

# LỰA CHỌN QUY MÔ CÔNG TRÌNH DẪN DÒNG TRONG CÙNG MỘT THỜI ĐOẠN TRÊN QUAN ĐIỂM CHI PHÍ NHỎ NHẤT

Nguyễn Trọng Hoan<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Dẫn dòng thi công là nội dung quan trọng khi xây dựng các công trình trên sông, suối. Nó ảnh hưởng trực tiếp đến thời gian thi công, giá thành xây dựng và chất lượng công trình. Khi xây dựng công trình trên những dòng sông có lưu lượng thiết kế dẫn dòng thi công lớn, thường sử dụng đồng thời hai, ba hoặc có thể nhiều công trình để dẫn dòng trong cùng một thời đoạn. Việc xác định quy mô của từng công trình là bài toán tối ưu về kinh phí, thời gian và khả năng thi công. Từ lưu lượng thiết kế dẫn dòng thi công cần phải xác định quy mô của mỗi công trình để có tổng chi phí dẫn dòng cho thời đoạn đó là nhỏ nhất. Bài toán được xây dựng dựa trên lý thuyết quy hoạch tuyến tính, giải bài toán để tìm kết quả tối ưu phương án dẫn dòng thi công công trình thủy lợi, thủy điện.

**Từ khóa:** Dẫn dòng, lưu lượng, tối ưu, chi phí, tuyến tính

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thực tế, nhiều công trình có lưu lượng dẫn dòng thi công rất lớn như Sơn La ứng với tần suất  $P = 5\%$  lưu lượng mùa kiệt là  $6.469 \text{ m}^3/\text{s}$ , mùa lũ là  $16.562 \text{ m}^3/\text{s}$ , Tuyên Quang với tần suất  $P = 1\%$  lưu lượng mùa lũ là  $6.832 \text{ m}^3/\text{s}$ , công trình Cửa Đạt (Thanh Hóa) với  $P = 5\%$  lưu lượng lũ là  $5.050 \text{ m}^3/\text{s}$  v.v. Những công trình có lưu lượng dẫn dòng thi công lớn như vậy không thể có một công trình dẫn hết lưu lượng đó về hạ lưu mà phải sử dụng nhiều công trình tham gia trong cùng một thời đoạn dẫn dòng thi công nhằm giảm kinh phí công trình dẫn dòng và giảm cường độ thi công đập đập vượt lũ.

Trong thực tế thường kết hợp những công trình lâu dài và công trình tạm thời như: cống xả cát với công trình tạm thời khác, chỗ chứa lại trên thân đập ... hoặc cống đáy hay tuy nen dẫn nước vào nhà máy thủy điện. Các công trình lâu dài thường không thỏa mãn các điều kiện của công tác dẫn dòng nên phải xây dựng thêm các công trình dẫn dòng tạm thời khác, tạo thành hệ thống công trình dẫn dòng trong cùng một thời đoạn dẫn dòng.

Các nguyên tắc để xác định nhiệm vụ (qui mô) của các công trình dẫn dòng độc lập là:

- Các công trình dẫn dòng phải bảo đảm xả hết lưu lượng dẫn dòng thi công thiết kế trong

cùng thời đoạn.

- Khả năng thi công có thể đạt được trước và sau khi thi công trong điều kiện kỹ thuật cho phép.

- Tổng giá thành chi phí cho các công trình dẫn dòng là nhỏ nhất.

- Thời gian thi công phải đạt hoặc vượt thời gian xây dựng công trình đã xác định.

- Bố trí các công trình dẫn dòng không cản trở đến việc thi công công trình chính.

## II. ĐẶT BÀI TOÁN TỐI ƯU DẪN DÒNG THI CÔNG

### 1. Phát biểu bài toán

Khi có nhiều công trình cùng tham gia dẫn dòng trong cùng một thời đoạn, muốn xác định quy mô của từng công trình, ta phải xác định lưu lượng qua từng công trình.

Ta có:

$$Q_x = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n + Q_c = \sum_{i=1}^n Q_i \quad [\text{m}^3/\text{s}] \quad (1)$$

Trong đó:

-  $Q_x$  : Lưu lượng xả tổng cộng qua các công trình dẫn dòng trong thời đoạn;

-  $Q_1$  : Lưu lượng dẫn dòng thi công của công trình thứ nhất trong thời đoạn đang xem xét.

-  $Q_2$  : Lưu lượng dẫn dòng thi công của công trình thứ hai trong thời đoạn đang xem xét.

-  $Q_n$  : Lưu lượng dẫn dòng thi công của công trình thứ n trong thời đoạn đang xem xét.

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi

-  $Q_c$  : Lưu lượng dẫn dòng thi công của công trình chính trong thời đoạn đang xem xét.

-  $i$  : Thứ tự công trình dẫn dòng thứ  $i$ .

-  $n$  : Số lượng của công trình dẫn dòng đồng thời trong cùng một thời đoạn.

Từ qui mô các công trình trên ta có thể xác định được chi phí đầu tư cho các công trình tạm trong cùng một thời đoạn đang xét:

$$K_1 + K_2 + \dots + K_n = \sum_{i=1}^n K_i \quad (2)$$

Trong đó:

-  $K_1$ : Chi phí xây dựng công trình tạm thứ nhất.

-  $K_2$ : Chi phí xây dựng công trình tạm thứ hai.

-  $K_n$ : Chi phí xây dựng công trình tạm thứ  $n$ .

-  $\sum_{i=1}^n K_i$  : Tổng chi phí cho tất cả các công

trình tạm, đồng thời tham gia dẫn dòng trong cùng một thời đoạn dẫn dòng đang xét.

Mục tiêu là phải tìm tổng chi phí các công trình dẫn dòng trong cùng thời đoạn là nhỏ nhất:

$$\sum_{i=1}^n K_i \rightarrow \min \quad (3)$$

## 2. Xây dựng bài toán xác định qui mô của các công trình tham gia dẫn dòng trong cùng một thời đoạn.

### 2.1. Xác định điều kiện biên

Khi các công trình cùng tham gia dẫn dòng trong cùng một thời gian ta có các điều kiện biên sau:

- Lưu lượng thiết kế dẫn dòng thi công đã được xác định ( $Q_{p\%}$ ).

- Đường quá trình mực nước thượng lưu và dung tích hồ  $Z_{TL} \sim W_{ho}$

Các công trình cùng tham gia dẫn dòng cùng trong cùng một thời điểm thì:

$$Z_{TL} = Z_1 = Z_2 = Z_i \quad (4)$$

Trong đó:

$Z_{TL}$ : là mực nước thượng lưu tại thời điểm đang xét;

$Z_i$ : Mực nước thượng lưu các công trình dẫn dòng thứ nhất;

$Z_2$ : Mực nước thượng lưu các công trình dẫn dòng thứ 2;

$Z_i$ : Mực nước thượng lưu công trình dẫn dòng thứ  $i$ ;

- Mực nước hạ lưu ( $Z_{Hq}$ )

Nếu các công trình cùng dẫn dòng đổ về cùng một dòng sông hoặc cùng về một công trình thì:

$$Z_{Hq} = Z_{Hq1} = Z_{Hq2} = Z_{Hqi} \quad (5)$$

- Các tài liệu cần phải thu thập để tính toán

Quan hệ giữa dung tích hồ và mực nước thượng lưu hồ

Quan hệ quá trình lưu lượng đến hồ ứng với thời gian đặc biệt là quá trình lũ

### 2.2. Xác định qui mô các công trình dẫn dòng đồng thời trong cùng một thời đoạn.

Trong thực tế thường hay gặp hai loại bài toán sau:

- Bài toán thứ nhất: Lợi dụng qui mô của một công trình lâu dài (như cống xả cát, tuy nen xả lũ, tuy nen vào nhà máy thủy điện ...) để dẫn dòng, ta cần xác định quy mô công trình thứ hai là công trình tạm.

- Bài toán thứ hai: là không lợi dụng được công trình lâu dài mà phải xây dựng hai, ba hoặc nhiều công trình tạm để dẫn dòng.

#### 2.2.1 Xác định các thông số của công trình lâu dài và tạm thời theo bài toán thứ nhất

- Nếu lợi dụng công trình lâu dài để dẫn dòng ta coi như đầu tư cho công trình là không đáng kể ( $K_c = 0$ )

- Xác định kích thước, quy mô công trình dẫn dòng tạm

- Xác định lưu lượng dẫn dòng qua công trình tạm. Theo (1) thì lưu lượng qua công trình tạm là:

$$Q_T = Q_x - Q_c \quad (6)$$

Từ  $Q_T$  ta xác định được kích thước, quy mô công trình tạm theo các điều kiện (4) và (5), từ đó xác định được chi phí xây dựng công trình tạm dẫn dòng  $K_T$ .

#### 2.2.2 Xác định các thông số của công trình tạm thời theo bài toán thứ 2

Theo điều kiện (1) ta lần lượt xác định quy mô của từng công trình dẫn dòng theo các phương án khác nhau nhưng phải thỏa mãn điều

kiện (1) và (4), mỗi phương án ta xác định được tổng chi phí xây dựng cho các công trình tạm

$$\sum_{i=1}^n K_i$$

### 2.3. Xác định hàm mục tiêu lựa chọn phương án công trình tạm dẫn dòng

#### 2.3.1 Bài toán thứ nhất

Mỗi phương án công trình tạm ta xác định được kinh phí là  $K_i$ .

$$K_i = \sum_{j=1}^m q_j g_j \rightarrow \text{Min} \quad (7)$$

Với phương án có chi phí xây dựng nhỏ nhất ta xác định được phương án hợp lí.

#### 2.3.2 Bài toán thứ hai

Phương án có nhiều công trình tạm cùng tham gia dẫn dòng đồng thời trong cùng một thời đoạn.

Bài toán đặt ra với lưu lượng thiết kế dẫn dòng thi công đã xác định, ta phân chia lưu lượng dẫn dòng cho mỗi công trình bao nhiêu để cho tổng kinh phí đầu tư cho các công trình tạm là nhỏ nhất.

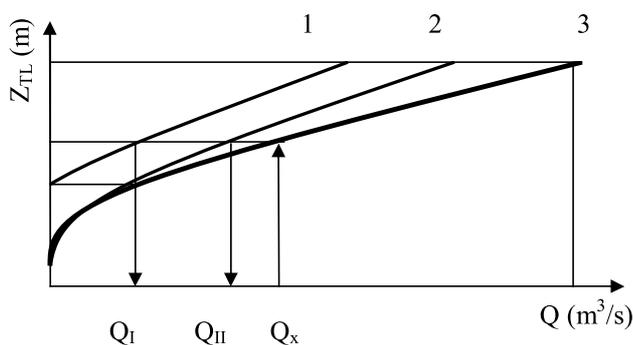
Tương tự như trên ta có:

$$Q_x = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (8)$$

Để xác định  $Q_x$  ta tiến hành các bước sau:

- Xây dựng đường  $Z_{TL} \sim Q_I$
- Xây dựng đường  $Z_{TL} \sim Q_{II}$
- Xây dựng đường  $Z_{TL} \sim Q_i$
- Xây dựng đường  $Z_{TL} \sim Q_\Sigma$

$Q_\Sigma$  là lưu lượng xả tổng cộng qua các công trình dẫn dòng (Hình 1)



Hình 1: Đường quan hệ giữa mực nước thượng lưu và lưu lượng

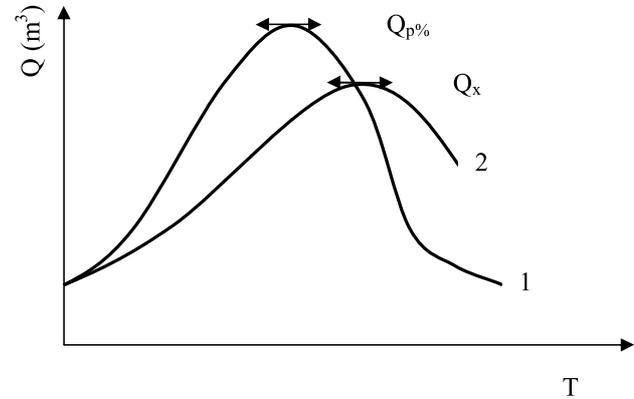
Đường 1: đường quá trình  $Z_{TL}$  và  $Q_{x\bar{a}}$  của công trình thứ nhất

Đường 2: đường quá trình  $Z_{TL}$  và  $Q_{x\bar{a}}$  của

công trình thứ hai

Đường 3: đường quá trình  $Z_{TL}$  và  $Q_{x\bar{a}}$  tổng công qua 2 công trình

Từ  $Q_\Sigma$  ta tiến hành tính toán điều tiết lũ để xác định  $Q_x$  (Hình 2).



Hình 2: Đường quá trình lũ thiết kế dẫn dòng thi công (đường 1) và đường quá trình xả lũ qua các công trình dẫn dòng (đường 2)

Từ  $Q_x$  ta xác định được  $Q_1, Q_2, \dots, Q_i$  (Hình 1)

Đây là bài toán lập; Trước hết phải giả thiết các kích thước, cao trình của các công trình dẫn dòng I, II, ... ta lần lượt tính toán thủy lực về được các quan hệ  $Q_I \sim Z_{TL}$ ;  $Q_{II} \sim Z_{TL}$ ,  $Q_{In} \sim Z_{TL}$  từ đó vẽ được đường đi tổng lưu lượng xả đồng thời của các công trình dẫn dòng.

Tính toán quá trình điều tiết lũ được xác định lưu lượng xả qua các công trình dẫn dòng.

$$Q_{x\bar{a}} = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n \quad (9)$$

Từ các phương án lưu lượng  $Q_i$  sẽ xác định được các phương án quy mô công trình có khối lượng công tác xây lắp thứ j công trình tạm thứ i ( $q_{ij}$ ) và với đơn giá xây dựng  $g_j$  để xác định được chi phí  $K_i$  cho từng phương án.

Nhiều công trình tạm dẫn dòng với nhiều phương án dẫn dòng khác nhau để lựa chọn phương án dẫn dòng tối ưu đó là phương án có tổng chi phí dẫn dòng thấp nhất

$$\sum_{i=1}^{n,m} K_i \rightarrow \text{Min} \quad \text{hay} \quad \sum_{i=1}^{n,m} \sum_{j=1}^{n,m} q_{ij} g_j \rightarrow \text{Min} \quad (10)$$

$q_{ij}$  - Khối lượng công tác xây lắp thứ j thuộc công trình tạm thứ i tính theo đơn giá;

$g_j$  - Đơn giá xây dựng công tác xây lắp j;

Với phương án chi phí thấp nhất được chọn ta phân tích khả năng thi công, cường độ thi công và các yếu tố khác để khẳng định phương án dẫn dòng.

### III KẾT LUẬN:

Khi xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện trên sông, công trình dẫn dòng thường ảnh hưởng rất lớn đến thời gian thi công và kinh phí xây dựng, do vậy việc lựa chọn quy mô công trình dẫn dòng có chi phí thấp nhất là mục tiêu luôn hướng tới nhằm giảm chi phí và thời gian xây dựng công trình. Ứng dụng lý thuyết quy

hoạch tuyến tính để xây dựng bài toán tối ưu lựa chọn quy mô các công trình dẫn dòng trong cùng một thời đoạn là bài toán thường gặp trong thực tế. Nội dung của bài báo nêu lên phương pháp xác định quy mô các công trình dẫn dòng trong cùng một thời đoạn, giảm thiểu kinh phí xây dựng công trình tạm phục vụ thi công các công trình thủy lợi, thủy điện.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phó Đức Anh, Đặng Hữu Đạo (2007), Phân tích và Tối ưu hóa hệ thống, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
2. Bộ môn thi công Trường Đại học thủy lợi (1987) Thi công các công trình Thủy lợi Tập 1, 2, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
3. Maria Hromníková (1987), Operacný Výkum I, II. diel – Bratislava.
4. Stefan Haas, V. Hájek, V. Jelen, (1984), Ekonomika a řízení Stavebníctví, Praha.

### Summary

#### HOW TO CHOOSE THE SIZE OF WATER DELIVERY CONSTRUCTION WITH THE MINIMUM COST IN THE SAME PERIOD

*The water-delivery execution plays an important role in the construction in the rivers, streams. This directly impacts on time, cost and quality of the construction.*

*The contraction in the rivers with elaborate design often executes two, three or more constructions in the same period. The option of the construction size is considered as an exercise of optimal budget, time and implementing possibility. In accordance with given design discharge, the issue is finding the size of each construction in the system with the purpose of the minimum of total execution cost of water-delivery system. Based on linear programming theory, the solution arrives at optimal performance of water-delivery execution in the construction of irrigation and water power systems*

**Key words:** *Water-delivery, discharge, optimal, cost, linear programming*

---

Người phản biện: **GS. TS. Lê Kim Truyền**

BBT nhận bài: 16/12/2013

Phản biện xong: 28/12/2013