

TỐI ƯU CHI PHÍ VẬN CHUYỂN DÙNG GIẢI THUẬT ĐƠN HÌNH

THÁI PHƯƠNG TRÚC

Khoa Kỹ thuật Xây dựng, Trường Đại học Công nghiệp thành phố Hồ Chí Minh
thaiphuongtruc@iuh.edu.vn

Tóm tắt. Bài báo này nghiên cứu về vấn đề chi phí vận chuyển trong quản lý các dự án và lợi ích có được từ việc tối ưu chi phí vận chuyển khi thực hiện các dự án xây dựng. Nghiên cứu tập trung sử dụng giải thuật lập trình tuyến tính và lập các bảng tính để tạo điều kiện thuận lợi cho chủ đầu tư, một công ty thương mại Việt Nam trong việc xác định kế hoạch vận chuyển tối ưu sao cho chi phí vận chuyển thấp nhất từ hai cửa hàng vật liệu đến hai công trường có nhu cầu tiêu thụ vật liệu. Giải thuật được đề xuất trong trường hợp này là thuật toán tối ưu. Đây là thuật toán cổ điển để giải quyết các vấn đề tối ưu tuyến tính. Kết quả tối ưu được kiểm chứng bằng phần mềm excel solver. Bài báo là một tài liệu tham khảo tốt cho các nhà quản lý xây dựng nhằm tối ưu hóa chi phí và tăng lợi nhuận khi thực hiện dự án.

Từ khóa. Thuật toán đơn hình, tối ưu chi phí vận chuyển, quản lý chi phí dự án

OPTIMIZE TRANSPORTATION COSTS USING THE SIMPLEX ALGORITHM

Abstract. In this paper, the author studies the problems of the shipping cost of the project, and the benefits of minimizing transportation costs in project implementation. This study highlights the application of linear programming and spreadsheet that facility managers in a Viet Nam Trading Company in determining the optimum transportation plan that leads to the lowest transportation cost of polymer from two plants to two demand destinations. The optimization algorithm is the proposed simplex algorithm. The simplex algorithm is the classical method to solve the optimization problem of linear programming. Optimal results are verified by excel solver software. The article is a good reference for construction managers to optimize costs and increase profits.

Keywords. the simplex algorithm, optimize transportation costs, project management costs.

1 GIỚI THIỆU

Vấn đề tối ưu được đề cập đến từ những năm 1930[1], bởi các nhà kinh tế trong việc giải quyết bài toán tối ưu hóa phân bổ tài nguyên. Việc giải các bài toán bài toán tối ưu hóa còn gặp nhiều khó khăn, thường chỉ giải được các bài toán hai biến dùng giải thuật đồ thị với các ràng buộc đơn giản và số lượng ít. Tuy nhiên, thực tiễn đời sống đòi hỏi các kỹ sư cần phải giải quyết các vấn đề phức tạp nhiều ràng buộc hơn. Vào năm 1947 - George Bernard Dantzig[2] (8/11/1914–13/5/2005) – một người Mỹ, thành viên của không lực Hoa Kỳ. Trong suốt chiến tranh thế giới thứ II (1941-1947). Ông đã đề xuất ra một giải thuật tối ưu được gọi là thuật toán đơn hình, giải quyết được vấn đề tối ưu nhiều biến và ràng buộc. Đây là một phương pháp thực sự có hiệu quả để giải những bài toán quy hoạch tuyến tính có ý nghĩa trong thực tiễn sản xuất góp phần đưa giải thuật lập trình tuyến tính được sử dụng một cách rộng rãi. Ít nhất bốn giải thưởng Nobel đã được trao cho những đóng góp có liên quan đến lập trình tuyến tính. Như giải thưởng Nobel của L. V. Kantorovich[3] về kinh tế được trao 1975 hay T. C. Koopmans của Mỹ về vấn đề tối ưu hệ thống vận chuyển[4]. Mặc dù có nhiều giải thuật khác: như phương pháp hình học đã được sử dụng để giải quyết các vấn đề tối ưu tương tự. Tuy nhiên, với số lượng ràng buộc lớn và biến mục tiêu nhiều thì phương pháp này trở nên không khả thi. Do đó, thuật toán đơn hình đã được phát triển trong nhiều năm để giải quyết vấn đề quy hoạch tuyến tính. Phương pháp đơn hình của Dantzig là phương pháp phổ biến và hiệu quả. Tác giả đã nghiên cứu ứng dụng giải thuật này với sự hỗ trợ của công cụ Excel Solver [7] nhằm giải quyết vấn đề tối ưu trong quản lý sản xuất xây dựng, giảm thiểu chi phí, tăng hiệu quả đầu tư.

2 GIẢI THUẬT ĐƠN HÌNH

Bài toán quy hoạch tuyến tính thường viết dưới hai dạng phổ biến [1]:

2.1 Dạng chính tắc

Ta có hàm mục tiêu:

$$\text{Minimize } f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (1)$$

với các điều kiện ràng buộc:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{cases} \quad (2)$$

với:

$$x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0 \quad (3)$$

trong đó c_j, b_j và a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) là các hằng số đã biết và x_j là các biến cơ sở thỏa mãn (3).

2.2 Dạng ma trận

Ngoài ra, bài toán quy hoạch tuyến tính còn thể hiện dưới dạng ma trận.
hàm mục tiêu:

$$\text{Minimize } f(X) = \mathbf{c}^T \cdot \mathbf{X} \quad (4)$$

các điều kiện ràng buộc:

$$\mathbf{a} \cdot \mathbf{X} = \mathbf{b} \quad (5)$$

với

\mathbf{a} – ma trận các hằng số của hàm ràng buộc;

\mathbf{X}, \mathbf{b} – lần lượt là các vector tập hợp các biến ràng buộc, giá trị ràng buộc;

$$\mathbf{X} \geq \mathbf{0} \quad (6)$$

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix}; \quad \mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix}; \quad \mathbf{c} = \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

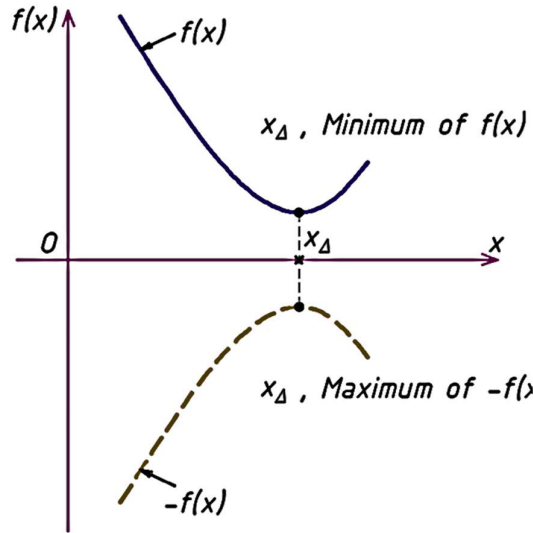
$$\mathbf{a} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (8)$$

2.3 Phương pháp chuyển đổi về dạng chính tắc

Từ dạng chính tắc, ta thấy rằng: hàm mục tiêu phải là dạng cực tiểu, tất cả các hàm ràng buộc phải là đẳng thức, tất cả các biến cơ bản đều không âm. Trong thực tiễn, có thể hàm mục tiêu là cực đại, các hàm ràng buộc có thể là bất đẳng thức, các biến cơ sở có thể âm. Do đó, ta cần có bước biến đổi về dạng chính tắc cho phù hợp.

2.3.1 Phương pháp chuyển đổi hàm mục tiêu

Trong thực tế, hàm mục tiêu không phải lúc nào cũng là cực tiểu. Đôi khi hàm mục tiêu là cực đại. Khi đó, chúng ta có thể dùng phép biến đổi để có được hàm mục tiêu như mong muốn.



Hình 1: Cực trị hàm đa thức

từ hình 1, ta có:

$$\text{Maximize } f(x_1, x_2, \dots, x_n) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n \quad (9)$$

chuyển đổi hàm mục tiêu (9) về dạng chính tắc (10):

$$\text{Minimize } g(x_1, x_2, \dots, x_n) = -f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (10)$$

$$\text{Minimize } g(x_1, x_2, \dots, x_n) = -c_1 x_1 - c_2 x_2 - \dots - c_n x_n \quad (11)$$

2.3.2 Phương pháp chuyển đổi các hàm ràng buộc

- **Trường hợp 1:** bất đẳng thức “bé hơn hoặc bằng”

Ta có ràng buộc như (10) biến đổi thành (11) với x_{n+1} là phần biến dư không âm.

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n \leq b_k \quad (12)$$

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n + x_{n+1} = b_k \quad (13)$$

- **Trường hợp 2:** các ràng buộc có dạng bất đẳng thức “lớn hơn hoặc bằng”

$$a_{k1}x_1 + a_{k2}x_2 + \dots + a_{kn}x_n \geq b_k \quad (14)$$

Trong trường hợp này được gọi là đơn hình kép (dual problem) [2]. Ta cần biến đổi ma trận **a** từ bảng đơn hình thiết lập ban đầu thành ma trận chuyển **a^T**. Khi đó hàm mục tiêu và các hàm ràng buộc sẽ được biến đổi nghịch đảo so với ban đầu. Như vậy các hàm ràng buộc (14) được biến đổi thành (15) đảm bảo thỏa mãn dạng chính tắc.

$$\mathbf{a}' \cdot \mathbf{Y} \leq \mathbf{b}' \quad (15)$$

2.3.3 Biến cơ sở có thể mang giá trị âm

Trong thực tiễn, không phải lúc nào biến cơ sở cũng là số luôn dương. Đôi khi, yêu cầu bài toán biến cơ sở có thể nhận giá trị âm. Khi đó, ta có thể sử dụng thủ thuật sau:

$$x_j = x'_j - x''_j \quad (16)$$

trong đó:

$$x'_j \geq 0 \text{ và } x''_j \geq 0; x'_j \text{ và } x''_j \text{ là các biến thứ cấp thỏa mãn điều kiện (3).}$$

Như vậy, với những phép biến đổi đơn giản thì bài toán với các điều kiện phức tạp có thể biến đổi về dạng chính tắc.

2.4 Giải thuật đơn hình

Để giải quyết vấn đề tối ưu, ta thường lập bảng đơn hình. Giả sử cần tối ưu hóa hàm mục tiêu có k biến cơ sở với n ràng buộc:

Bước 1: Chuyển đổi về dạng chính tắc nếu cần (xem mục 2.3)

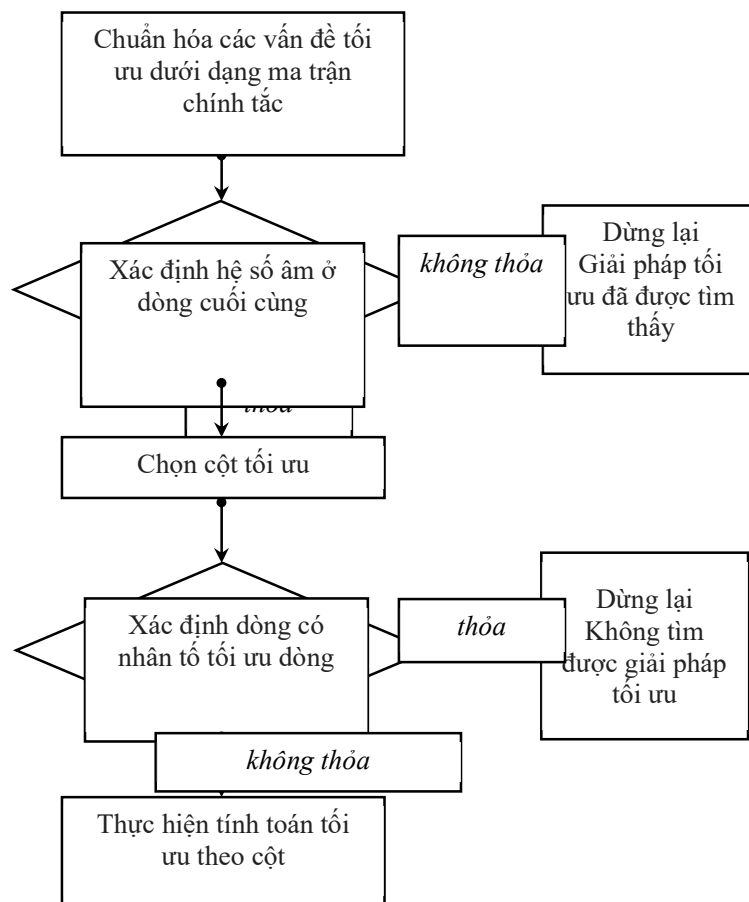
Bước 2: Thiết lập bảng đơn hình

- Thiết lập hệ gồm n các ràng buộc. Trong đó có k biến cơ sở được xây dựng trên n phương trình và $(n+k)$ biến.
- $(n+k)$ biến bao gồm biến cơ sở và biến không phải cơ sở.

Lưu ý: Hàm mục tiêu luôn được xếp ở dòng cuối cùng.

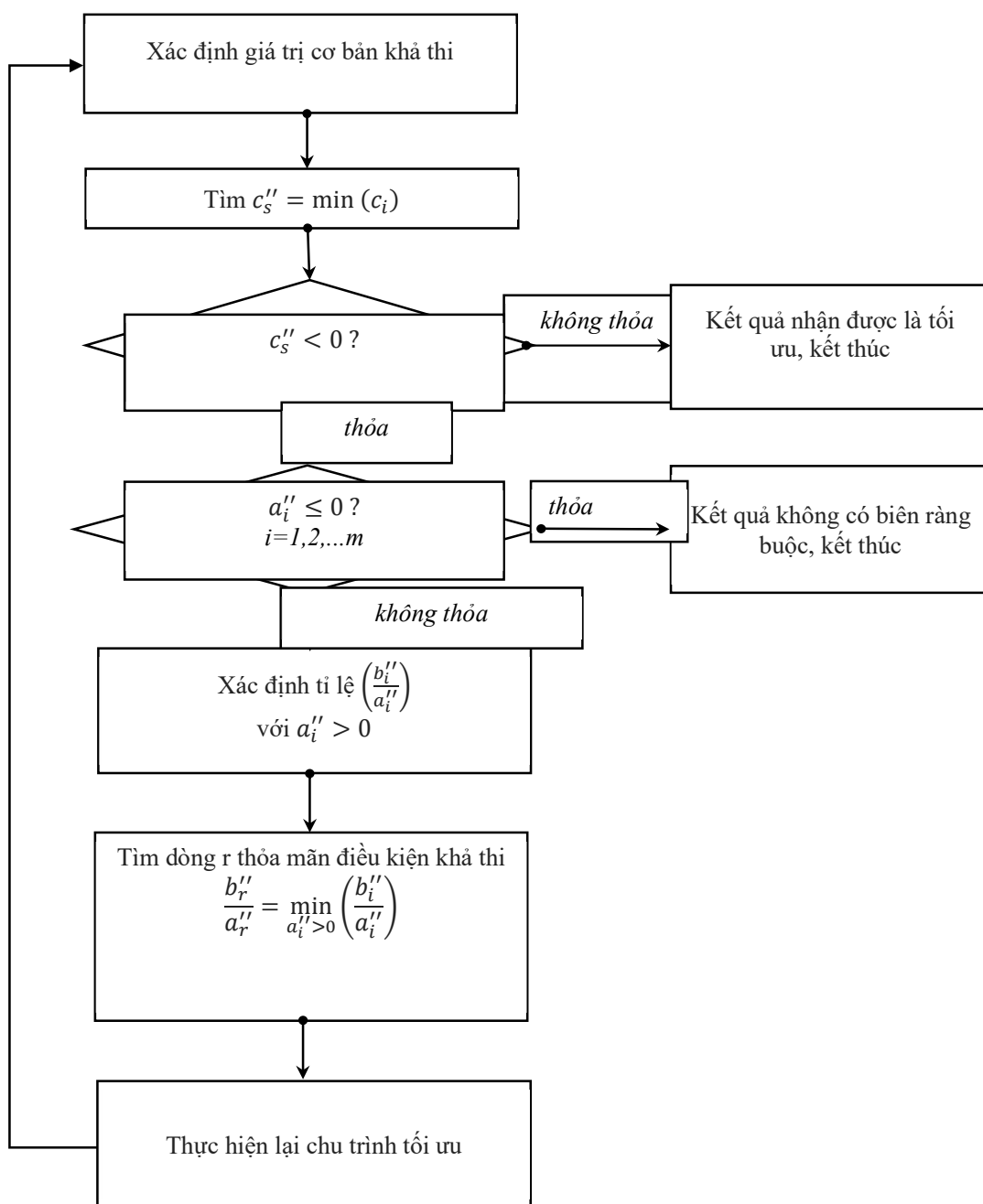
Bước 3: Thực hiện quy trình tối ưu.

Việc thực hiện tối ưu có thể được sử dụng bằng các công cụ lập trình như Visual basic, Matlab, Mathcad. Quy trình thể hiện như sơ đồ khối hình 2.



Hình 2: Sơ đồ khối

Từ sơ đồ khối thiết lập ở bước 3. Ta có thể xây dựng lưu đồ cụ thể cho giải thuật đơn hình để tiện cho quá trình tính toán như sau:



Hình 3: Lưu đồ của giải thuật đơn hình

2.5 Thuật toán giải thuật đơn hình thiết lập trên nền Mathcad Prime

Dựa trên sơ đồ khối (hình 3), tác giả đã nghiên cứu xây dựng thuật giải đơn hình dựa trên nền tảng phần mềm toán học Mathcad Prime. Giải thuật thể hiện như hình 4.

```

SimplexMethod(M) = [ r c max_f ] ← [ rows(M) cols(M) 0 ]
while min(Mk) < 0
    max_f ← Mr,1
    for i_c ∈ 1..(c-2)
        test ← Mr,i_c
        if test < 0 ∧ test ≤ max_f
            [ max_f c_max ] ← [ Mr,i_c i_c ]
    min_R ← max(Mk)
    for i_r ∈ 1..(r-1)
        if Mi_r,c_max ≠ 0
            if Mi_r,c_max > 0 ∧  $\frac{M_{i_r,c}}{M_{i_r,c_{\max}}} \geq 0$ 
                test ←  $\frac{M_{i_r,c}}{M_{i_r,c_{\max}}}$ 
                if min_R ≥ test
                    min_R ← test
                    r_min ← i_r
    K ← M
    a ← Mr_min,c_max
    for i_r ∈ 1..r
        for i_c ∈ 1..c
            if i_r = r_min
                Mi_r,i_c ←  $\frac{K_{r_min,i_c}}{a}$ 
            else
                Mi_r,i_c ← Ki_r,i_c - Ki_r,c_max ·  $\frac{K_{r_min,i_c}}{a}$ 
M

```

Hình 4 – Giải thuật đơn hình trên nền tảng Mathcad Prime

3 ÁP DỤNG TRONG CÔNG TRÌNH THỰC TẾ

Công ty xây dựng vận chuyển đá từ 2 kho bãi, kho bãi A và kho bãi B đến 2 công trình I và II đang thi công. Kho A và B có thể cung cấp lần lượt 40m³ và 20m³ đá cho công trình mỗi ngày. Công trình I, II lần lượt có nhu cầu tối thiểu 25m³ và 30m³ đá mỗi ngày. Dùng xe tải nhẹ vận chuyển được 2.5m³/chuyến, đơn giá vận chuyển 50,000đ/m³/km.

Để thiết lập lịch trình vận chuyển đá cho các công trình đang thi công tùy theo nhu cầu định mức của chúng sao cho chi phí vận chuyển là thấp nhất. Bên cạnh đó, ban quản lý phải điều phối sao cho khả năng cung

ứng vật liệu xây dựng không vượt quá khả năng cung cấp của kho bãi. Với các số liệu được cung cấp như trên. Ta tiến hành thiết lập các biến như sau:

- x_1 – thể tích đá từ kho bãi A đến công trình I (m^3);
- x_2 – thể tích đá từ kho bãi A đến công trình II (m^3);
- x_3 – thể tích đá từ kho bãi B đến công trình I (m^3);
- x_4 – thể tích đá từ kho bãi B đến công trình II (m^3);

Tiếp theo, dựa trên số liệu đã cho ta tiến hành lập bảng thể hiện khả năng cung ứng và nhu cầu vật liệu tại công trường:

Xây dựng hàm mục tiêu: dựa vào bảng 1, ta có hàm chi phí tối thiểu dựa trên khoảng cách vận chuyển, đơn giá và khối lượng vận chuyển:

$$C = 400x_1 + 250x_2 + 200x_3 + 350x_4 \quad (17)$$

Các điều kiện ràng buộc theo yêu cầu của đề bài:

- Ràng buộc về khả năng cung ứng của các kho

Tổng khối lượng đá được vận chuyển từ kho A là $(x_1 + x_2)$. Do khả năng cung ứng của kho A không thể vượt quá $40m^3$:

$$x_1 + x_2 \leq 40 \quad (18)$$

tương tự, đối với kho B là:

$$x_3 + x_4 \leq 20 \quad (19)$$

- Ràng buộc về nhu cầu sử dụng tại công trình

Tổng khối lượng vận chuyển phải đáp ứng nhu cầu sử dụng tối thiểu tại các công trình:

$$x_1 + x_3 \geq 25 \quad (20)$$

$$x_2 + x_4 \geq 30 \quad (21)$$

Tuy nhiên, các ràng buộc của bài toán chưa về đúng với dạng chính tắc (xem mục 2.1), ta cần đưa chúng đúng dạng chính tắc (xem 2.3). Đồng thời, ta lập bảng đơn hình để tiến hành thuật toán tối ưu dưới dạng ma trận. Nhận định, bài toán có các ràng buộc “ \geq ” nên thuộc dạng đơn hình kép:

$$A = \begin{bmatrix} -1 & -1 & 0 & 0 & -40 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -20 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 25 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 30 \\ 400 & 250 & 200 & 350 & 1 \end{bmatrix} \quad (22)$$

$$A^T = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 400 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 250 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 200 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 350 \\ -40 & -20 & 25 & 30 & 1 \end{bmatrix} \quad (23)$$

Vấn đề tối ưu ban đầu (22) được chuyển đổi sang dạng (23) với hàm mục tiêu và các ràng buộc nghịch đảo hàm mục tiêu:

$$\text{Maximize } P = -40y_1 - 20y_2 + 25y_3 + 30y_4 \quad (24)$$

các điều kiện ràng buộc:

$$\begin{aligned} -y_1 + y_3 &\leq 400 \\ -y_1 + y_4 &\leq 250 \\ -y_2 + y_3 &\leq 200 \\ -y_3 + y_4 &\leq 350 \\ y_1, y_2, y_3, y_4 &\geq 0 \end{aligned} \quad (25)$$

Bài toán đã dần quay trở về với dạng đơn hình chính tắc quen thuộc. Ta bổ sung thêm các phần biến dư x_1, x_2, x_3 và x_4 không âm. Khi này các ràng buộc (25) trở thành (26):

$$-y_1 + y_3 + x_1 = 400 \quad (26)$$

$$\begin{aligned}
 -y_1 + y_4 + x_2 &= 250 \\
 -y_2 + y_3 + x_3 &= 200 \\
 -y_3 + y_4 + x_4 &= 350 \\
 y_1, y_2, y_3, y_4, x_1, x_2, x_3, x_4 &\geq 0
 \end{aligned}$$

Thiết lập bảng đơn hình:

$$\begin{array}{c}
 y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad y_4 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad P \\
 \begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \left[\begin{array}{cccccccc|c} -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 400 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 250 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 200 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 350 \\ 40 & 20 & -25 & -30 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (27)$$

Dùng các phép biến đổi ma trận:

$$\begin{aligned}
 (-1) \cdot R_2 + R_4 &\rightarrow R_4 \\
 30 \cdot R_2 + R_5 &\rightarrow R_5
 \end{aligned} \quad (28)$$

Dùng các phép biến đổi (28), ma trận (27) \rightarrow (29):

$$\begin{array}{c}
 y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad y_4 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad P \\
 \begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \left[\begin{array}{cccccccc|c} -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 400 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 250 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 200 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 100 \\ 10 & 20 & -25 & 0 & 0 & 30 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (29)$$

tiếp tục, các phép biến đổi ma trận:

$$\begin{aligned}
 -R_3 + R_1 &\rightarrow R_1 \\
 25 \cdot R_2 + R_5 &\rightarrow R_5
 \end{aligned} \quad (30)$$

ta có: (29) \rightarrow (30):

$$\begin{array}{c}
 y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad y_4 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad P \\
 \begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \left[\begin{array}{cccccccc|c} -1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 200 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 250 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 200 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 100 \\ 10 & -5 & 0 & 0 & 0 & 30 & 25 & 0 & 1 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (31)$$

tiếp tục, các phép biến đổi ma trận:

$$\begin{aligned}
 R_1 + R_3 &\rightarrow R_3 \\
 R_1 + R_4 &\rightarrow R_4 \\
 5 \cdot R_1 + R_5 &\rightarrow R_5
 \end{aligned} \quad (32)$$

ta có: (31) \rightarrow (33):

$$\begin{array}{c}
 y_1 \quad y_2 \quad y_3 \quad y_4 \quad x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4 \quad P \\
 \begin{array}{l} R_1 \\ R_2 \\ R_3 \\ R_4 \\ R_5 \end{array} \left[\begin{array}{cccccccc|c} -1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 200 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 250 \\ -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 400 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & 300 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & 5 & 30 & 20 & 0 & 1 \end{array} \right]
 \end{array} \quad (33)$$

Bảng đơn hình (33) cho ta giải pháp tối ưu: giá trị cực đại của P cũng chính là giá trị cực tiểu của C (17) ban đầu. Vậy chi phí vận chuyển tối thiểu là 13,500,000đ. Với phương án là:

- Chuyển 5 m³ từ kho A đến công trình I;
- Chuyển 30 m³ từ kho A đến công trình II;
- Chuyển 20 m³ từ kho B đến công trình I;

4 KIỂM CHỨNG KẾT QUẢ

4.1 Kiểm chứng kết quả sử dụng giải thuật trên nền tảng Mathcad Prime

Khai báo bảng đơn hình (hình 5):

$$M := \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 400 \\ -1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 250 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 200 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 350 \\ 40 & 20 & -25 & -30 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Hình 5 – Bảng đơn hình trong Mathcad Prime

Dựa trên giải thuật đơn hình mà tác giả đề xuất §2.5, kết quả bài toán thể hiện như hình 6:

$$\text{SimplexMethod}(M) = \begin{bmatrix} -1.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & -1.00 & 0.00 & 0.00 & 200.00 \\ -1.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 250.00 \\ -1.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 400.00 \\ 0.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 1.00 & -1.00 & -1.00 & 1.00 & 0.00 & 300.00 \\ 5.00 & 0.00 & 0.00 & 0.00 & 5.00 & 30.00 & 20.00 & 0.00 & 1.00 & 13500.00 \end{bmatrix}$$

Hình 6 – Bảng kết quả tối ưu dùng Mathcad Prime

Giá trị chi phí vận chuyển tối thiểu là 13,500,000đ.

4.2 Sử dụng công cụ Excel Solver để kiểm chứng kết quả

Excel Solver là công cụ phần mềm thương mại được phát triển bởi công ty công nghệ phần mềm Microsoft nhằm tối ưu các bài toán tuyến tính và phi tuyến. Tác giả sử dụng công cụ này để kiểm chứng lại kết quả đã đề xuất bên trên. Trình tự các bước thực hiện tối ưu trong Excel Solver như sau:

Bước 1: Khai báo các số liệu trong Excel

Khai báo khoảng cách vận chuyển giữa các kho và công trình:

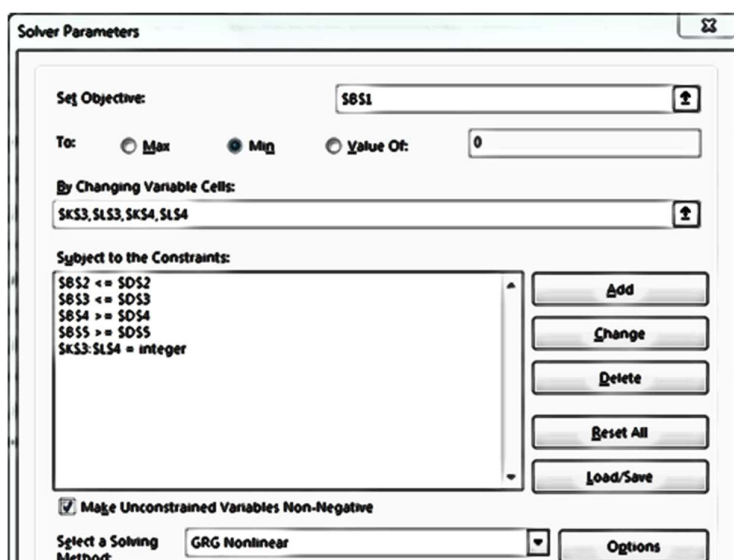
	F	G	H
1	KHOẢNG CÁCH VẬN CHUYỂN (đơn vị: km)		
2	Kho \ Công trình	I	II
3	A	8	5
4	B	4	7

Hình 7: Khoảng cách giữa các kho và công trình

Khai báo hàm mục tiêu và các ràng buộc:

	A	B	C	D
1	Hàm mục tiêu	=C\$8*C\$7*(G3*K3+H3*L3+G4*K4+H4*L4)	int (số nguyên)	
2	Các ràng buộc	=C\$8*(K3+L3)	≤	40
3		=C\$8*(K4+L4)	≤	20
4		=C\$8*(K3+K4)	≥	25
5		=C\$8*(L3+L4)	≥	30
6	Ghi chú:			
7	Đơn giá vận chuyển (*1000 VNĐ):		50	m ³ /km
8	Khả năng chuyên chở		2.5	m ³ /chuyến

Hình 8: Khai báo công thức hàm mục tiêu và các ràng buộc với số liệu giả định ban đầu

Bước 2: Thiết lập các thông số trong Excel Solver

Hình 9: Thiết lập các thông số trong Excel Solver

Bước 3: Xuất kết quả từ Excel Solver

	A	B	C	D
1	Hàm mục tiêu	13500	int (số nguyên)	
2	Các ràng buộc	35	≤	40
3		20	≤	20
4		25	≥	25
5		30	≥	30

Hình 10: Bảng kết quả tối ưu của giá trị hàm mục tiêu và các ràng buộc tương ứng

	J	K	L
1	SỐ LƯỢT CHUYỂN CHỖ (đơn vị: chuyến)		
	Công trình	I	II
2 Kho			
3	A	2	12
4	B	8	0

Hình 11: Số lượt chuyển chở tối ưu

	N	O	P
1	THỂ TÍCH VẬN CHUYỂN (đơn vị: m ³)		
	Công trình	I	II
2 Kho			
3	A	5	30
4	B	20	0

Hình 12: Thể tích vận chuyển tối ưu

5 KẾT LUẬN

Kết quả cho thấy giải thuật đơn hình mà tác giả đã đề xuất trên nền tảng Mathcad Prime cho kết quả thực sự tối ưu trong việc giải các vấn đề tuyến tính, giải thuật đơn giản. Đoạn code này có thể tích hợp code cho các bài toán tối ưu lớn hơn. Kết quả kiểm chứng cho thấy nghiệm tối ưu thu được là chính xác khi giải kiểm chứng bằng phần mềm thương mại Excel Solver. Qua bài báo, tác giả hy vọng nghiên cứu sẽ là tài liệu tham khảo cho các sinh viên, học viên cao học, nhà quản lý... quan tâm đến vấn đề tối ưu. Tuy nhiên, code do tác giả đề xuất còn hạn chế như chưa tích hợp công cụ chuyển đổi về dạng chính tắc, tích hợp việc nhập liệu hỗ trợ định dạng phổ biến như text (.txt) hay Microsoft Excel (.xls).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Singiresu S. Rao, *Engineering Optimization: Theory and Practice*, Fourth. John Wiley & Sons, 2009.
- [2] Raymond A. Barnett, Michael R. Ziegler, and Karl E. Byleen, *Finite Mathematics for Business, Economics, Life Sciences, and Social Sciences*, Thirteenth. Pearson Education, 2015.
- [3] L. V. Kantorovich, "Mathematical Methods of Organizing and Planning Production," *Manage. Sci.*, vol. 6, pp. 366–422, 1960.
- [4] T. C. Koopmans, "Optimum Utilization of the Transportation System," *Econometrica*, vol. 17, pp. 136–146, 1949, doi: 10.2307/1907301.
- [5] M. W. P. Harlan Crowder, "Solving large-scale symmetric traveling salesman problems to optimality," *Manage. Sci.*, vol. 26, pp. 495–509, 1980.
- [6] Alexander Solodov and Valery Ochkov, *Differential models: An introduction with mathcad*. Springer Berlin Heidelberg, 2005.
- [7] M. Harmon, *Step-By-Step Optimization with Excel Solver*. 2011.

Ngày nhận bài: 16/12/2020

Ngày chấp nhận đăng: 06/05/2021