảng 6km. Suối Chiến là nhánh suối cấp I của sông Đà chảy theo hướng Đông Bắc-Tây Nam. Suối Chiến được bắt nguồn từ vùng núi có độ cao trung bình 1900m. Độ dốc của suối Chiến tương đối lớn nên có nhiều tiềm năng thủy điện. Hiện tại trên suối Chiến đang xây dựng hai thủy điện là Nậm Chiến 1 với công suất là 198MW và Nậm Chiến 2 công suất là 32MW. Công trình thủy điện Pá Chiến là bậc cuối cùng trên bậc thang thủy điện suối Chiến. Nhà máy nằm gần sông Đà tại cao trình suối Chiến nhập vào sông Đà.

Nhiệm vụ chủ yếu của công trình thủy điện Pá Chiến là phát điện với công suất lắp máy $N_{lm}=22MW$, sản lượng điện trung bình năm là $E_0=81,75.10^6$ KWh sẽ được đưa lên lưới điện quốc gia. Ngoài ra công trình còn tạo điều kiện thúc đẩy phát triển dân sinh kinh tế vùng dự án, tạo điều kiện thuận lợi cho du lịch sinh thái trong vùng phát triển.

III.2. Tính toán các phương án đặt nhà máy thủy điện trong hệ thống thủy điện bậc thang

III.2.1. So sánh phương án ngập chân và không ngập chân

- Khi đặt ngập chân nhà máy thủy điện Pá Chiến trong lòng hồ thủy điện Hòa Bình thì mực nước hạ lưu của nhà máy thủy điện Pá Chiến phụ thuộc vào sự dâng hạ mực nước hồ Hòa Bình. Khi tính toán thủy năng cho trạm thủy điện Pá Chiến, lấy mực nước Hòa Bình làm cơ sở để tính toán thủy năng, quyết định số 18/2008 QĐ-BCT ngày 18 tháng 7 năm 2008 của Bộ Công Thương được quy định thoái gian mùa mưa và mùa khô [5], quyết định số 06/QĐ-ĐTĐL ngày 19 tháng 01 năm 2012 của cục trưởng cục điều tiết điện lực ban hành biểu giá chi phí tránh được năm 2012 [6].

- Đối với công trình thủy điện Pá Chiến, căn cứ vào các tài liệu tổn thất bốc hơi, quan hệ lưu lượng và tổn thất cột nước, quan hệ lòng hồ, quan hệ lưu lượng... tác giả đã tính toán điều tiết ngày đêm, từ đó làm cơ sở để tính toán các thông số thủy năng của phương án ngập chân và không ngập chân. Đây cũng là căn cứ để tính chênh lệch lợi ích, chênh lệch chi phí giữa phương án ngập chân và phương án không ngập chân.

Bảng 1. Chênh lệch lợi ích giữa phương án ngập chân và không ngập chân

Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Phương án		ΔB (tỷ đồng)
			NC	KNC	
Điện lượng trung bình nhiều năm	E_0	10^6 kwh	77.25	76.43	
Điện lượng trung bình mùa lũ	E_l	10^6 kwh	45.94	45.81	
Điện lượng trung bình giờ cao điểm mùa lũ	E_{11}	10^6 kwh	13.18	13.37	0.00
Điện lượng trung bình giờ bình thường mùa lũ	E_{21}	10^6 kwh	24.54	24.44	0.28

Các thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Phương án		ΔB (tỷ đồng)
			NC	KNC	
Điện lượng trung bình giờ thấp điểm mùa lũ	E_{3l}	10^6 kwh	8.22	8.00	0.19
Điện lượng trung bình mùa kiệt	E_k	10^6 kwh	31.31	30.62	
Điện lượng trung bình giờ cao điểm mùa kiệt	E_{1k}	10^6 kwh	22.16	21.92	0.39
Điện lượng trung bình giờ bình thường mùa kiệt	E_{2k}	10^6 kwh	7.83	7.49	0.34
Điện lượng trung bình giờ thấp điểm mùa kiệt	E_{3k}	10^6 kwh	1.32	1.22	0.07
Tổng					0.11

Bảng 2. Bảng chênh lệch chi phí giữa phương án ngập chân và không ngập chân

	Đơn vị	Giá thành	Phương án		ΔK (tỷ đồng)
			NC	KNC	
- Khối lượng bê tông nhà máy	m^3	1,250,000	2862	2780	0.103
- Khối lượng đào nhà máy					
Đào đất	m^3	22,152	36074	32372	0.082
Đào đá	m^3	140,000	15052	13621.7	0.200
- Khối lượng đắp Nhà máy	m^3	19,000	3100	2846	0.005
Cốt thép nhà máy	Tấn	13,886,000	139.54	138.99	0.008
Tổng					0.40

Từ kết quả bảng 1 và bảng 2 ta thấy phương án ngập chân thì cho lợi ích nhiều hơn phương án không ngập chân, ngược lại chi phí phương án ngập

chân lại cao hơn. Để có kết quả xem phương án nào có lợi hơn, tác giả phân tích thêm chênh lệch chi tiêu giá trị hiện tại ròng (ΔNPV)

Bảng 3. Kết quả tính ΔNPW giữa phương án ngập chân và không ngập chân

TT	Hiệu ích (ΔB)	Chi phí (ΔC)			$\Delta B - \Delta C$	TT	Hiệu ích (ΔB)	Chi phí (ΔC)			$\Delta B - \Delta C$
	Bán điện	VĐT	O&M	Tổng			Bán điện	VĐT	O&M	Tổng	
1	0.00	0.16	0.00	0.16	-0.16	17	0.10		0.01	0.01	0.10
2	0.00	0.24	0.00	0.24	-0.24	18	0.10		0.01	0.01	0.10
3	0.10		0.01	0.01	0.10	19	0.10		0.01	0.01	0.10
4	0.10		0.01	0.01	0.10	20	0.10		0.01	0.01	0.10
5	0.10		0.01	0.01	0.10	21	0.10		0.01	0.01	0.10
6	0.10		0.01	0.01	0.10	22	0.10		0.01	0.01	0.10
7	0.10		0.01	0.01	0.10	23	0.10		0.01	0.01	0.10
8	0.10		0.01	0.01	0.10	24	0.10		0.01	0.01	0.10
9	0.10		0.01	0.01	0.10	25	0.10		0.01	0.01	0.10
10	0.10		0.01	0.01	0.10	26	0.10		0.01	0.01	0.10
11	0.10		0.01	0.01	0.10	27	0.10		0.01	0.01	0.10
12	0.10		0.01	0.01	0.10	28	0.10		0.01	0.01	0.10
13	0.10		0.01	0.01	0.10	29	0.10		0.01	0.01	0.10
14	0.10		0.01	0.01	0.10	30	0.10		0.01	0.01	0.10
15	0.10		0.01	0.01	0.10	31	0.10		0.01	0.01	0.10
16	0.10		0.01	0.01	0.10	32	0.10		0.01	0.01	0.10
<i>Chỉ tiêu giá trị hiện tại ròng (ΔNPV) = 0.4</i>											

Từ kết quả bảng 3 ta thấy $\Delta NPW = 0.4$ (tỷ đồng) > 0 . Vậy phương án đặt nhà máy thủy điện Pá Chiển ngập chân có hiệu quả hơn so với phương án không đặt ngập chân.

III.2.2. Xác định độ sâu đặt nhà máy hợp lý

Như trên (mục III.2.1) đã cho kết quả là phương án đặt nhà máy thủy điện Pá Chiển theo phương án đặt ngập chân so với mực nước hồ Hòa Bình có hiệu quả hơn so với phương án không ngập chân. Tuy nhiên khi đặt nhà máy càng sâu thì tận dụng cột

nước phát điện càng tốt nhưng chi phí xây dựng lại tăng. Vì vậy trong phần này tác giả sẽ tính toán, đưa ra kết quả về độ sâu đặt nhà máy hợp lý nhất về chi phí xây dựng cũng như lợi ích về kinh tế.

Chọn cao trình $Z_{hl}^{min} = MNDBT_{HB} = 117m$ làm mốc để tính toán. Tính toán thủy năng và kinh tế năng lượng đối với các trường hợp: $Z_{hl}^{min} = 117m$, $Z_{hl}^{min} = 115m$, $Z_{hl}^{min} = 114m$, $Z_{hl}^{min} = 112m$, $Z_{hl}^{min} = 110m$, $Z_{hl}^{min} = 108m$, $Z_{hl}^{min} = 106m$, $Z_{hl}^{min} = 104m$, $Z_{hl}^{min} = 102m$. Căn cứ vào kết quả tính toán thủy năng của TĐ Pá Chiến đối với từng trường hợp Z_{hl}^{min} tương ứng để đưa ra:

- Giá trị điện lượng của các phương án TĐ Pá Chiến, từ đó đưa ra quan hệ giữa giá trị chênh lệch lợi ích quy về hiện tại (ΔPWB) và gia số độ chìm sâu nhà máy xuống (ΔZ).

- Chênh lệch chi phí của các phương án TĐ Pá Chiến, từ đó đưa ra quan hệ giữa giá trị chênh lệch chi phí quy về hiện tại (ΔPWC) và gia số độ chìm sâu nhà máy xuống (ΔZ); đồng thời đưa ra quan hệ giá trị chênh lệch hiện tại ròng thu được giữa các phương án ($\Delta NPW = \Delta NWB - \Delta NWC$) và gia số độ chìm sâu nhà máy xuống (ΔZ).

Bảng 4. Bảng tổng hợp giá trị điện lượng của các phương án

Thông số	Đơn vị	Cao trình mực nước nhỏ nhất								
		102	104	106	108	110	112	114	115	117
E_0	10^6 kwh	83.05	82.83	82.38	81.89	81.23	80.42	79.34	78.80	77.25
E_l	10^6 kwh	48.56	48.58	48.39	48.26	47.96	47.58	47.10	46.86	45.94
E_{1l}	10^6 kwh	13.37	13.38	13.38	13.38	13.38	13.38	13.38	13.38	13.18
E_{2l}	10^6 kwh	26.34	26.21	26.11	25.92	25.70	25.44	25.18	25.04	24.54
E_{3l}	10^6 kwh	8.85	9.00	8.90	8.96	8.88	8.76	8.55	8.45	8.22
E_k	10^6 kwh	34.50	34.25	33.99	33.63	33.27	32.84	32.24	31.94	31.31
E_{1k}	10^6 kwh	22.68	22.68	22.72	22.69	22.66	22.63	22.50	22.44	22.16
E_{2k}	10^6 kwh	9.79	9.59	9.40	9.15	8.89	8.60	8.27	8.11	7.83
E_{3k}	10^6 kwh	2.04	1.98	1.87	1.78	1.72	1.61	1.46	1.39	1.32
ΣB	Tỷ đồng	89.32	89.21	89.01	88.68	88.25	87.73	86.87	86.47	85.05
ΔB	Tỷ đồng	4.27	4.15	3.95	3.62	3.19	2.67	1.82	1.41	0.00

Giá trị ΔB tính được ở bảng 4 mới chỉ là lợi ích thu được hàng năm, ta tính lợi ích quy về hiện tại như

$$\text{sau: } \Delta PWB = \sum_{t=1}^n \frac{\Delta B_t}{(1+i)^t}$$

Bảng 5. Bảng biểu thị quan hệ giữa ΔPWB và ΔZ

Z (m)	117	115	114	112	110	108	106	104	102
ΔZ (m)		2.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00	13.00	15.00
ΔPWB (tỷ đồng)		10.99	14.18	20.80	24.85	28.20	30.77	32.33	33.27

Bảng 6. Tổng hợp chênh lệch chi phí của các phương án

Công việc	Đơn vị	Giá thành 10^3 đồng	Khối lượng								
			102	104	106	108	110	112	114	115	117
Bê tông	m^3	1250	5774	5089	4558	4250	3941	3719	3307	3113	2862
Đào đất	$10^3 m^3$	22152	92.86	85.29	73.55	62.31	58.16	53.49	46.07	40.42	36.07
Đào đá	$10^3 m^3$	140000	204.3	162.7	127.5	95.87	74.41	55.69	39.43	24.94	15.05
Đắp	m^3	19	15816	14120	12425	10729	9034	7550	5897	4372	3100
Cốt thép	Tấn	13886	346.4	305.3	273.5	255	236.5	223.1	198.4	186.8	139.5
Tổng			42.99	35.54	29.21	23.86	20.09	16.87	13.54	10.96	8.48
ΔK (Tỷ đồng)			34.51	27.06	20.73	15.38	11.61	8.39	5.06	2.48	

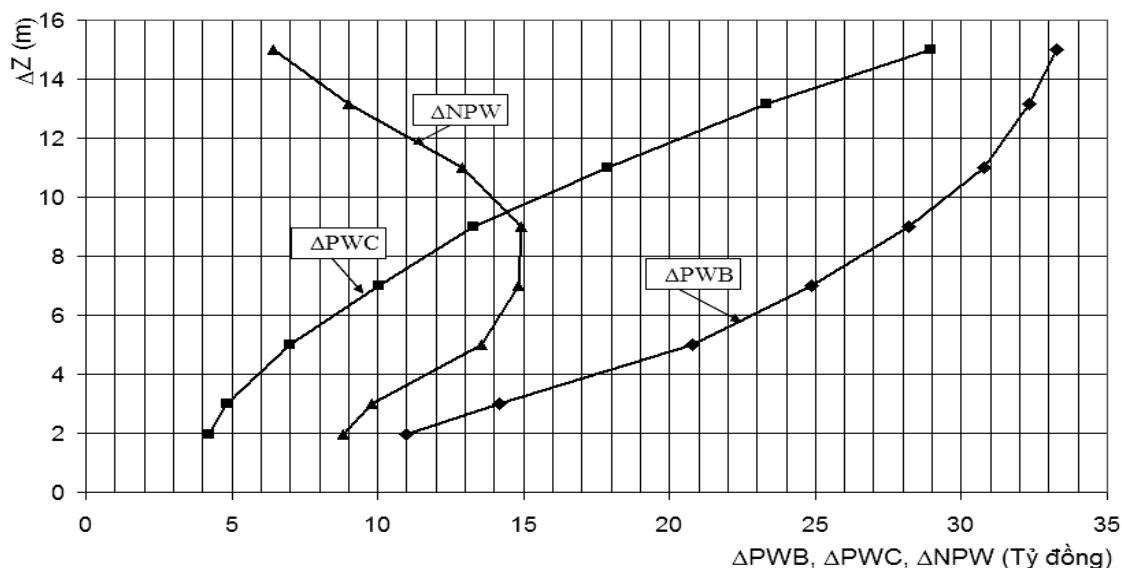
Bảng 7. Biểu thị quan hệ giữa ΔPWC và ΔZ Thủy điện Pá Chiến

Z (m)	117.0	115.0	114.0	112.0	110.0	108.0	106.0	104.0	102.0
ΔZ (m)		2.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00	13.00	15.00
ΔPWC (tỷ đồng)		4.22	4.48	7.00	10.02	13.27	17.87	23.31	28.48

Bảng 8. Biểu thị quan hệ giữa ΔNPW và ΔZ Thủy điện Pá Chiến

Z (m)	117	115	114	112	110	108	106	104	102
ΔZ (m)		2.00	3.00	5.00	7.00	9.00	11.00	13.00	15.00
ΔNPW (tỷ đồng)		8.81	9.79	13.55	14.83	14.94	12.91	9.02	6.44

Từ kết quả ở bảng 5, bảng 7 và bảng 8, vẽ được biểu đồ quan hệ ΔPWB , ΔPWC , ΔNPW với độ sâu chìm máy ΔZ (hình 1).



Hình 1. Biểu đồ quan hệ giữa ΔPWB , ΔPWC , ΔNPW và ΔZ

Từ đồ thị hình 1 ta thấy khi bắt đầu chìm sâu nhà máy xuống thì chi phí tăng lên không đáng kể còn lợi ích tăng lên khá lớn. Sau đó càng chìm sâu nhà máy xuống thì chênh lệch về chi phí cho mỗi mét chìm sâu càng ngày càng lớn còn chênh lệch về lợi ích thu được ngày càng giảm.

Khi bắt đầu chìm nhà máy xuống thì giá trị hiện tại ròng (ΔNPW) cũng tăng khá nhanh và tới giá trị $\Delta Z = 9m$ thì ΔNPW đạt giá trị lớn nhất ($\Delta NPW = 14.94$ tỷ đồng). Vậy chìm nhà máy Pá Chiến xuống thêm 9m so với mực nước dâng bình thường hồ Hoà Bình cho hiệu quả về kinh tế tốt nhất.

IV. KẾT LUẬN.

Ở Việt Nam hiện nay thủy điện vẫn chiếm một tỷ trọng lớn và là nguồn cung cấp điện chủ yếu, đặc biệt là vào các giờ cao điểm. Sự phát triển của thủy điện đã hình thành nên hệ thống thủy điện bậc thang trên các lưu vực sông. Trong hệ thống thủy điện bậc thang thì có những hệ thống nhà máy thủy điện ở bậc trên không bị ngập trong mực nước hồ bậc dưới

(phương án không ngập chân) và cũng có những hệ thống nhà máy thủy điện bậc trên nằm trong lòng hồ bậc thang dưới (phương án ngập chân). Về mặt lý thuyết, bài báo đã đưa ra được các khái niệm và cách tính ΔNPW , ΔPWB , ΔPWC để so sánh hiệu quả kinh tế giữa các phương án ngập chân và không ngập chân đồng thời dùng các giá trị này để tìm được độ chìm sâu nhà máy hợp lý nhất của nhà máy thủy điện bậc thang trên.

Từ bài toán lý thuyết đã nêu ra, tác giả đã áp dụng tính toán cho 1 công trình thực tế: Nhà máy thủy điện Pá Chiến và đã tìm ra được phương án ngập chân có lợi hơn phương án không ngập chân; độ chìm nhà máy Pá Chiến xuống thêm 9m so với mực nước dâng bình thường hồ Hoà Bình cho hiệu quả về kinh tế tốt nhất

Kết quả của bài báo là cơ sở để cho các nhà thiết kế tham khảo để thiết kế, lựa chọn phương án đối nhà máy trong hệ thống thủy điện bậc thang tương tự.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS Vũ Hữu Hải, ThS. Lương Ngọc Giáp (2011). “*Nâng cao hiệu quả khai thác bậc thang thủy điện sông Đà trong hệ thống điện Việt nam*”. Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng, số 10/9 – 2011.
2. GS.TS Hà Văn Khôi (2008). “*Thủy văn công trình*”. Nhà xuất bản khoa học tự nhiên và khoa học công nghệ.
3. Bộ môn Thủy điện (1974). “*Giáo trình thủy năng*”. NXB Nông thôn
4. Đỗ Thị Vân Anh (2012). “*Nghiên cứu xác định cao trình của nhà máy thủy điện trong hệ thống thủy điện bậc thang*”. Luận văn cao học
5. Bộ Công thương (2008). “*quyết định số 18/2008 QĐ-BCT ngày 18 tháng 7 năm 2008 của Bộ Công Thương được quy định thời gian mùa mưa và mùa khô*”
6. Bộ Công thương (2012). “*quyết định số 06/QĐ-ĐTĐL ngày 19 tháng 01 năm 2012 của cục trưởng cục điều tiết điện lực ban hành biểu giá chi phí tránh được năm 2012*”

Summary

APPROPRIATE ALTITUDE RESEARCH OF PA CHIEN HYDROPOWER PLANTS IN STAIRS HYDROPOWER SYSTEM.

Vietnam today, hydropower still make un a large proportion and power supplies primarily, especially in the peak hours. The development of hydropower formed stairs hydropower system on the river basin. In stairs hydropower system, there are upper stairs hydropower system not to be submerged in the water level of under reservoir, or there are hydropower systems on the water level of the under stairs reservoir. This article, author present how to determine the appropriate altitude of hydropower plants in stairs hydropower system, applied to Pa Chien hydropower plants. This is a reference document to calculate, design for the same hydropower plants.

Key words: *stairs hydropower, appropriate altitude, energy economy.*

Người phản biện: TS. Nguyễn Văn Sơn

BBT nhận bài: 15/8/2013

Phản biện xong: 24/8/2013