VẬN DỤNG BÀI TOÁN QUY HOẠCH TUYẾN TÍNH ĐỂ LỰA CHỌN THIẾT BỊ CHO DÂY CHUYỀN THI CÔNG CÔNG TRÌNH NÂNG CẤP QUỐC LỘ 53 ĐOẠN THÀNH PHỐ TRÀ VINH – CẦU NGANG

APPILCATION OF LINEAR ALGEBRA IN SELECTING THE DEVICES FOR THE UPDATING CONSTRUCTION LINE OF NATIONAL HIGHWAY 53 WITH SECTION TRA VINH CITY – CAU NGANG

Tăng Tấn Minh[1]

Tóm tắt

Nghiên cứu sử dụng và khai thác bài toán quy hoạch tuyến tính vào lựa chọn máy, thiết bị thi công công trình. Bài toán căn cứ vào các ràng buộc cụ thể nhằm thỏa mãn mục tiêu về kinh tế - kỹ thuật để lựa chọn máy, thiết bị sao cho tổng chi phí ca máy là nhỏ nhất nhưng vẫn đáp ứng đầy đủ khối lượng công việc theo kế hoạch, tính năng kỹ thuật của máy phù hợp với đặc điểm của đối tượng khai thác, không vượt quá vốn đầu tư cho trước và thời gian thi công công trình là ngắn nhất. Mặt khác, phương pháp này còn được áp dụng vào việc quy hoạch trang bị cơ giới cho từng đơn vị. Bài báo đề xuất phương pháp lựa chọn máy, thiết bị hợp lý để thi công từng hạng mục cho công trình nâng cấp Quốc lộ 53 đoạn thành phố Trà Vinh – Cầu Ngang.

Từ khóa: Quy hoạch tuyến tính, lựa chọn máy thi công công trình, máy công trình.

Abstract

The research uses and exploits the linear programming problem in selection of machines and equipment for construction. The problem is based on specific constraints toward satisfaction of the economic-technical objectives in order to select machines and equipment that the total cost of the machine shift is the smallest but still meets the workload planned, and technical features of the machine match the characteristics of the exploited objects but not exceeding a given investment and ensuring the shortest time of the works construction. On the other hand, this method also can be applied to the mechanical euqipment planning to each unit. This paper proposes the method of selection of machines and equipment for the construction to each item in National Highway 53 with section Tra Vinh City - Cau Ngang.

Keywords: linear algebra planning, selection of contructive machine, contructive machines.

1. Đặt vấn đề

Trà Vinh là tỉnh duyên hải Đồng bằng sông Cửu Long, có diện tích tự nhiên 2.292 Km^2 với khoảng 1,1 triệu người bao gồm một thành phố trực thuộc tỉnh và bảy huyện. Thời gian qua, Trà Vinh đã đạt được những bước phát triển đáng kể trong chiến lược công nghiệp hóa và hiện đại hóa, với sự phát triển của các dự án trọng điểm như Nhiệt điện Duyên Hải, cầu Cổ Chiên nối liền Trà Vinh – Bến Tre, luồng cho tàu biển tải trọng lớn vào sông Hậu thông qua kênh đào Quan Chánh Bố... Vì vậy, việc nâng cấp, mở rộng Quốc lộ 53 có ý nghĩa đặc biệt quan trọng nhằm tăng lưu lượng lưu thông, nối liền các dự án lớn trên địa bàn của tỉnh như mở rộng tuyến lưu thông cung cấp nguyên liệu cho nhà máy nhiệt điện Duyên Hải bằng đường bộ, là cửa ngỏ chính để nối liền thị xã Duyên Hải vào Thành phố Trà Vinh, nối liền Quốc lộ 53 và Quốc lộ 60... Vì vậy, việc nâng cấp Quốc lộ 53 góp phần hiện thực hóa đề án phát triển kinh tế xã hội tỉnh Trà Vinh đến năm 2020 theo Quyết định số 438/QĐ-TTg ngày 24/3/2011 của Thủ tướng Chính phủ.

Cùng với việc xây dựng nhà máy nhiệt điện Duyên Hải, khu kinh tế mở Định An, kênh đào Quan chánh Bố... dự án nâng cấp Quốc lộ 53 là dự án trọng điểm của tỉnh nên việc xây dựng, nâng cấp Quốc lộ 53 là điều tất yếu để phát triển kinh tế, chính trị trong khu vực.

Chính vì vậy, bài viết *"Vận dụng bài toán quy hoạch tuyến tính để lựa chọn thiết bị cho dây chuyền thi công công trình nâng cấp Quốc lộ 53 đoạn Thành phố Trà Vinh – Cầu Ngang"* mong muốn góp phần xác định chủng loại và số lượng các phương tiện thi công cơ giới để thi công công trình sao cho phù hợp với tiến độ thi công, đảm bảo đạt hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao nhất.

2. Nội dung

2.1. Đặc điểm của công trình Quốc lộ 53

[1] *Thạc sĩ, Khoa Kỹ thuật – Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh*

Quốc lộ 53 xuất phát từ Thành phố Vĩnh Long, tỉnh Vĩnh Long, giao với Quốc lộ 1A tại Km2037+900 và kết thúc tại ngã 3 Tập Sơn thuộc huyện Trà Cú, tỉnh Trà Vinh, tổng chiều dài tuyến khoảng 167 km. Tuyến đi theo hướng Đông Nam qua địa phận các huyện Long Hồ, Mang Thít, Vũng Liêm và Thành phố Vĩnh Long của tỉnh Vĩnh Long; các huyện Càng Long, Châu Thành, Cầu Ngang, Duyên Hải, Trà Cú và Thành phố Trà Vinh của tỉnh Trà Vinh.

2.2. Nghiên cứu phương pháp tính chọn thiết bị cơ giới để thi công

2.2.1 Các mục tiêu cần đạt được về tính chọn máy

Theo công nghệ và đặc điểm thi công đường, máy thi công các công trình lớn tập trung cho các công tác xây dựng giao thông, công nghiệp, dân dụng... có khối lượng thi công lớn cần phải thỏa mãn được các tiêu chí sau:

- Thiết bị cơ giới phải thuộc loại phổ biến và tổ chức khai thác chúng trong quá trình công nghệ sao cho có hiệu quả kinh tế với số thiết bị nhỏ nhất, số người thi công ít nhất, giảm đến mức tối đa các công việc thủ công.

- Áp dụng những thiết bị đa năng, giảm đến mức tối đa các máy thi công chuyên dùng.

- Sử dụng nguồn động lực là động cơ đốt trong hoặc động cơ điện.

- Tổ chức thành những dây chuyền cơ giới hóa lưu động sao cho có thể cơ giới hóa đồng bộ dây chuyền thi công.

2.2.2 Mô hình bài toán chọn thiết bị tối ưu

Mô hình bài toán tính chọn máy thi công theo phương pháp quy hoạch toán học gồm hai phần: hàm mục tiêu và phần mô tả các ràng buộc.

Hàm mục tiêu có thể chọn theo các định hướng sau

- Tổng chi phí ca máy nhỏ nhất.

- Tổng năng suất khai thác lớn nhất.

- Tổng lợi nhuận đầu tư cơ giới cao nhất.

- Tổng thời gian thi công ngắn nhất.

Khi đặt ra bài toán, chúng ta có thể lựa chọn từng mục tiêu để tính chọn máy thi công hoặc có thể thỏa mãn hài lòng một số mục tiêu cho trước, đối với mô hình bài toán lựa chọn thiết bị san lấp tác giả chọn tổng chi phí ca máy nhỏ nhất là hàm mục tiêu đặt ra cho bài toán.

Qua phân tích những yếu tố ảnh hưởng tới công tác tính chọn máy thi công trong tỉnh và khu vực lân cận, chúng tôi nhận thấy rằng: vấn đề đặt ra cho công tác quản lý, khai thác máy thi công là lựa chọn hợp lý đội máy thi công trên cơ sở đội máy thi công hiện có theo dây chuyền cơ giới. Có nghĩa là, chúng ta phải tìm ra phương án hợp lý trong việc phân bổ công việc cho các máy thi công theo các dây chuyền cơ giới nhằm đảm bảo chỉ tiêu cho phí nhỏ nhất và chỉ sử dụng các máy thi công hiện có trong khu vực. Nội dung bài toán nhằm xác định số lượng máy thi công hợp lý thực hiện cho dự án nâng cấp Quốc lộ 53 đoạn thành phố Trà Vinh – Cầu ngang.

Hệ thống các ký hiệu dùng cho bài toán

X_{ij} (ca) - Số ca máy loại i làm công việc j.

n_{ij} - Số loại máy i làm công việc j.

C_{ij} (đồng/ca) - Giá ca máy của máy loại i làm công việc j.

T_i (ca) - Quỹ thời gian làm việc cho phép (số ca máy cho phép) của loại máy i trong thời kỳ thi công.

D_i (m^3, tấn) - Khối lượng công việc j cần hoàn thành theo kế hoạch.

N_{ij} (m^3/ca, tấn/ca) - Năng suất định mức của máy loại i làm công việc j.

F_i - Tập hợp các đặc trưng về khả năng làm việc của từng loại máy i.

δ_{ij} - Hàm Kroneker đặc trưng cho khả năng làm việc của loại máy i làm công việc j.

Y_j - Tập hợp các đặc trưng yêu cầu của công việc j.

Q_i - Nhóm đất thi công được của loại máy i.

B_i - Chiều sâu đào của loại máy i.

H_i - Chiều cao đắp của loại máy i.

N_i - Năng suất của loại máy i.

Q_j, H_j, S_j, B_j, N_j - Tương ứng như trên là nhu cầu đòi hỏi phải có của đối tượng khác thác j.

Mô hình bài toán được phát biểu như sau

Cần tìm số ca máy X_{ij} của máy loại i làm công việc j trong dây chuyền thi công sao cho tổng chi phí ca máy là nhỏ nhất. Tức là phải thỏa mãn hàm mục tiêu:

$$L = \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} C_{ij}\,\delta_j\,X_j \rightarrow \min \quad (1)$$

Đồng thời thỏa mãn hệ ràng buộc phản ánh đặc điểm của dây chuyền thi công gồm:

- Tổng số thời gian làm việc (số ca máy) của loại máy i không vượt quá thời gian cho phép (số ca máy cho phép) của máy đó.

$$\sum_{i=1}^{m} X_{ij} \le T_j \; (i = 1 \div m) \quad (2)$$

X_{ij}: số ca máy của máy loại i làm công việc j trong dây chuyền thi công

- Ràng buộc về khối lượng công việc: khối lượng công việc do các máy thuộc loại i làm công việc j phải bằng khối lượng định trước cho công việc j:

$$\sum_{i=1}^{m} N_{ij}\,\delta_j\,X_j = D_j \; (j = 1 \div n) \quad (3)$$

- Ràng buộc về khả năng khai thác:

$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ khi thỏa mãn mệnh đề F} \\ 0 \text{ Khi không thỏa mãn mệnh đề F} \end{cases} \quad (4)$$

Với $F = Q_i \ge Q_j \cap H_i \ge H_j \cap S_i \ge S_j \cap B_i \ge B_j$

Điều kiện không âm của số lượng máy (ràng buộc về dấu hoàn nguyên):

$$n_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{ij}}{X_{dm}} \; (i = 1 \div m, j = 1 \div n) \quad (5)$$

$$n_{ij} \ge 0 \quad (i = 1 \div m, j = 1 \div n) \quad (6)$$

hay:

$$X_{ij} \ge 0 \quad (i = 1 \div m, j = 1 \div n) \quad (7)$$

n_{ij} được làm tròn theo yêu cầu kỹ thuật.

Khai triển các ràng buộc theo từng loại công việc

Căn cứ vào những đòi hỏi của công trình xây dựng nói chung, xây dựng giao thông tiêu biểu như cầu, đường nói riêng, những công việc chủ yếu thường bao gồm: công tác làm đất (đào xúc đổ hoặc đào – vận chuyển – đắp), đầm lèn, san rải… Mỗi công việc trên đòi hỏi những thông số khác nhau đối với máy thi công khác nhau.

Bảng 1: Ý nghĩa các ký hiệu tương ứng với các hạng mục thi công

TT	Ký hiệu	Các hạng mục thi công				
		Máy đào một gầu	Máy ủi	Máy đầm lèn	Ôtô vận chuyển	Máy rải mặt đường
1	Q_{xi}	Nhóm đất thi công	Nhóm đất thi công	Nhóm đất thi công	Sức chở	Dung tích thùng rải
2	B_{xi}	Chiều sâu đào	Chiều rộng lưỡi ủi	Bề rộng vệt đầm	Chiều rộng	Chiều rộng rải
3	H_{xi}	Chiều cao đắp	Chiều cao lưỡi ủi	Chiều sâu đầm	Chiều cao	Chiều dày lớp rải
4	S_{xi}	Cự ly vận chuyển đất hợp lý	Cự ly vận chuyển đất hợp lý	Cự ly vận chuyển đất hợp lý	Chiều dài	Cự ly vận chuyển đất hợp lý
5	A_{xi}	Năng suất	Năng suất	Năng suất	Năng suất	Năng suất
6	T_{xi}	Quỹ thời gian	Quỹ thời gian	Quỹ thời gian	Quỹ thời gian	Quỹ thời gian

Bảng 2: Giá trị các thông số tính toán của công trình

TT	Ký hiệu	Yêu cầu đối tượng thi công					
		Đào xúc	Đào vận chuyển, đắp	Đầm nén	Ôtô vận chuyển	Rải mặt đường	Ghi chú
1	Q_j	Loại III	Loại III	Loại III	10 Tấn	12 Tấn	
2	B_j	1,5 (m)	2,0 (m)	1,8 (m)	2,8 (m)	3 ,0(m)	
3	H_j	2,0 (m)	0,75 (m)	0,2 (m)	3 (m)	0,1 (m)	
4	S_j	50 (m)	50 (m)		4,5 (m)		
5	D_j	45460 (m^3)	85132 (m^3)	97902 (m^3)	94020 (m^3)	220808 (m^3)	
6	T_i (Ca)	152	96	115	260	75	

2.3. Giải bài toán tối ưu để tính chọn máy tham gia thi công công trình

2.3.1. Nhận xét về mô hình bài toán

Mô hình bài toán trên đáp ứng được yêu cầu đặt ra là: cực tiểu về chi phí ca máy nhưng thỏa mãn được các yêu cầu khai thác, phù hợp với dây chuyền công nghệ thi công và điều kiện cụ thể của nhà thầu. Về mặt kinh tế, máy được chọn là những máy có tổng chi phí ca máy là nhỏ nhất. Về mặt kỹ thuật, máy được chọn phù hợp với công việc đảm bảo thi công được trong thời kỳ thi công. Về mặt sử dụng, máy được chọn là những máy hiện có trong tỉnh và khu vực lân cận.

Sau khi giải bài toán trên ta sẽ nhận được những kết quả sau:

+ Số lượng máy thi công loại i trên từng tuyến thi công

$$n_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} X_{ij}}{X_{dm}} \quad (i = 1 \div m, j = 1 \div n)$$

+ Tổng số lượng các loại máy khác nhau tham gia trong dây chuyền thi công

$$n = \sum_{i=1}^{m} n_i \ (i = 1 \div m)$$

+ Tổng chi phí ca máy cho từng loại công việc

Tổng chi phí ca máy = $X_i . c_i$ $(i = 1 \div m)$

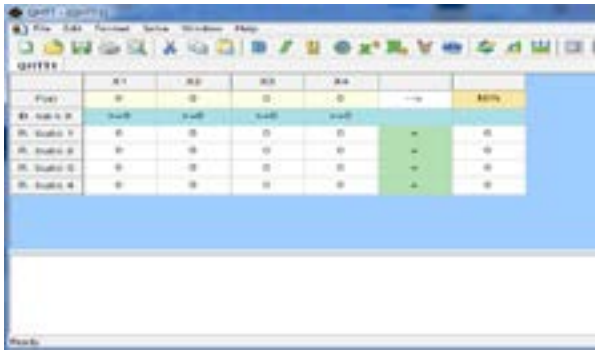
2.3.2. Phương pháp giải bài toán

Trên cơ sở sử dụng phần mềm "giải bài toán quy hoạch tuyến tính"

Trên desktop ta vào biểu tượng

Khi đó màn hình xuất hiện hộp thoại

Ta nhập các dữ liệu cần thiết theo yêu cầu bài toán, khi đó màn sẽ xuất hiện hộp thoại:



Tiến hành nhập các số liệu cần tính của bài toán và cho chạy chương trình, khi đó ta sẽ nhận được kết quả tối ưu.

2.3.3. Giải bài toán cho từng tuyến

2.3.3.1. Xác định quỹ thời gian làm việc của máy thi công

Thời gian làm việc của máy thi công được xác định theo công thức:

$$T_{xi} = [365 - (T_{cn} + T_{TL} + T_{scbd} + T_{nghi})] \times (1 + K_{ca2} + K_{ca3})$$

Trong đó:

T_{cn} – Số ngày chủ nhật trong 1 năm, $T_{cn} = 52$ ngày

T_{TL} – Số ngày tết, lễ trong 1 năm, $T_{TL} = 8$ ngày

T_{scbd} – Số ngày ngừng máy để tiến hành sửa chữa, bảo dưỡng theo kế hoạch trong 1 năm, $T_{scbd} = 55$ ngày

T_{nghi} - Số ngày ngừng máy do thời tiết hoặc do các nguyên nhân ngẫu nhiên trong 1 năm, $T_{nghi} = 54$ ngày

K_{ca2} – Hệ số sử dụng ca 2, $K_{ca2} = 0,5$

K_{ca3} – Hệ số sử dụng ca 3, $K_{ca3} = 0$

365 – Số ngày trong 1 năm.

Thay vào ta được:

T_{xi} = [365 – (52 + 8 + 55 + 54)] x (1 + 0,5 + 0)

T_{xi} = 294 (ca)

2.3.3.2. Đối với công việc đào xúc đất (Máy đào 1 gầu)

Căn cứ vào định mức cho phép đối với máy đào ta tính được tổng số ca và giá trị ca máy:

$X_{đm1}$ – Số ca máy đào theo định mức; $X_{đm1}$ = 152 Ca

• Tính năng suất máy đào một gầu:

Năng suất thực tế của máy đào một gầu được xác định theo công thức:

$$N = \frac{3600.q.K_{tg}.K_d}{T_{ck}.K_x}.T_{ca} \quad (m^3/ca)$$

$T_{ck} = T_h + T_đ + T_q + T_{đđ} + T_{qv}$ (s)

Trong đó:

q – Dung tích hình học gầu đào (m^3)

k_x – Hệ số tơi xốp của đất đá; k_x = (1,1 – 1,4)

k_{tg} – Hệ số sử dụng thời gian, máy đào xúc đất, đổ lên ôtô; k_{tg} = (0,7 – 0,8)

T_{ca} – Số giờ làm việc trong 1 ca; T_{ca} = 8 giờ

$k_đ$ – Hệ số đầy gầu; kđ = 1,05

T_{ck} – Thời gian 1 chu kỳ công tác

T_h – Thời gian hạ gầu

$T_đ$ – Thời gian đào

T_q – Thời gian quay đến vị trí đổ

$T_{đđ}$ – Thời gian đổ đất

T_{qv} – Thời gian quay về vị trí đào

Tra bảng [3,2.III.3], ta chọn T_{ck} = 23 (s)

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng cataloge của máy, các tài liệu kỹ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kỳ làm việc của máy đào. Từ đó, ta xác định được năng suất của máy đào theo Bảng 3.

Bảng 3: Danh mục tính toán máy đào

TT	Tên gọi	B_i (m)	H_i (m)	Dung tích gầu (m^3)	Năng suất (m^3/ca)	Chi phí ca máy (đồng)
1	DEAWOO - DX340LC	7,533	10,345	1,25	1027,174	3.065.221
2	KOBELCO - SK 350 LC	10,58	7,56	1,4	1150,435	3.433.048
3	CATERPILLAR - 325DL	7,283	10,115	1,6	1314,783	3.663.101
4	KOMATSU - PC800LC-8	8,6	11,84	1,7	1396,957	3.892.045
5	KOBELCO - SK200	6,52	9,72	1,3	1068,261	3.065.221
6	KOBELCO - SK 250 LC	7,03	9,77	1,3	1068,261	3.065.221
7	CATERPILLAR - M318D	6,36	10	1,26	1035,391	3.065.221
8	KOMATSU - PC228USLC	6,62	10,7	1,26	1035,391	3.065.221
9	DEAWOO - S 225LCV	5,77	9,37	1,28	1051,826	3.113.875
10	KATO - HD900III - LC	6,92	9,91	1,3	1068,261	3.065.221
11	KOBELCO - SK450	7,8	10,95	1,4	1150,435	3.301.007
12	KOBELCO - SK290LC	7,23	10,06	1,44	1183,304	3.395.322
13	KATO - HD1430III-LC	7,4	10,33	1,6	1314,783	3.663.101
14	KOMATSU - PC300HD-8	7,265	10,226	1,44	1183,304	3.395.322

Nhập số liệu vào phần mềm "Giải toán quy hoạch tuyến tính", ta có kết quả sau:

Máy đào có số ca máy và chi phí nhỏ nhất: là máy đào DEAWOO - DX340LC

Số lượng máy: 01

Tổng chi phí ca máy: 135.658.561 đồng

Vậy ta chọn 01 máy đào DEAWOO - DX340LC để đưa vào thi công công trình.

2.3.3.3. Đối với công việc san lấp (Máy ủi)

- Căn cứ vào định mức cho phép đối với máy ủi, ta tính được tổng số ca máy và giá trị ca máy:

$X_{đm2}$ – Số ca máy ủi theo định mức; $X_{đm2}$ = 96 ca

• Năng suất thực tế của máy ủi được xác định theo công thức:

$$N = \frac{3600.V.K_{tg}.K_d}{T_{ck}.K_x}.T_{ca} \quad (m^3/ca)$$

$$V = \frac{B.H^2}{2tg\varphi.K_x} \quad (m^3)$$

$$T_{ck} = \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_0}{v_0} + t_c + t_h + 2t_q \quad (s)$$

Trong đó:

V – Thể tích khối đất đá tích trước lưỡi ủi qua mỗi chu kỳ công tác.

k_{tg} – Hệ số sử dụng thời gian, k_{tg} = 0,75

$k_đ$ – Hệ số phụ thuộc vào độ dốc của địa hình, $k_đ$ = 1

T_{ca} – Thời gian 1 ca làm việc, T_{ca} = 8 giờ

T_{ck} – Thời gian 1 chu kỳ công tác (giây)

T_{ck} = 71.46 (s)

l_1, l_2, l_0 - Quãng đường đào, vận chuyển và đi trở về chỗ đào (m)

v_1, v_2, v_0 – Vận tốc đào, vận chuyển và đi trở về chỗ đào (m/s)

t_c – Thời gian gài số (giây); t_c = 5 giây.

t_h – Thời gian hạ lưỡi ủi (giây); t_h = 2 giây.

t_q – Thời gian quay máy (giây); t_q = 10 giây

B – Chiều dài lưỡi ủi.

H – Chiều cao lưỡi ủi.

φ - Góc chảy tự nhiên của đất, $\varphi = 55^0$

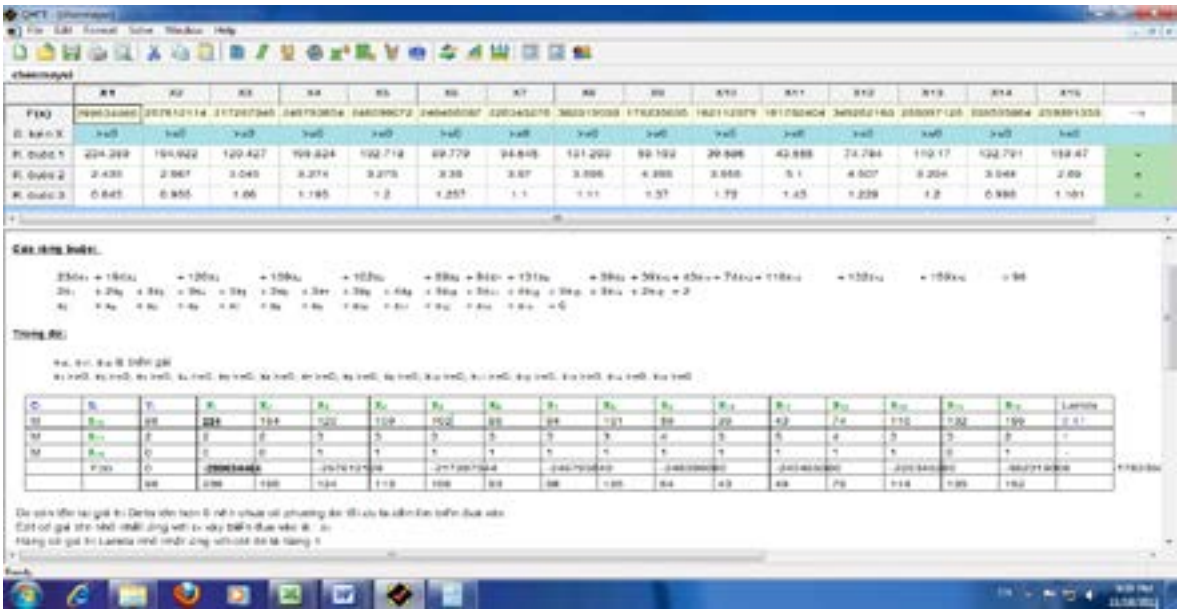
k_x – Hệ số tơi xốp của đất đá, k_x = 1,24

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng cataloge của máy, các tài liệu kỹ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kỳ làm việc của máy ủi. Từ đó, ta xác định được năng suất của máy ủi theo Bảng 4.

Bảng 4: Danh mục tính toán máy ủi

TT	Tên gọi	B_i (m)	H_i (m)	Công suất (CV)	Năng suất (m^3/ca)	Chi phí ca máy (đồng)
1	KOMATSU - D31EX	2,435	0,845	76	363,208	1,278,364
2	JOHN DEERE 550J	2,667	0,955	82	438,775	1,379,287
3	KOMATSU - D41P	3,045	1,06	112	706,915	1,804,308
4	CATERPILLAR - D6N	3,274	1,195	147	775,169	2,247,176
5	KOMATSU - D 61EX	3,275	1,2	158	828,797	2,415,332
6	CATERPILLAR - D6RII	3,36	1,257	188	948,241	2,678,422
7	KOMATSU - D65WX	3,97	1,1	193	899,488	2,391,519
8	CATERPILLAR - 814F seri II	3,596	1,11	235	648,411	2,911,953
9	KOMATSU - D 85PX	4,365	1,37	243	1438,206	3,011,083
10	KOMATSU - D 155AX-LT	3,955	1,72	314	2145,121	4,084,868
11	KOMATSU - WD600	5,1	1,43	320	1950,11	4,162,923
12	CATERPILLAR - 824H	4,507	1,229	359	1138,377	4,670,279
13	LIEBHERR - PR 724	3,204	1,2	163	772,731	2,415,332
14	LIEBHERR - PR 714	3,048	0,998	117	641,099	1,804,308
15	CATERPILLAR - D5G	2,69	1,101	101	533,843	1,626,584

Nhập số liệu vào phần mềm "Giải bài toán quy hoạch tuyến tính" cho ta kết quả sau:



Máy ủi có số ca máy và chi phí nhỏ nhất: là máy ủi KOMATSU - D31EX

Số lượng máy: 03

Tổng chi phí ca máy: 299.634.460 đồng

Vậy ta chọn 03 máy ủi KOMATSU - D31EX để đưa vào thi công công trình.

2.3.3.4. Đối với công việc đầm nén (Máy lu)

- Căn cứ vào định mức cho phép đối với máy lu ta tính được tổng số ca máy và giá trị ca máy:

X_{dm3} – Số ca máy lu theo định mức; X_{dm3} = 115 ca

• Năng suất thực tế của máy lu được xác định theo công thức:

$$N = \frac{1000(B-b)V.h.k_{tg}}{n} T_{ca} \quad (m^3/ca)$$

Trong đó:

B – Bề rộng vệt đầm (m)

b – Khoảng cách trùng nhau giữa hai vệt bánh đầm (m)

V – Tốc độ di chuyển máy khi đầm (km/h)

h – Chiều sâu tác dụng của đầm (m)

k_{tg} – Hệ số sử dụng thời gian; k_{tg} = 0,85

T_{ca} – Thời gian 1 ca làm việc (giờ); T_{ca} = 8 giờ

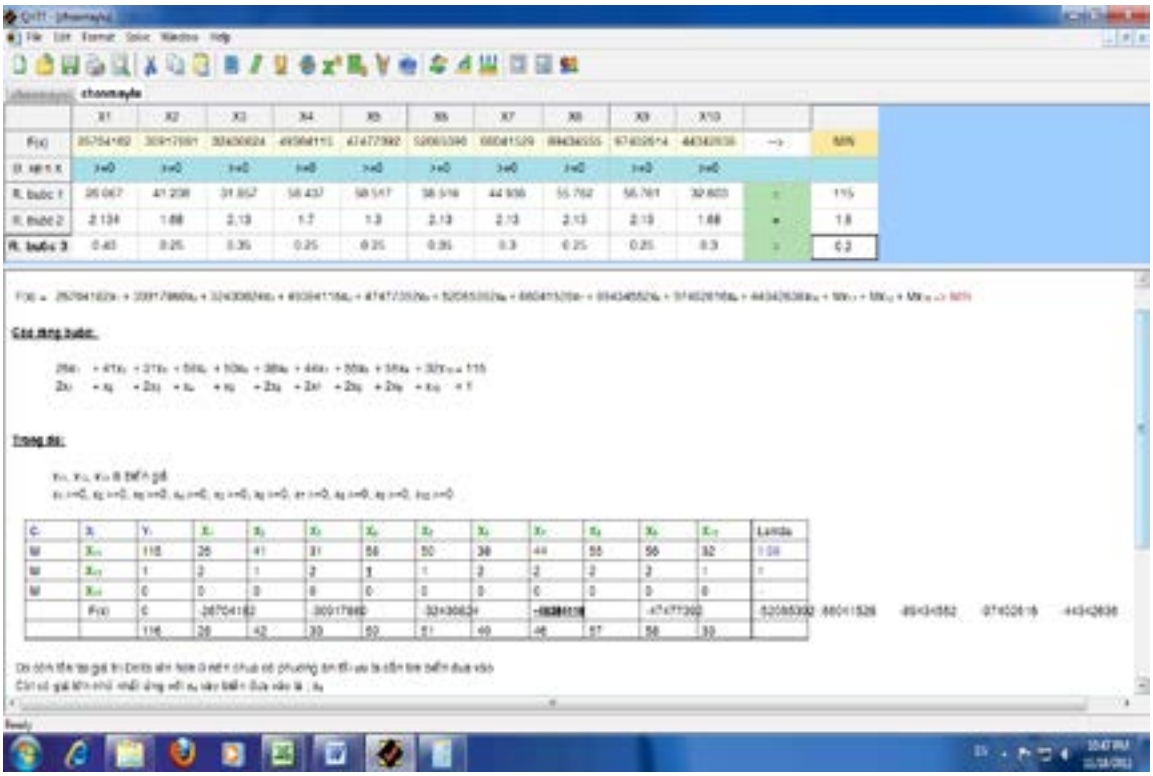
n – Số lần đầm nén trên một bề mặt; n = (6 ÷ 10) lượt

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng cataloge của máy, các tài liệu kỹ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kỳ làm việc của máy lu. Từ đó, ta xác định được năng suất của máy lu theo Bảng 5.

Bảng 5: Danh mục tính toán máy lu

TT	Tên gọi	B_i (m)	H_i (m)	Tải trọng (tấn)	Năng suất (m^3/ca)	Chi phí ca máy (đồng)
1	Lu bánh thép BOMAG - HYPAC C784	2,134	0,43	13	3755,82	1.024.444
2	Lu bánh thép BOMAG - BW151AP 4HF	1,68	0,25	8	2374,05	749.742
3	Lu bánh thép CATERPILLAR CB-564D	2,13	0,35	13	3092,572	1.024.444
4	Lu bánh thép CATERPILLAR CB-534D	1,7	0,25	10,4	1675,35	845.083
5	Lu bánh thép SAKAI - SW330	1,3	0,25	3,02	1938	939.830
6	Lu bánh lốp SAKAI - SV505T	2,13	0,35	11	2541,84	1.351.786
7	Lu rung SAKAI - SV510P II	2,13	0,3	11	2178,72	1.469.680
8	Lu rung CATERPILLAR CP-563E	2,13	0,25	12	1755,08	1.603.287
9	Lu rung CATERPILLAR CP-663E	2,13	0,25	16,5	1724,82	1.716.013
10	Lu bánh lốp DYNAPAC - CC422C HF	1,68	0,3	10,7	2984,52	1.351.786

Nhập số liệu vào phần mềm "giải bài toán quy hoạch tuyến tính", ta có kết quả như sau:



Máy lu có số ca máy và chi phí nhỏ nhất là máy Lu CATERPILLAR CB-534D

Số lượng máy: 01

Tổng chi phí ca máy: 49.384.115 đồng

Vậy ta chọn 01 máy lu CATERPILLAR CB-534D để đưa vào thi công công trình.

2.3.3.5. Đối với công việc vận chuyển (Ôtô)

- Căn cứ vào định mức cho phép đối với ôtô vận chuyển ta tính được tổng số ca máy và giá trị ca máy:

X_{dm4} – Số ca ôtô vận chuyển theo định mức; X_{dm4} = 260 Ca

• Năng suất của ôtô vận chuyển tự đổ được xác định theo công thức:

$$N = \frac{60.q.K_{tg}.K_đ}{\gamma.T_{ck}}.T_{ca} \quad (m^3/ca)$$

$T_{ck} = t_n + t_d + t_c + t_k + t_p$ (phút)

Trong đó:

q – Trọng tải chở cho phép của xe (tấn)

K_{tg} – Hệ số sử dụng thời gian; K_{tg} = 0,85

$K_đ$ – Hệ số điền đầy thùng; $K_đ$ = 1,2

γ - Khối lượng riêng của đất; γ = 1,7 (tấn/m^3)

T_{ca} – Số giờ làm việc trong 1 ca; T_{ca} = 8 giờ

T_{ck} – Thời gian 1 chu kỳ công tác (phút)

$T_{ck} = t_n + t_d + t_c + t_k + t_p$

t_n, t_d – Thời gian nhận và dỡ tải của ôtô (phút)

t_c, t_k – Thời gian chạy có tải và không tải của ôtô (phút)

$$t_c = \frac{l_1}{v_0}; \quad t_k = \frac{l_2}{v_1}$$

l_1,l_2: - Chiều dài quãng đường xe chạy có tải và không tải.

v_0, v_1 – Vận tốc xe chạy có tải và không tải, do vận chuyển trong điều kiện không thuận lợi nên ta lấy v_0 = 20 km/h, v_1 = 40 km/h

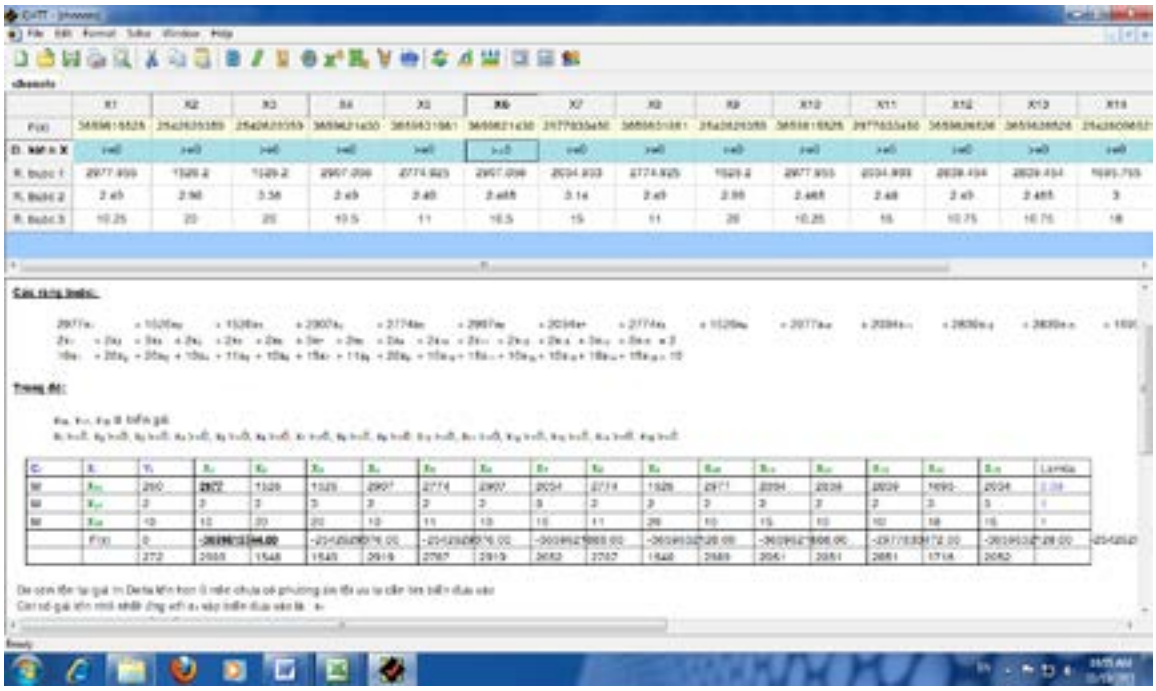
t_p – Thời gian phục vụ khác (phút)

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng cataloge của máy, các tài liệu kỹ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kỳ làm việc của ôtô vận chuyển tự đổ. Từ đó, ta xác định được năng suất của ôtô vận chuyển tự đổ theo Bảng 6.

Bảng 6: Danh mục tính toán ôtô vận chuyển

TT	Tên gọi	B_i (m)	H_i (m)	Trọng tải (tấn)	Năng suất (m^3/ca)	Chi phí ca máy (đồng)
1	NISAN CW51HD	2,49	2,855	10,25	31,572	1.228.902
2	ISUZU YSZ 490D	2,98	3,3	20	61,604	1.665.987
3	KOMATSU HD200-2	3,36	3,45	20	61,604	1.665.987
4	HINO KP703D	2,49	2,92	10,5	32,342	1.258.875
5	HINO TC303D	2,49	2,9	11	33,882	1.318.822
6	ISUZU TMK 67Z	2,465	2,8	10,5	32,342	1.258.875
7	NISAN WD151	3,14	2,49	15	46,203	1.463.357
8	NISAN CD34KD	2,49	2,855	11	33,882	1.318.822
9	NISAN WD20Y	2,99	3,55	20	61,604	1.665.987
10	ISUZU SPZ 450D	2,465	3,03	10,25	31,572	1.228.902
11	ISUZU SPZ 480D	2,48	3,18	15	46,203	1.463.357
12	HINO KP301D	2,49	2,92	10,75	33,112	1.288.849
13	ISUZU SBX 450D	2,465	2,96	10,75	33,112	1.288.849
14	KOMATSU HD180-4	3	3,3	18	55,444	1.499.388
15	HITACHI DM151A1	3	3,25	15	46,203	1.463.357

Nhập số liệu vào phần mềm "giải bài toán quy hoạch tuyến tính", ta có kết quả như sau:



Ôtô có số ca máy và chi phí nhỏ nhất: Ôtô NISSAN CW51HD

Số lượng máy: 12

Tổng chi phí ca máy: 3.659.615.525 đồng

Vậy ta chọn 12 ôtô NISSAN CW51HD để đưa vào thi công công trình.

2.3.3.6. Đối với công việc rải bêtông nhựa

Căn cứ vào định mức cho phép đối với máy rải bêtông nhựa ta tính được tổng số ca máy và giá trị ca máy:

X_{dm5} – Số ca máy rải bêtông nhựa theo định mức; X_{dm4} = 75 ca

• Năng suất của máy rải bêtông nhựa được xác định theo công thức:

$$N = 60.b.h.v.\gamma.T_{ca} \quad \text{(Tấn/ca)}$$

Trong đó:

b – Chiều rộng lớp nhựa rải (m)

h – Chiều dày lớp nhựa rải (m)

v – Tốc độ làm việc của máy (m/phút)

γ – Khối lượng riêng của lớp bêtông nhựa đã đầm và là phẳng;

γ = 2,2 tấn/m^3

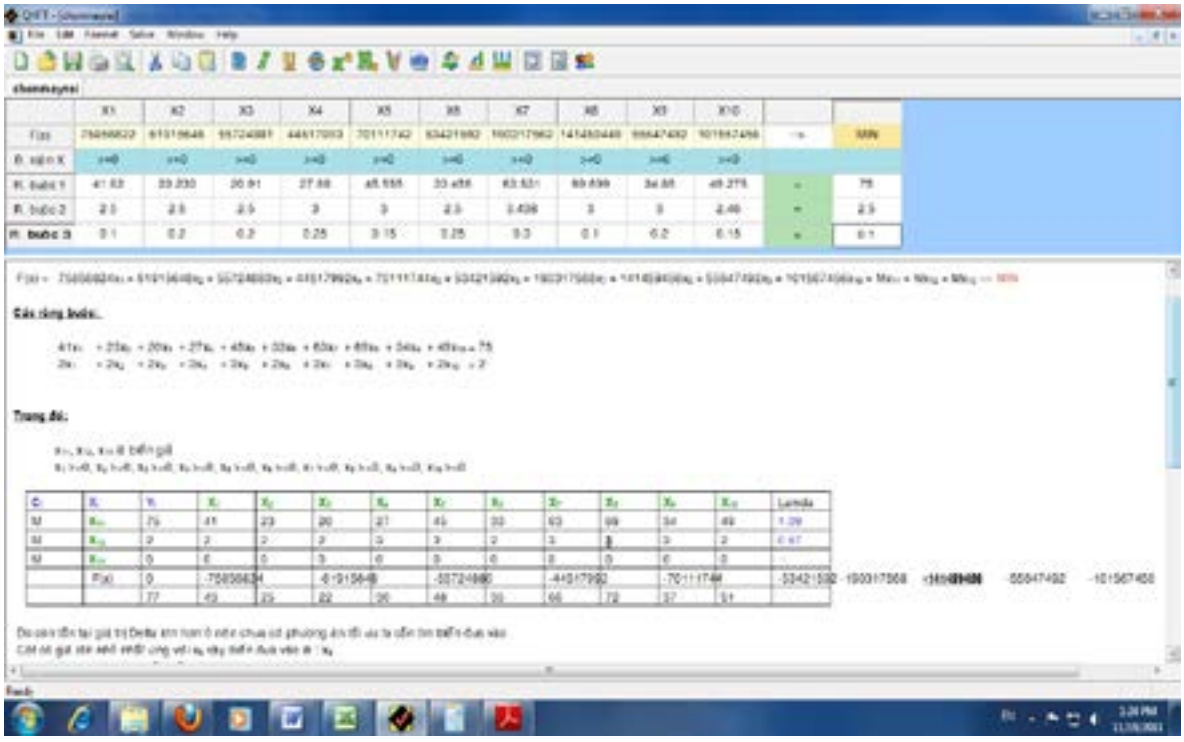
T_{ca} – Số giờ làm việc trong 1 ca, T_{ca} = 8 giờ.

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng cataloge của máy, các tài liệu kỹ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kỳ làm việc của máy rải nhựa đường. Từ đó, ta xác định được năng suất của ôtô vận chuyển tự đổ theo Bảng 7.

Bảng 7: Danh mục tính toán máy rải nhựa đường

TT	Tên gọi	B_i (m)	H_i (m)	Vận tốc (m/phút)	Năng suất (Tấn/ca)	Chi phí ca máy (đồng)
1	NIGATA NFB6 WS-V	2,5	0,1	20	5280	1.813.889
2	NIGATA NF6 C-TV	2,5	0,2	18	9504	2.664.987
3	NIGATA NFB6 C-V	2,5	0,2	20	10560	2.664.987
4	NIGATA NFN220-BTV-DM	3	0,25	10	7920	1.596.772
5	SUMITOMO HA45CHI	3	0,15	10,2	4847,04	1.539.057
6	NIGATA NFN220-BV-DM	2,5	0,25	10	6600	1.596.772
7	Liên bang Đức AP-800 C(CAT)	2,438	0,3	4,5	3475,613	2.995.665
8	NIGATA NF6 W-TV	3	0,1	10	3168	2.029.576
9	NIGATA NF220-BTV-DM	3	0,2	10	6336	1.596.772
10	SUMITOMO HA45C5	2,46	0,15	11,5	4481,136	2.061.237

Nhập số liệu vào phần mềm "giải bài toán quy hoạch tuyến tính", ta có kết quả như sau:



Máy rải có số ca máy và chi phí nhỏ nhất là máy rải NIGATA NF6 W-TV

Số lượng máy: 01

Tổng chi phí ca máy: 141.459.449 đồng

Vậy ta chọn 01 máy rải NIGATA NF6 W-TV để đưa vào thi công công trình.

2.4. Danh mục các loại máy đã chọn

Dựa vào các yêu cầu về biện pháp kỹ thuật thi công, kinh tế và bảng tiến độ thời gian thi công công trình nâng cấp Quốc lộ 53 nhà thầu đã chọn các loại máy sau để phục vụ thi công công trình:

Bảng 8: Danh mục các máy đã chọn:

TT	Tên máy	Mã hiệu	Số lượng
1	Máy đào Deawoo	DX340LC	01
2	Máy ủi Komatsu	D31EX	03
3	Máy lu Caterpıllar	CB-534D	01
4	Ôtô Nisan	CW51HD	12
5	Máy rải Nigata	NF6 W-TV	01

Số lượng và chủng loại máy thi công ở trên phục vụ cho công trình nâng cấp Quốc lộ 53 về phương diện lý thuyết. Mặt khác, quá trình tổ chức thi công thực tế phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như mặt bằng thi công, quy trình kỹ thuật, môi trường thời tiết, hiệu quả sử dụng máy... Cho nên chúng ta cần tính đến hệ số dự trữ khi chọn số lượng máy thi công công trình, thông thường hệ số dự trữ $k_{dt} = (1,5 \div 2)$.

3. Kết luận

Bài toán đã góp phần tính chọn máy thi công cho công trình nâng cấp Quốc lộ 53 đoạn Thành phố Trà Vinh - Cầu Ngang, có khối lượng tập trung lớn và đã đạt được một số kết quả sau:

- Lựa chọn được các thiết bị thi công và các thông số kỹ thuật của máy để thi công công trình nâng cấp Quốc lộ 53 đoạn Thành phố Trà Vinh – Cầu Ngang.

- Nghiên cứu lý thuyết tính toán qua đó chọn thiết bị thi công hợp lý cho công trình.

- Nghiên cứu đánh giá tình hình sử dụng thiết bị cơ giới để thi công công trình đường của các nhà thầu đã và đang thi công tại Trà Vinh và các khu vực lân cận.

- Nghiên cứu, phân tích yếu tố ảnh hưởng tới việc tính chọn máy thi công.

- Ứng dụng các mô hình bài toán và xây dựng các mô hình ràng buộc cho từng hạng mục công việc để xác định số lượng và chọn loại máy thi công công trình.

- Ứng dụng phần mềm quy hoạch tuyến tính để xây dựng mô hình tính chọn thi công hợp lý với chi phí ca máy nhỏ nhất.

- Các kết quả nghiên cứu của bài viết góp phần vào việc khai thác hiệu quả máy thi công và là tài liệu tham khảo hữu ích cho công tác nghiên cứu khoa học, thực tiễn sản xuất.

Tài liệu tham khảo

Bộ Xây dựng. 2008. *Thông tư số 03/2008/TT-BXD về việc ban hành "Hướng dẫn điều chỉnh dự toán xây dựng công trình".*

Ủy ban Nhân dân tỉnh Trà Vinh. 2006. *Quyết định số 35/2006/QĐ-UBND ngày 15/9/2006 về việc ban hành "Bộ đơn giá xây dựng trên địa bàn tỉnh Trà Vinh".*

Huỳnh, Văn Hoàng và Đào, Trọng Thường. 1971. *Tính toán máy trục*. NXB Khoa học Kỹ thuật.

Nguyễn, Bính. 2004. *Kinh tế máy xây dựng và xếp dỡ.* NXB Xây dựng. Hà Nội.

Nguyễn, Đăng Điệm. 2009. *Tổ chức tối ưu công tác sửa chữa máy thi công xếp dỡ.* Tài liệu giảng dạy Cao học - Đại học Giao thông Vận tải.

Vũ, Thanh Bình. 2009. *Trang bị cơ giới xây dựng và xếp dỡ theo hàm mục tiêu*. Tài liệu giảng dạy Cao học. Đại học Giao thông Vận tải.

Vũ, Thanh Bình và Vũ, Thế Lộc. 1997. *Máy làm đất.* NXB Giao thông Vận tải. Hà Nội.

Vũ, Văn Lộc và cộng sự . 2005. *Sổ tay chọn máy thi công.* NXB Xây dựng. Hà Nội.