

# LỰA CHỌN PHƯƠNG ÁN VẬN CHUYỂN TỐI ƯU TRÊN CÔNG TRƯỜNG XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH THỦY LỢI, THỦY ĐIỆN

Nguyễn Trọng Hoan<sup>1</sup>

**Tóm tắt:** Công tác vận chuyển trên công trường xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện chiếm một phần lớn chi phí trong giá thành xây dựng công trình. Công tác vận chuyển trên công trường liên quan đến nhiều vấn đề trong tổ chức bố trí mặt bằng xây dựng, làm ảnh hưởng đến chất lượng, tiến độ, an toàn và giá thành xây dựng công trình. Trong thực tế hiện nay trên các công trường xây dựng chưa được chú ý đúng mức trong việc lựa chọn phương án tổ chức vận chuyển hợp lý, chưa có cơ sở để lựa chọn tìm phương án vận chuyển tối ưu. Chi phí xây dựng đường vận chuyển trên công trường chưa được đưa vào giá thành công tác vận chuyển một cách hợp lý. Nội dung bài báo đưa ra quan điểm giá thành vận chuyển gồm hai thành phần (Chi phí xây dựng đường và chi phí tổ chức vận chuyển), ứng dụng lý thuyết phân tích hệ thống (PHTT), tối ưu hoá để xây dựng bài toán lựa chọn tuyến đường vận chuyển tối ưu; lập trình tính toán và ứng dụng kiểm chứng cho công trình Cửa Đạt – Thanh Hóa.

**Từ khóa:** Giá thành vận chuyển, giá thành xây dựng, chi phí xây dựng đường, chi phí tổ chức vận chuyển, phân tích hệ thống (PHTT)

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Vận chuyển trên công trường thủy lợi, thủy điện là hoạt động không thể thiếu được phục vụ sản xuất cho mọi đối tượng trên mặt bằng xây dựng trong suốt quá trình thi công, chi phí vận chuyển chiếm một phần chi phí khá lớn trong giá thành công trình. Công tác vận chuyển liên quan đến nhiều yếu tố như: đường vận chuyển, thiết bị vận chuyển, chủng loại vật liệu, cấu kiện cần vận chuyển, khối lượng vận chuyển và đặc biệt là phương án tổ chức vận chuyển. Những yếu tố nêu trên ảnh hưởng trực tiếp đến giá thành vận chuyển, tiến độ thi công và an toàn lao động trong sản xuất. Nhưng thực tế hiện nay giá thành công tác vận chuyển trên công trường chưa được quan tâm, phần lớn mạng lưới giao thông trên công trường được tư vấn thiết kế đề xuất chủ yếu dựa trên đặc điểm địa hình khi đánh giá, so sánh kinh tế để lựa chọn. Hệ thống vận chuyển chưa đề cập hết những nhân tố ảnh hưởng đến giá thành sản phẩm như: chi phí xây dựng đường trên công trường, chi phí đầu tư thiết bị, xe máy ... chưa được tính đầy đủ vào giá thành công tác vận chuyển nên không có cơ

sở để đánh giá lựa chọn phương án hợp lý do vậy trong quá trình thi công không khai thác hết năng lực hệ thống đường vận chuyển dẫn đến lãng phí tiền vốn là không thể tránh khỏi.

Việc nghiên cứu ứng dụng phân tích hệ thống, tối ưu hóa công tác vận chuyển trên công trường là hướng đi nhằm tìm ra phương án cho công tác vận chuyển tối ưu trên công trường xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện. Một trong những chỉ tiêu quan trọng để lựa chọn phương án mạng lưới giao thông trên công trường là giá thành công tác vận chuyển trong đó bao gồm chi phí xây dựng đường và chi phí tổ chức vận chuyển.

Xuất phát từ thực trạng nói trên cần thiết phải nghiên cứu để đưa chi phí xây dựng đường vận chuyển vào giá thành công tác vận chuyển đồng thời ứng dụng phương pháp phân tích hệ thống, tối ưu hoá để thiết lập bài toán tối ưu công tác vận chuyển trên công trường xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện ở Việt Nam.

## II. ĐỀ XUẤT QUAN ĐIỂM TÍNH GIÁ THÀNH VẬN CHUYỂN TRÊN CÔNG TRƯỜNG VÀ XÂY DỰNG BÀI TOÁN TỐI ƯU CÔNG TÁC VẬN CHUYỂN

Giá thành vận chuyển trên công trường là

<sup>1</sup> Trường Đại học Thủy lợi

tổng chi phí để vận chuyển hết khối lượng yêu cầu từ điểm cấp đến điểm nhận trên mặt bằng công trường để hoàn thành toàn bộ khối lượng

xây dựng công trình; nó bao gồm hai thành phần: chi phí xây dựng tuyến giao thông và chi phí cho công tác vận chuyển.

$$\boxed{\text{Giá thành vận chuyển}} = \boxed{\text{Chi phí xây dựng tuyến giao thông}} + \boxed{\text{Chi phí cho công tác vận chuyển}}$$

### 2.1 Chi phí xây dựng tuyến giao thông ( $G_{i1}$ )

Chi phí xây dựng tuyến giao thông (đường vận chuyển) bao gồm:

- Chi phí xây dựng tuyến đường thứ  $i$  (đường và các công trình trên đường) ( $G_{i11}$ );
- Chi phí duy tu bảo dưỡng tuyến đường thứ  $i$  ( $G_{i12}$ );
- Chi phí khác tuyến đường thứ  $i$  ( $G_{i13}$ ): để duy trì điều kiện làm việc bình thường của tuyến đường (như chi phí dọn vật liệu rơi vãi, sự cố về thiết bị khi chạy trên đường hàng ngày...)

$$G_{i1} = G_{i11} + G_{i12} + G_{i13} \quad (2.1)$$

#### 2.1.1 Chi phí xây dựng tuyến đường ( $G_{i11}$ )

Căn cứ tuyến đường đã quy hoạch cấu tạo, kích thước của đường vận chuyển để tính chi phí xây dựng tuyến đường.

Chi phí xây dựng tuyến đường là tổng chi phí cần thiết để đầu tư xây dựng tuyến đường trên công trường, bao gồm tổng chi phí xây dựng tuyến đường và các công trình trên tuyến đường, các cầu qua sông nối liền tuyến giao thông giữa hai bờ trong mặt bằng công trường xây dựng (MBCTXD).

Chi phí xây dựng tuyến đường được tính toán bằng phương pháp lập dự toán chi phí xây dựng công trình.

Phương pháp tính chi phí xây dựng theo đơn giá xây dựng chi tiết đầy đủ:

$$G_{i11} = \sum_{j=1}^n Z_{ij} C_{XDj} \quad (2.2)$$

Trong đó:

- $Z_{ij}$ : Khối lượng công tác xây lắp thứ  $j$  thuộc tuyến đường thứ  $i$ ;
- $C_{XDj}$ : Đơn giá xây dựng chi tiết đầy đủ (bao gồm chi phí trực tiếp, chi phí gián tiếp và thuế) của loại công tác xây lắp thứ  $j$ .

Tuyến đường từ A đến B có thể xảy ra các trường hợp sau:

- Nếu tuyến đường từ A đến B sau khi hoàn thành công tác vận chuyển sẽ bỏ đi thì chi phí xây dựng đường được tính vào giá thành 100% .

- Trường hợp tuyến đường để lại toàn bộ để dùng làm đường quản lý công trình sau này thì chi phí xây dựng đường được tính phần khấu hao công trình, nếu sử dụng một phần thì tính khấu hao phần đó.

#### 2.1.2 Chi phí duy tu, bảo dưỡng tuyến đường ( $G_{i12}$ )

Đường giao thông trên công trường phần lớn là đường tạm, cường độ vận chuyển lớn cùng với tác động của thời tiết nên xuống cấp rất nhanh do vậy trong thời gian sử dụng phải thường xuyên được duy tu, bảo dưỡng để đảm bảo đường không bị xuống cấp gây ảnh hưởng đến năng suất vận chuyển và tuổi thọ của thiết bị.

Chi phí duy tu bảo dưỡng và quản lý đường có thể xác định theo mức quy định tỷ lệ phần trăm so với chi phí xây dựng ban đầu.

Ký hiệu  $p_1$  là hệ số kể đến mức chi phí duy tu, bảo dưỡng thì  $G_{i12} = p_1 G_{i11}$

#### 2.1.3 Chi phí khác ( $G_{i13}$ )

Chi phí này để đảm bảo cho đường được sử dụng thường xuyên trong điều kiện bình thường như chi phí dùng cho việc xử lý sự cố trên đường hàng ngày (thu dọn vật liệu rơi vãi, vật liệu đổ trên đường do xe hỏng ...). Chi phí khác có thể tính theo định mức tỷ lệ phần trăm vốn đầu tư ban đầu.

Ký hiệu  $p_2$  là hệ số kể đến mức chi phí khác thì  $G_{i13} = p_2 G_{i11}$ .

### 2.2 Chi phí cho công tác vận chuyển (thiết bị vận chuyển) ( $G_{i2}$ )

Chi phí để thực hiện công tác vận chuyển khối lượng vật liệu yêu cầu từ điểm cấp đến điểm nhận trên tuyến đường vận chuyển. Chi phí thiết bị vận chuyển cho một ca xe bao gồm

các thành phần: chi phí khấu hao xe, chi phí sửa chữa, chi phí nhiên liệu, tiền lương thợ lái xe và chi phí khác.

Chi phí thiết bị vận chuyển cho toàn bộ khối lượng được xác định từ số ca xe và giá ca xe theo công thức sau:

$$G_{i2} = N_{cx} G_{cx} \quad (2.3)$$

Phương pháp tính số ca xe:

$$N_{cx} = N_x T = \frac{QT}{q m k_{x1} k_{x2} k_{x3}} \quad (2.4)$$

$N_{cx}$ : Số ca xe; T: thời gian vận chuyển (ca);  $N_x$ : số xe cần thiết trên công trường trong một ca làm việc; Q: khối lượng yêu cầu vận chuyển trong ca; q: trọng tải của xe (tấn), phụ thuộc vào loại xe chọn; m: Số chuyến xe đi được trong 1 ca phụ thuộc vào loại đường, cử ly vận chuyển và sự phối hợp với công cụ bốc xúc;  $k_{x1}$ : hệ số kể đến sự không tận dụng hết thời gian theo tính toán của xe trên đường;  $k_{x2}$ : hệ số kể đến sự không tận dụng hết trọng tải của xe;  $k_{x3}$ : hệ số kể đến xe nằm trong xưởng sửa chữa, duy tu bảo dưỡng.

Phương pháp tính giá ca xe:

$$G_{cx} = G_{i21} + G_{i22} + G_{i23} + G_{i24} + G_{i25} \quad (2.5)$$

Phương pháp tính toán từng thành phần của giá ca xe:

- Chi phí khấu hao xe:

$$G_{i21} = \frac{(G_x - G_{TL}) D_{KH}}{T_{cx}} \quad (2.6)$$

- Chi phí sửa chữa:

$$G_{i22} = \frac{G_x D_{SC}}{T_{cx}} \quad (2.7)$$

- Chi phí nhiên liệu:

$$G_{i23} = v_{NL} g_{NL} \quad (2.8)$$

- Chi phí lương lái xe:

$$G_{i24} = \frac{L_{LX}}{t_{th}} \quad (2.9)$$

- Chi phí khác:

$$G_{i25} = \frac{G_x D_K}{T_{cx}} \quad (2.10)$$

$$G_{i2} = \frac{QT}{q m k_{x1} k_{x2} k_{x3}} \left[ \frac{(G_x - G_{TL}) D_{KH}}{T_{cx}} + \frac{G_x D_{SC}}{T_{cx}} + v_{NL} g_{NL} + \frac{L_{LX}}{t_{th}} + \frac{G_x D_K}{T_{cx}} \right] \quad (2.11)$$

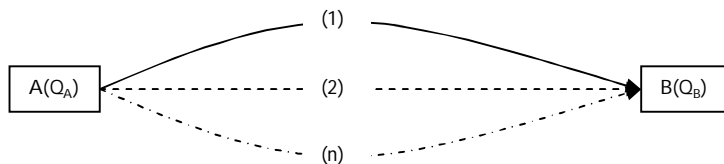
Trong đó:

$N_{cx}$ : Số ca xe thực hiện vận chuyển toàn bộ khối lượng vật liệu theo yêu cầu; T: thời gian vận chuyển khối lượng vật liệu yêu cầu (ca);  $G_{cx}$ : Giá ca xe (đ/ca);  $G_{i21}$ : Chi phí khấu hao (đ/ca);  $G_{i22}$ : Chi phí sửa chữa (đ/ca);  $G_{i23}$ : Chi phí nhiên liệu năng lượng (đ/ca);  $G_{i24}$ : Chi phí tiền lương thợ lái xe ô tô (đ/ca);  $G_{i25}$ : Chi phí khác (đ/ca);  $G_x$ : Giá tính khấu hao ô tô;  $G_{TL}$ : Giá trị thanh lý ô tô;  $D_{KH}$ : định mức khấu hao;  $D_{SC}$ : định mức sửa chữa;  $D_K$ : định mức chi khác;  $v_{NL}$ : định mức nhiên liệu;  $g_{NL}$ : đơn giá nhiên liệu;  $L_{LX}$ : Lương tháng lái xe;  $t_{th}$ : số ngày làm việc trên tháng;  $T_{cx}$ : số ca xe

### 2.3. Bài toán lựa chọn tuyến đường vận chuyển tối ưu

#### 2.3.1 Xây dựng hàm mục tiêu lựa chọn tuyến đường vận chuyển trên công trường

Trên cơ sở đặc điểm của công tác vận chuyển trên công trường, các nguyên tắc quy hoạch thiết kế đường vận chuyển như đã nêu trên, chúng ta có thể đưa ra nhiều tuyến để so sánh lựa chọn tuyến có giá thành vận chuyển thấp nhất (Hình 2-1).



Hình 2-1: Sơ đồ vận chuyển từ 1 điểm cấp đến 1 điểm nhận

Ta gọi: Điểm cấp A có thể cung cấp lượng vật liệu là  $Q_A$

Điểm nhận B có nhu cầu cần phải vận chuyển đến lượng vật liệu là  $Q_B$ .

Chiều dài đường từ A đến B là  $L_{AB}$  mỗi phương án có chiều dài, đặc điểm kết cấu nền đường và công trình dưới đường khác nhau (Có n phương án tuyến đường)

Mục tiêu đặt ra là tìm tuyến đường vận chuyển có chi phí cho vận chuyển là nhỏ nhất ( $G_k$ ).

$$G_k = \min G_i \quad (2.12)$$

$$F = (G_{i11} + G_{i12} + G_{i13}) + N_{cx}(G_{i21} + G_{i22} + G_{i23} + G_{i24} + G_{i25}) \longrightarrow \min \quad (2.13)$$

$$F(z_{ij}, L_i, q_i) = (1+p_1)(1+p_2)G_{i11} + N_{cx}G_{cx} \longrightarrow \min \quad (2.14)$$

$$F = (1+p_1)(1+p_2) \sum_{j=1}^n C_{xj} z_{ij} + \frac{Q \cdot T}{q_i m k_{x1} k_{x2} k_{x3}} \left[ \frac{(G_x - G_{TL}) D_{KH}}{T_{cx}} + \frac{G_x D_{SC}}{T_{cx}} + v_{NL} g_{NL} + \frac{L_{LX}}{t_{th}} + \frac{G_x D_k}{T_{cx}} \right] \longrightarrow \min \quad (2.15)$$

Từ phương trình trên có thể lựa chọn được tuyến đường có giá thành vận chuyển thấp nhất đó là tuyến đường tối ưu.

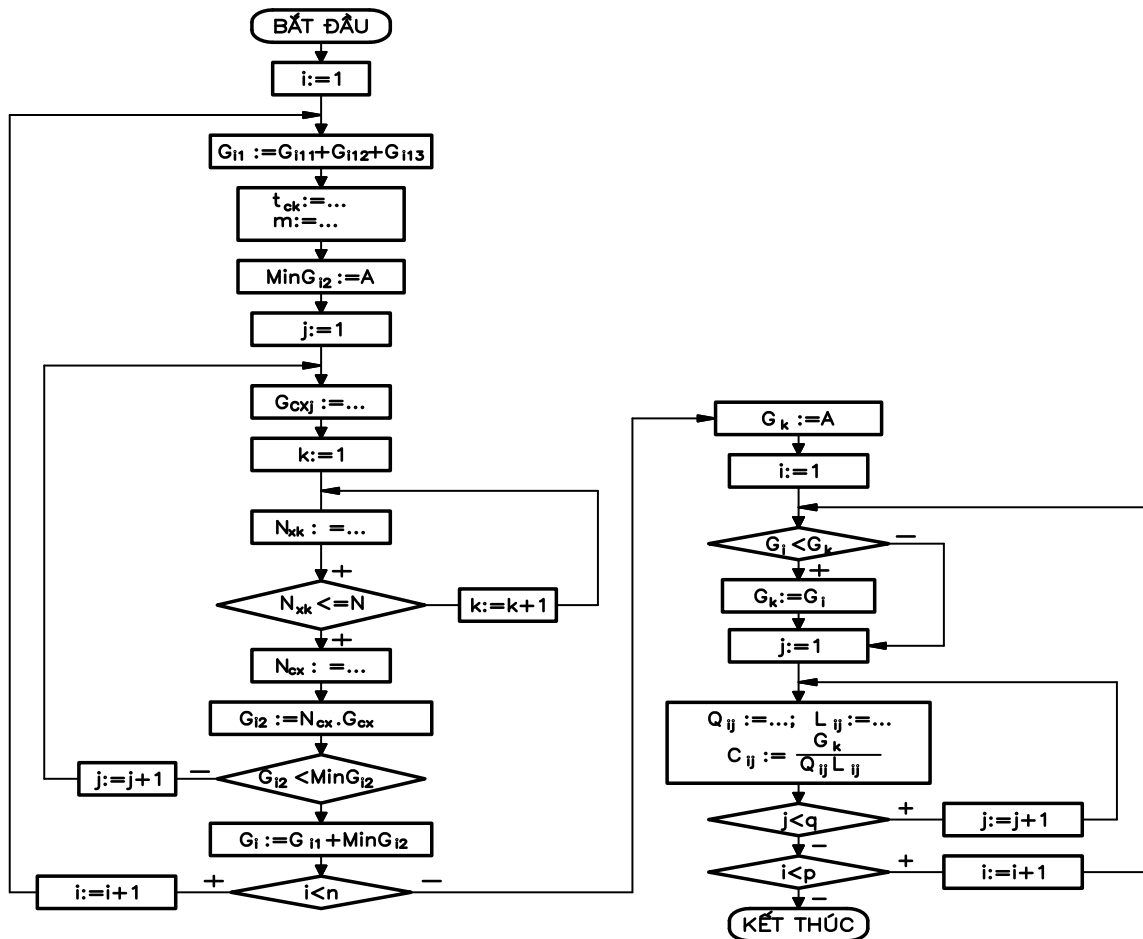
**2.4. Lập chương trình tính toán “Lựa chọn tuyến đường và tính cước phí vận chuyển” trên công trường xây dựng công trình thủy lợi,**

Trong thực tế có rất nhiều phương án lựa chọn tuyến đường vận chuyển, có những phương án đường đi ngắn chưa hẳn đã kinh tế hơn phương án đường đi dài và ngược lại, cho nên bài toán tối ưu khi xác định luồng vận chuyển là: xác định luồng vận chuyển có giá thành vận chuyển là nhỏ nhất.

**thủy điện**

- Chương trình “Lựa chọn tuyến đường và tính cước phí vận chuyển” được lập dựa trên ngôn ngữ C# (sharp), phần mềm Visual studio 2008 và chạy trên nền Net 2.0.

- Sơ đồ khối (Hình 2-2).



Hình 2-2: Sơ đồ tính toán “Lựa chọn tuyến đường và tính cước phí vận chuyển”

Chương trình được lập là công cụ để giải bài toán tìm hệ thống đường vận chuyển tối ưu trên MBCTXD công trình thủy lợi, thủy điện.

### 2.5. Lựa chọn mạng đường vận chuyển trên công trường Cửa Đạt – Thanh Hóa

#### 2.5.1 Xây dựng phương án hệ thống đường vận chuyển trên công trường Cửa Đạt

a) **Phương án đã có (PA I):** Hệ thống đường vận chuyển gồm 12 tuyến đường: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12.

b) **Phương án A:** Hệ thống đường vận chuyển gồm 12 tuyến đường: R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, được sơ đồ hoá. Mỗi tuyến đường có 3 phương án tuyến

khác nhau, được ký hiệu: AI, AII, AIII.

c) **Phương án B:** Hệ thống đường vận chuyển gồm 11 tuyến (bỏ tuyến R12): R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R1, được sơ đồ hoá. Mỗi tuyến đường có 3 phương án tuyến khác nhau, được ký hiệu: BI, BII, BIII.

d) **Phương án C:** hệ thống đường vận chuyển gồm 10 tuyến (bỏ tuyến R4, R12): R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11. Mỗi tuyến đường có 3 phương án tuyến khác nhau, được ký hiệu: CI, CII, CIII.

2.5.2 Tổng hợp kết quả tính toán sử dụng phần mềm “Lựa chọn tuyến đường vận chuyển tối ưu”:

Bảng 2.1

Phương án	□G <sub>II</sub> (đồng/%)	□G <sub>I2</sub> (đồng/%)	□G <sub>I</sub> (đồng/%)
AI	109,151,180,738	384,247,611,736	495,398,929,430
A chọn	104,339,074,495	367,234,036,857	471,573,111,352
B chọn	84,130,051,340	361,921,713,050	446,051,764,391
C chọn	81,728,025,303	364,934,647,904	446,662,700,209

#### 2.5.3 Nhận xét:

Như vậy bằng phương pháp chọn tuyến đường vận chuyển theo phương pháp nêu trên sẽ chọn được phương án tối ưu hệ thống đường vận chuyển trên công trường Cửa Đạt là phương án B có tổng giá thành vận chuyển thấp hơn so với phương án ban đầu và là phương án tối ưu. Qua phân tích kết quả cho ta thấy bằng phương pháp lựa chọn tuyến đường vận chuyển chúng ta có thể chọn được hệ thống mạng đường vận chuyển tối ưu trên công trường, giảm được lượng lớn kinh phí đầu tư xây dựng tuyến đường và kinh phí đầu tư cho công tác vận chuyển.

Ngoài các phương án đã đưa ra để xét ở trên chúng ta có thể đưa thêm rất nhiều phương án tuyến và phương án mạng đường vận chuyển, chương trình tính toán sẽ cho phương án tuyến và phương án mạng tối ưu.

### III. KẾT LUẬN

Vận chuyển trên công trường xây dựng công trình thủy lợi, thủy điện là một hệ thống phức tạp bị ràng buộc bởi nhiều yếu tố về điều kiện tự

nhiên, điều kiện về dân sinh, kinh tế xã hội, tính chất phức tạp của công trình, quy mô công trình và có ảnh hưởng lớn đến chất lượng, tiến độ, an toàn và giá thành công trình, do vậy việc nghiên cứu lựa chọn phương án vận chuyển tối ưu trên công trường theo quan điểm giá thành vận chuyển nhỏ nhất, ứng dụng lý thuyết phân tích hệ thống, tối ưu hoá là có cơ sở khoa học và mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Thông qua lý thuyết phân tích hệ thống để nghiên cứu các dạng đường vận chuyển trên công trường, lựa chọn mạng đường tối ưu, mạng đường có giá thành vận chuyển nhỏ nhất đã bao gồm chi phí xây dựng đường và chi phí tổ chức vận chuyển nhằm giảm chi phí xây dựng đường và chi phí tổ chức vận chuyển trên công trường, giảm giá thành xây dựng công trình.

Bài toán đã được lập trình tính toán và ứng dụng kiểm chứng cho công trình Cửa Đạt. Kết quả tính toán cho thấy phương án chọn có giá thành vận chuyển giảm so với phương án đã có là 9,96%.

Kết quả nghiên cứu là phương pháp đề xuất

ứng dụng trong công tác thiết kế MBCTXD công trình thủy lợi, thủy điện ở Việt Nam.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Phó Đức Anh, Đặng Hữu Đạo (2007) – Phân tích và Tối ưu hóa hệ thống, NXB NN.
2. Nguyễn Trọng Hoan (2005) - Tổ chức sản xuất và quản lý thi công - NXB NN
3. Nguyễn Trọng Hoan (2010) – Luận án tiến sĩ kỹ thuật.
4. Trịnh Quốc Thắng (2006) - Thiết kế tổng mặt bằng và tổ chức công trình xây dựng - Nhà xuất bản KHKT - Hà Nội.
5. Hoàng Tuy (1987) – Phân tích hệ thống và ứng dụng, NXB Khoa học và Kỹ thuật.
6. Quyết định số 206/2003QĐ-BTC của Bộ Tài chính ngày 12/12/2003 về việc ban hành chế độ quản lý sử dụng và trích khấu hao tài sản cố định.
7. Thông tư số 06/2005/TT-BXD của Bộ Xây dựng ngày 15/4/2005 hướng dẫn phương pháp tính giá ca máy thiết bị thi công.
8. Thông tư số 07/2007/TT-BXD của Bộ Xây dựng ngày 25/7/2007 hướng dẫn phương pháp xác định giá ca máy và thiết bị xây dựng công trình.
9. Hromnikova Maia (1987) Operacna Analiza – Bratislava.
10. Laurence D. Hoffmann, Gerald L. Bradley (1995) – Finite Mathematics with calculus, 2/E, NXB McGraw-Hill, New York, USA.
11. Organization and Management of Construction by Arkady Retik and David Langford Hardcover (1996).
12. R. Gabasov, F. M. Kirillova (1975) – Các phương pháp tối ưu, NXB BGU Minsk.

#### **Abstract:**

### **HOW TO CHOOSE OPTIMAL TRANSPORTATION PLAN IN IRRIGATION AND HYDRO-POWER CONSTRUCTION**

**Nguyen Trong Hoan**

*Transportation plays an important role in irrigation and hydro-power construction; its costs account for large proportion of construction price. It relates to many problems in organize construction site, influences on the construction's quantity, rate of progress, safety and price. In reality, transportation organization at the construction site have not only drawn high attention yet to make it effective, but also lacks of base to build up ultimate transportation plan. Costs of build transportation streets is not allocated into transportation price appropriately. This article reveals that transportation price includes 2 components (cost of street making and cost of transportation organization). In addition, it concentrates on application of system analysis theory and optimization of transportation organization in order to create the problem of choosing the effective transportation route, program calculation and apply Cua Dat – Thanh Hoa construction to verify.*

**Key words:** *Transportation price, construction price, street making cost, transportation organizing cost, system analysis*

---

Người phản biện: **PGS. TS. Nguyễn Xuân Phú**

BBT nhận bài: 2/8/2012

Phản biện xong: 1/10/2012