

# BÀI TOÁN TỐI ƯU HÓA LỢI ÍCH THỦY ĐIỆN VÀ ỨNG DỤNG CHO NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN HỒ NÚI CỐC, THÁI NGUYÊN.

Đào Văn Khiêm<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Nội dung bài viết nghiên cứu và phân tích bài toán tối ưu hóa lợi ích kinh tế cho nhà máy thủy điện sử dụng hồ chứa với cột nước khả biến và áp dụng cho trường hợp nhà máy thủy điện Núi cốc. Tác giả đã xây dựng các quan hệ kinh tế như hàm sản xuất và hàm lợi ích của nhà máy thủy điện để liên hệ công suất, sản lượng phát điện với giá trị kinh tế mà nhà máy thủy điện tạo ra cho nền kinh tế. Tác giả cũng đã phát triển mô hình tính toán và sử dụng phần mềm Lingo (phiên bản không giới hạn 5.0) để tính toán các kết quả số cho nghiên cứu tình huống tại nhà máy thủy điện ở hồ Núi cốc, tỉnh Thái nguyên, thích hợp với các quan sát thực tế.

**Từ khóa:** Kinh tế thủy điện, tối ưu hóa thủy điện

Sản xuất năng lượng điện là một bài toán toàn cục và phức tạp, tuy nhiên, một cấu phần quan trọng của hệ thống cung cấp năng lượng điện cho quốc gia là thủy điện. Vì thủy điện còn là một cấu phần của hệ thống kinh tế tài nguyên nước, cụ thể là hệ thống tài nguyên nước của một lưu vực sông, do vậy, việc phát triển mô hình kinh tế cho cấu phần này từ lâu đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu kinh tế. Bài viết của chúng tôi đề cập tới một vấn đề tương đối khiêm tốn, nhưng là nền móng ban đầu cho tiếp cận kinh tế phân tích lợi ích kinh tế của nhà máy điện gắn với một hồ chứa đa-mục tiêu.<sup>1</sup>

Phân tích kinh tế được minh họa bởi một nghiên cứu-tình huống tại Hệ thống hồ chứa đa-mục tiêu Núi cốc, là nơi cung cấp nước tưới, nước công nghiệp, nước sinh hoạt, giảm nhẹ lũ sông Cầu. Bên cạnh đó Hệ thống hồ Núi cốc, trong những năm gần đây, đang nhanh chóng phát triển các sử dụng nước khác nữa như du lịch, nuôi trồng thủy hải sản, .... Đặc biệt, vào giữa năm 2008, một nhà máy thủy điện công suất gần 1900 Kw đã được lắp đặt tại chân đập chính của hồ, và ngày nay sản lượng điện hàng năm của nhà máy này đã đạt tới gần 8 triệu Kwh. Nhà máy thủy điện này, tuy nhỏ, nhưng trong thời gian qua đã chứng tỏ là một trong số rất ít những nhà máy thủy điện đã thực sự sinh

lợi của chúng ta.

Phân tích của chúng tôi sẽ bao gồm một số bước sau: (i) Phân tích cung, (ii) Phân tích cầu, (iii) Xây dựng mô hình tối ưu tĩnh, (iv) Tính toán cho trường hợp nghiên cứu-tình huống cho Hệ thống Núi cốc, và (v) Kết luận.

## 1. Phân tích hàm sản xuất của nhà máy thủy điện

Xét nhà máy thủy điện có cột nước khả biến. Công thức tính toán công suất là:

$$P = \eta \rho Qgh \quad (1)$$

trong đó,  $P$  là năng lượng tính bằng watt,  $\eta$  là hiệu quả của tuốc-bin (ví dụ 0.85),  $\rho$  là mật độ của nước tính bằng kg trên  $m^3$  (xấp xỉ  $1000kg/m^3$ ),  $Q$  là lưu lượng ( $m^3/s$ ),  $g$  là gia tốc trọng trường (xấp xỉ  $9.81m/s^2$ ), và  $h$  là chiều cao cột nước của nhà máy điện. Ví dụ, ở Núi cốc, công thức (1) được áp dụng là

$$P = 0,85 \times 1000 \times 23 (m^3/s) \times 9,81 \times 10(m) = 1917855,0 \text{ watts hay } 1917,855 \text{ kw.}$$

Xét hàm sản xuất như đã được xây dựng trong đề tài Nghiên cứu cấp bộ (2007-2009) (Chủ nhiệm đề tài là Đào Văn Khiêm), từ (1) chúng ta có:

Sản lượng điện  $Pt = \eta \rho Q (= 1m^3/s)gh$  tức là  $1m^3/s$  trong  $t$  đơn vị thời gian tạo ra  $Pt$  đơn vị sản lượng điện. Đối với ví dụ Núi cốc, lưu lượng  $23 m^3/s$  duy trì trong 1 giờ, với chênh lệch cột nước cố định 10 m, sẽ cho ta một đầu ra là 1917,855 kw, do vậy, trong một giờ đồng hồ,

<sup>1</sup> Bộ môn Kinh tế, Đại học Thủy lợi

sẽ có  $23 \text{ (m}^3/\text{s)} \times 3600 \text{ (s)} = 82800 \text{ m}^3$ , và lượng nước này tạo thành  $1917.855 \text{ kw} \Rightarrow$  ta có thể coi  $1 \text{ m}^3$  nước trong hoàn cảnh này tạo ra  $0,0231625 \text{ kwh}$ . Tức là  $1 \text{ m}^3$  nước chảy với tốc độ  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  trong 1 giờ sẽ tạo ra sản lượng điện là  $0,231625 \text{ kwh}$  tại mức chênh lệch cột nước là  $10 \text{ m}$ .

Quan hệ này cũng có thể được biểu diễn là 1 triệu  $\text{m}^3$  trong điều kiện này sẽ tạo ra  $23162,5 \text{ kwh}$ , hay  $0,0231625$  nghìn Mwh. Tức là, 1 triệu  $\text{m}^3$  chảy với tốc độ  $23 \text{ m}^3/\text{s}$  trong một giờ sẽ tạo ra  $0,0231625$  nghìn Mwh tạo mức chênh lệch cột nước là  $10 \text{ m}$ . Dĩ nhiên, quan hệ giữa khối lượng nước và sản lượng nói trên còn phụ thuộc vào chênh lệch cột nước (và đại lượng này tại Núi cóc sẽ thay đổi từ  $10$  tới khoảng  $17$  mét). Quan hệ giữa nước và chênh lệch cột nước có thể tính dựa vào bảng sau:

Bảng 1: Quan hệ chênh lệch cột nước và công suất phát điện

Chênh lệch cột nước	Độ cao so với mặt nước biển	Công suất (Kw)	Công suất (triệu Mw)
10	40	1917.86	1.91786
11	41	2109.64	2.10964
12	42	2301.43	2.30143
13	43	2493.21	2.49321
14	44	2685	2.685
15	45	2876.78	2.87678
16	46	3068.57	3.06857
17	47	3260.35	3.26035

Quan hệ giữa sản lượng điện ( $prf$ ) và chênh lệch cột nước ( $h$ ), (là quan hệ trong kinh tế thường được gọi là *hàm sản xuất*)

$$prf(\text{Nghìn Mw/ triệu m}^3) = 0,138086 * h \quad (2)$$

Kết quả quan hệ giữa sản lượng điện và độ cao so với mặt nước biển ( $H = h + 30$ ):

$$prf(\text{Nghìn Mw/ triệu m}^3) = 0.138086 * H - 4,14257 \quad (3)$$

Tuy nhiên, từ đặc trưng của Hồ Núi cóc, chúng ta đã có quan hệ giữa độ cao mực nước so với mực nước biển ( $H$ ) và dung tích nước trữ trong hồ chứa ( $S$ ) là:

$$H = 0.0016858 * S^2 \quad (4)$$

Do vậy thay (4) vào công thức (3), chúng ta có  $prf$  là một hàm của  $S$ . Cụ thể ta có:

$$prf(\text{Nghìn Mw/ triệu m}^3) = 0.138086 * (-0.00107 * S^2 + 0.4494 * S) - 4,14257$$

$$\text{hay } prf(\text{Nghìn Mwh/ triệu m}^3) = 0,138086 * h \Rightarrow prf(\text{Nghìn Mwh/ triệu m}^3) = 0.138086 * H - 4,14257 \Rightarrow prf = 0.000233 * S^2 - 4.14257(5)$$

Tuy nhiên, đối với tính toán thực tế, (5) cần được tính cho từng tháng, tức là, để tính được sản lượng điện của tháng thứ  $i$ ,  $prf_i$ , ta cần sử dụng dung tích trung bình  $\bar{S}_i$  như sau:

$$\bar{S}_i = S(I) + \frac{In(I)}{2} - \frac{Out(I)}{2} \quad (6)$$

trong đó  $S(I)$  là dung tích nước trong hồ tại thời kỳ đầu tháng  $i$  (hoặc cuối tháng trước);  $In(I)$  là các dòng đến hồ trong tháng  $i$  (ví dụ như nước đến, mưa,...);  $Out(I)$  là các dòng đi khỏi hồ trong tháng  $i$  (ví dụ như các cung cấp nước, xả thừa, bốc hơi, và lượng phát điện  $T(I)$ ); Thay (6) vào (5) chúng ta nhận được sản lượng điện xấp xỉ trong tháng  $i$ , tất nhiên còn phải kể tới ràng buộc cột nước cho phát điện.

Vì vậy, trong trường hợp của chúng ta, (5) có thể được viết lại thành (5') như sau:

$$prf(\text{Nghìn Mwh/ triệu m}^3) = (5') \\ 0.000233 * [S(I) + 1/2 * (IF(I) + \text{lượng mưa}_i - T(I) - \text{DELIVERY}(I) - \text{tràn}_i - \text{bốc hơi}_i)]^2 - 4.14257$$

## 2. Phân tích cầu sử dụng điện

Phân tích cầu là phân tích về quan hệ giữa mức giá và khối lượng điện mà những người tiêu dùng muốn sử dụng ứng với mức giá đó. Vì thị trường năng lượng điện là lĩnh vực quản lý của nhà nước trong đại đa số các quốc gia, cho nên cầu sử dụng điện của toàn bộ nền kinh tế là một trong những đối tượng chính của quản lý nhà nước. Ở Việt nam, Cục Điện lực là cơ quan đại diện cho nhà nước ấn định cầu sử dụng điện của thị trường này.

Để đơn giản cho tính toán, chúng tôi giả sử biểu giá điện trong ngày là như sau:

	Giờ cao điểm	Ngoài giờ cao điểm	Ban đêm
Thời gian	6 tiếng	10 tiếng	8 tiếng
Giá	647 VNĐ	624 VNĐ	582 VNĐ

Ở mức công suất thiết kế, tức là độ cao của nước so với mực nước biển là  $40 \text{ m}$  (chênh lệch cột nước là  $10 \text{ m}$ ), sản lượng điện trong giờ cao điểm, ngoài-giờ cao điểm và ban đêm là:

$$0.647 \text{ (nghìn VNĐ)} * 1917.86 \text{ (kwh)} * 6 \text{ (giờ)} = 7445.133 \text{ (nghìn VNĐ)}$$

$$0.624 \text{ (nghìn VNĐ)} * 1917.86 \text{ (kwh)} * 10 \text{ (giờ)} = 11967.45 \text{ (nghìn VNĐ)}$$

$$0.582 \text{ (nghìn VNĐ)} * 1917.86 \text{ (kwh)} * 8 \text{ (giờ)} = 8929.556 \text{ (nghìn VNĐ)}$$

Tổng cộng: 28342.14 (nghìn VNĐ)

Dựa vào phát triển xây dựng đường cầu theo tiếp cận phân dư (Đề tài Nghiên cứu Cấp Bộ năm 2007-2009 do Đào Văn Khiêm làm Chủ nhiệm), chúng tôi sẽ xây dựng một hàm cầu tuyến tính (các hàm cầu có dạng khác tuyến tính cũng được phát triển tương tự), sao cho có diện tích bên dưới hàm cầu bằng với lợi ích 28342.14 nghìn VNĐ như trên.

Tuy nhiên, để xây dựng đường cầu đối với phát điện cho tháng, chúng ta cần điều chỉnh lại theo sản lượng của 30 ngày, cũng như giá trị tạo ra trong khoảng thời gian đó.

Sản lượng điện tháng là:

$$1917.86 * 24 * 30 = 1380859.2 \text{ Kwh}$$

hay 1,3808592 (nghìn Mwh)

Tổng giá trị là:

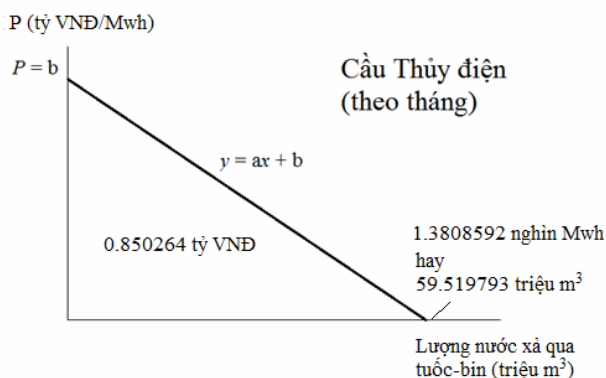
$$28342.14 \text{ (nghìn VNĐ)} * 30 \text{ (ngày)} = 850264.2 \text{ (nghìn VNĐ)}$$

hay 0,850264 tỷ VNĐ.

Lượng nước cần xả tương ứng ở mức chênh lệch cột nước 10 m (được lấy làm chuẩn) cho sản lượng điện trên (và giá trị tương ứng) là:

$$1917.86 \text{ (Kwh)} / 82800 \text{ m}^3 = 0.0232 \text{ (Kwh/m}^3\text{)}$$

Từ đồ thị (Hình 1) dưới đây, chúng ta thấy:



Hình 1: Hàm cầu đối với phát điện theo biểu giá của Cục Điện lực

Gọi phương trình hàm cầu là

$P = ax + b$ , ( $P$  là giá,  $x$  là sản lượng điện), ta có:

Tại  $P = 0: 0 = a(59.519793) + b$

$$\Rightarrow a = -b/59.519793$$

Tại  $x = 0: P = b$ , theo công thức tính diện tích tam giác vuông, ta có

$$b = 0,850264 * 2 / 59.519793$$

$$= 0.0285708; \text{ từ đó } \Rightarrow$$

$$a = -b/59.519793$$

$$= -0.0285708/59.519793 = -0.00048$$

Do vậy, phương trình hàm cầu là

$$P = -0.00048 * X + 0.0285708(7)$$

trong đó  $P$  là giá điện tính theo tỷ VNĐ/ nghìn Mwh,  $X$  là lượng xả (triệu  $\text{m}^3$ ).

### 3. Mô hình tối ưu tĩnh

Trong bài toán kinh tế cung cấp thủy điện, chi phí chủ yếu của nhà máy là chi phí vốn cho xây dựng và lắp đặt tuốc-bin, máy phát điện và các trang thiết bị chuyển tải điện năng. Chi phí vận hành và bảo dưỡng của nhà máy thủy điện tương đối nhỏ. Do vậy, chúng ta tạm thời bỏ qua tính toán chi phí vì trong giai đoạn xác định lợi ích do phát điện, chi phí có thể được coi là cố định, không có ảnh hưởng tới các quyết định tối ưu.

Theo Laufer và Morel-Seytoux (1979), tích phân của tích của hàm sản xuất ( $prf$ ) từ (5) với hàm giá cận biên (7) theo lượng những xả qua tuốc-bin  $T(i)$ , sẽ cho ta hàm lợi ích trong khoảng thời gian  $i$ .

$$\text{Gọi } TB_i(T_i, \bar{S}_i) = \int_0^{T_i} prf(\bar{S}) P(s) ds \text{ là hàm lợi}$$

ích do phát điện mang lại khi xả  $T_i$  đơn vị nước trong tháng  $i$ , với hàm sản xuất  $prf(\bar{S})$  ở mức dung tích trung bình tháng  $\bar{S}$ , và để đáp ứng hàm cầu  $P(s)$ , trong đó  $s$  là biến giả để tính tích phân  $TB_i$ . Đối với trường hợp nghiên cứu-tình huống ở nhà máy điện Núi Cốc, hàm này là:

$$TB(i) = \int_0^{T(i)} (prf * \text{cầu}) ds = \int_0^{T(i)} (0.000233 * S^2 - 4.14257) \quad (8)$$

$$(-0.00048 * X + 0.0285708) ds$$

Thế công thức (5') để biểu diễn  $S$  xấp xỉ qua  $s$ , chúng ta có:

$$TB(i) = \int_0^{T(i)} (0.000233 * (S(i) + 0.5 * (IF(i) - DELIVERY(i) - X_{INSTREAM\_CONG}(i) - s))^2 - 4.14257) * (-0.00048 * s + 0.0285708) ds \quad (9)$$

**Lưu ý:** Cần phân biệt hai trường hợp:

(i) Lượng nước qua tuốc-bin có thể được cung cấp cho các sử dụng khác thì ta có  $s = t + DELIVERY = z$ , như được thể hiện trong các biểu thức trên của hàm lợi ích, trong đó  $t$  là lượng xả chỉ cho phát điện, còn  $DELIVERY$  là cung cấp nước cho các sử dụng khác như tưới, nước sinh hoạt, nước công nghiệp, ...

(ii) Tuy nhiên, nếu lượng nước qua tuốc-bin không được sử dụng tiếp thì  $s$  chỉ bằng  $t$ .

Chúng ta sẽ xem xét cả hai trường hợp, tuy nhiên, để cho tiện, ở đây sẽ chỉ xét bài toán  $s = t$  như đã thể hiện ở trên, tức là bài toán sản xuất điện sau khi đã thỏa mãn các yêu cầu nước cho tưới, cung cấp nước sinh hoạt, nước công nghiệp, ....

Khi đó, ta có hàm lợi ích của tháng  $i$  xấp xỉ là:

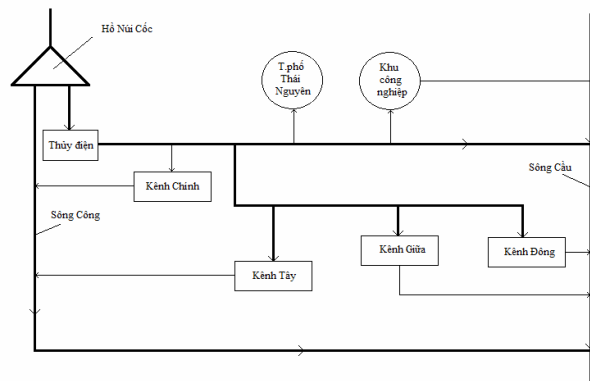
$$TB(I) = -2.796E-09 * (1/4) * S(I)^4 + 1.66425E-07 * (1/3) * S(I)^3 + 1.1184E-07 * W * (1/3) * S(I)^3 - 6.657E-06 * (1/2) * S(I)^2 + ((0.00233 * W^2 - 4.14257) * (-0.00048)) * (1/2) * S(I)^2 + (0.00233 * W^2 - 4.14257) * 0.0285708 * S(I)$$

Trong đó,  $IF(I)$  là các dòng nước tới hồ chứa (dòng sông, suối tới hồ, nước mưa,...),  $DELIVERY(I)$  là các cung cấp nước cho các sử dụng khác nhau (như tưới, nước sinh hoạt,..., kể cả bốc hơi), và  $T(I)$  là lượng nước xả cho phát điện.

#### 4. Tính toán cho trường hợp Hệ thống Núi cốc

Số liệu về đặc trưng Hồ Núi cốc và các số liệu thủy văn như lượng mưa, lượng bốc hơi, nhiệt độ, tốc độ gió, số giờ nắng, ... cùng các số liệu năng suất lúa, chi tiêu sản xuất nông nghiệp, số liệu về sử dụng nước sinh hoạt, nước công nghiệp, ... và các điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội khác được lấy từ Đề tài Nghiên cứu cấp Nhà nước năm 2011-2012 (do NCS Bùi Thị Thu Hòa làm Chủ nhiệm và đã nghiệm thu vào tháng 2 năm 2013, và tác giả là một thành viên của nhóm nghiên cứu) để phục vụ tính toán cho nghiên cứu-tình huống hiện tại.

Sơ đồ cung cấp nước của Hệ thống Núi cốc được thể hiện bởi Hình vẽ sau:



Hình 2: Sơ đồ cung cấp nước của Hệ thống Núi cốc, Thái nguyên

Kết quả nhận được là: tổng lợi ích phát điện tối đa có thể của phát điện tại Núi cốc xấp xỉ là 5.44 tỷ VNĐ. So với thực tế hiện nay, nhà máy tạo ra một sản lượng là 7.9 triệu Kwh/năm, tương đương về mặt giá trị vào khoảng 4,3 tỷ VNĐ. Lượng xả nước tối ưu cho phát điện (nghiệm của bài toán) từ các tháng từ tháng 1 tới tháng 12 xấp xỉ là: 5.76 triệu m<sup>3</sup>, 1.51 triệu m<sup>3</sup>, 0.0, 0.835 triệu m<sup>3</sup>, 9.1 triệu m<sup>3</sup>, 20.06 triệu m<sup>3</sup>, 21.12 triệu m<sup>3</sup>, 21.12 triệu m<sup>3</sup>, 16.46 triệu m<sup>3</sup>, 2.44 triệu m<sup>3</sup>, 5.47 triệu m<sup>3</sup>, 2.01 triệu m<sup>3</sup>. Lượng xả này phù hợp với diễn biến nước đến và điều kiện thủy văn của Núi cốc.

#### 5. Kết luận

Bài viết của chúng tôi đã thực hiện hai nhiệm vụ. Thứ nhất, tác giả đưa hàm mục tiêu lợi ích kinh tế vào mô hình tối ưu hóa tĩnh trong hoàn cảnh của một hệ thống tài nguyên nước có hồ chứa và các hệ thống cung cấp nước cho các sử dụng khác nhau. Hàm lợi ích kinh tế trong bài viết này có tính tới phản ứng của người tiêu dùng thông qua biểu giá được đặt ra bởi Nhà nước thông qua Cục Điện lực. Giả thiết ngầm của mô hình này là, thông qua biểu giá này, Nhà nước đã tính toán quan hệ cầu để bảo đảm cân bằng thặng dư người tiêu dùng của đất nước, và Nhà nước cũng đã loại bỏ tính độc quyền vốn có của ngành điện. Dù sao, nhà máy thủy điện Núi cốc cũng có sản lượng quá nhỏ so với thị trường, cho nên hành vi tối ưu lợi nhuận của một công ty thị trường bất kỳ được thỏa mãn cho trường hợp này. Do vậy, bản chất cốt yếu của bài toán không bị ảnh hưởng.

Thứ hai, các tác giả cũng sử dụng các công

cụ tối ưu hóa để phục vụ phân tích các bài toán kinh tế nói chung, cũng như trường hợp phát điện của các nhà máy thủy điện nói riêng. Trong nội dung bài viết, các kỹ thuật tối ưu hóa phi-tuyến, như hàm mục tiêu bậc hai, đã được sử dụng. Các kỹ thuật tối ưu hóa phi-tuyến sử dụng hàm mũ, là một kiểu hàm hay được sử dụng trong kinh tế và kinh tế tài nguyên nước cũng có thể được sử dụng tương tự, nhưng không được trình bày ở đây (tham khảo nghiên cứu phân bố tối ưu nước của Đại học Colorado, 2010).

Các mô hình tối ưu hóa động cũng đã được phát triển trong các đề tài nghiên cứu cấp bộ và cấp nhà nước mà tác giả được tham dự (Đề tài Cấp Bộ 2007-2009, Đào Văn Khiêm; Đề tài Cấp Nhà nước 2011-2012, Bùi Thị Thu Hòa). Tuy nhiên, vì dung lượng có hạn, bài toán này sẽ được trình bày trong một bài viết khác. Các tác giả cũng quan tâm tới việc phát triển các mô hình tối ưu hóa véc tơ cho các trường hợp trên, tuy nhiên, nghiên cứu còn đang trong quá trình phát triển.

### **Tài liệu tham khảo**

*Tài liệu tham khảo trong nước;*

1. Đề tài Nghiên cứu Cấp Bộ “Tính toán giá trị kinh tế của các sử dụng tài nguyên nước trong phạm vi các lưu vực con của Lưu vực sông Hồng-Thái bình”, 2007-2009. Chủ nhiệm đề tài: Đào Văn Khiêm, Đại học Thủy lợi.

2. Đề tài Nghiên cứu Cấp Nhà nước “Phát triển mô hình tối ưu hóa động cho nghiên cứu, phân tích, và đánh giá kinh tế đối với quy hoạch, quản lý và khai thác tài nguyên nước trong phạm vi Hệ thống sông Hồng-Thái bình, 2011-2012. Chủ nhiệm đề tài: NCS Bùi Thị Thu Hòa, Đại học Thủy lợi.

3. Đề tài Nghiên cứu cấp cơ sở “Giá trị Kinh tế của tài nguyên nước”, 2004. Chủ nhiệm đề tài: Đào Văn Khiêm, Đại học Thủy lợi.

*Tài liệu tham khảo nước ngoài*

1. Tietenberg. Natural resources and Environmental Economics (9<sup>th</sup> Edition). Pearson Education, Inc. 2012.

2. Roger Perman, Yue Ma, James McGilvray, Michael Common. Natural resources and Environmental Economics (3rd Edition). Pearson Education, Inc. 2003.

3. Ronald C. Griffin. Water Resources Economics. MIT Press. 2006.

4. Aquarius: A water allocation models. Colorado University. 2010.

5. Larry W. Mays, Yeou-Koung Tung. Hydrosystems engineering and management. McGrawHill, Inc. 1992.

### **Abstract:**

## **FORMULATING BENEFIT-OPTIMIZATION PROBLEM FOR HYDROELECTRIC GENERATION AND APPLICATION FOR NUI COC HYDROPOWER PLANT, THAINGUYEN PROVINCE**

*This paper studies and analyzes the problem of optimizing economic profits for hydroelectric plant with variable head with reservoir and tries to apply analytical results to Nuicoc hydroelectric plant. The author has established various economic relationships such as production function, benefit function, etc in order to relate capacity of electric generation, electrical productions with economic values produced for the economy. The author also has developed numerical models by using Lingo Package (unlimited version 5.0) in order to get variuos numeral results compatible with practical observations at Nuicoc, Thainguyen province.*

**Keywords:** Hydropower economics, optimization of hydroelectric generation.

---

Người phản biện: **TS. Ngô Minh Hải**

BBT nhận bài: 25/2/2014

Phản biện xong: 3/3/2014