

# TỐI ƯU HÓA CÔNG TÁC LỰA CHỌN MÁY THI CÔNG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG BẰNG PHƯƠNG PHÁP QUY HOẠCH TOÁN HỌC

## OPTIMIZING THE SELECTION OF CONSTRUCTION MACHINERY FOR TRAFFIC WORKS UTILIZING MATHEMATICAL PROGRAMMING APPROACH

Tăng Tấn Minh<sup>1</sup>

**Tóm tắt** – Bài báo sử dụng phương pháp quy hoạch toán học để đưa ra phương án lựa chọn máy, thiết bị thi công công trình. Bài toán này, căn cứ vào các ràng buộc cụ thể như khối lượng đào, san lấp, đầm nén, vận chuyển... nhằm đáp ứng đầy đủ khối lượng công việc theo kế hoạch. Ngoài ra, mô hình bài toán còn phải thỏa mãn hàm mục tiêu cho trước là cực tiểu chi phí ca máy và đảm bảo thời gian thi công là ngắn nhất. Phương pháp này nhằm mang lại lợi ích về kinh tế cho đơn vị thi công và được sử dụng để tham khảo khi lựa chọn máy, thiết bị thi công các công trình có cùng khối lượng công việc. Mặt khác, bài toán còn đề xuất phương án trang bị máy móc, thiết bị cho đơn vị thi công.

**Từ khóa:** quy hoạch toán học, tối ưu hóa, máy công trình

**Abstract** – The article used the methods planning mathematics to give alternatives machines, construction equipment. This problem, based on the specific constraints such as mass excavation, leveling, compaction, transport ... to meet the full workload as planned. Additionally, this task must also satisfy the given objective function is minimal cost machine shift and ensure the execution time is shortest. This approach aims to bring about economic benefits for the construction company and is used for reference when selecting machines, construction equipment

works with the same workload. On the other hand, problem also propose solutions equipped machinery and equipment for the construction company.

**Keywords:** mathematical planning, optimization, construction machinery.

### I. MỞ ĐẦU

Hiện nay, công tác thi công các công trình giao thông thường sử dụng số lượng máy thi công tại công trình là rất lớn song công tác quản lý và khai thác máy chưa hợp lý dẫn đến tình trạng một số máy thi công chưa sử dụng hết công suất và hệ số sử dụng thời gian. Vì thế, nhiều máy thi công phải thanh lý trước thời hạn quy định. Bên cạnh đó, nhiều máy thi công đã hết thời gian khấu hao vẫn còn trong biên chế đội máy. Trong số những nguyên nhân dẫn tới hậu quả nêu trên là do việc đầu tư trang thiết bị máy thi công chưa hợp lý; tính năng kỹ thuật các máy chưa hoàn toàn phù hợp với đối tượng khai thác, có nhiều chủng loại máy và phân tán, việc quản lý khai thác gặp nhiều khó khăn, các máy được lựa chọn chưa đảm bảo chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao bởi các nguyên nhân chính sau:

- Công tác quản lý thiết bị thi công còn thiếu chặt chẽ, lỏng lẻo nên chưa sử dụng được hết công suất các tổ hợp máy thi công hiện có, chưa có chế độ bảo dưỡng phù hợp, gây ra hỏng hóc trong quá trình thi công dẫn tới năng suất thường thấp hơn so với định mức.

- Trong những năm gần đây, do biến động của nền kinh tế nên hầu hết các công ty xây dựng công trình giao thông đều gặp khó khăn trong

<sup>1</sup>Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Trà Vinh  
Email: [tanminh@tvu.edu.vn](mailto:tanminh@tvu.edu.vn)  
Ngày nhận bài: 24/10/2016; Ngày nhận kết quả bình duyệt: 09/01/2017; Ngày chấp nhận đăng: 22/02/2017

việc đầu tư trang thiết bị và máy thi công, nên việc tìm nguồn vốn để đầu tư mua sắm thiết bị thi công gặp nhiều khó khăn.

- Công tác quản lý đội máy thi công tại công trình chưa thực sự phù hợp với điều kiện thực tế nên chưa khai thác và sử dụng hết công suất, tiềm năng của các đội máy.

- Việc trang bị máy thi công chưa đồng bộ, tổ chức phối hợp giữa các máy trong đội máy chưa thích hợp nên chưa phát huy hết công suất sẵn có của các máy móc, thiết bị.

Với thực trạng đó, tình hình nghiên cứu của các tác giả chủ yếu tập trung nghiên cứu giải quyết tình trạng trước mắt là lựa chọn máy, thi công mà chưa tập trung nghiên cứu để giải quyết thực trạng của địa phương như: Nghiên cứu chọn phương tiện cơ giới thi công hợp lý cho công tác xây dựng công trình đường xuyên Á của tác giả Nguyễn Hữu Trí [1]; Vận dụng bài toán quy hoạch toán học để lựa chọn thiết bị hợp lý cho dây chuyền thi công cầu Rồng của tác giả Lê Ngọc Định [2]; 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 của tác giả Tăng Tấn Minh [3].

Do đó, bài báo này tập trung đưa ra biện pháp tổ chức công trình thi công cầu, đường bộ bằng việc áp dụng phương pháp quy hoạch toán học để đưa ra giải pháp thi công của công trình cầu, đường bộ nói chung.

### **Đánh giá về công tác bảo dưỡng kỹ thuật**

Với số lượng máy thi công tương đối lớn đã trình bày như trên nhưng cơ sở vật chất dành cho công tác bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa còn nhiều bất cập, chưa đáp ứng được yêu cầu thực tế đặt ra, ngoài ra trình độ các bậc thợ chưa đáp ứng được yêu cầu, trang thiết bị phục vụ công tác bảo dưỡng, sửa chữa thiếu đồng bộ, lạc hậu về công nghệ, đặc biệt là các thiết bị phục vụ cho công tác chuẩn đoán kỹ thuật hầu như không có, quy trình sửa chữa bảo dưỡng lạc hậu. Các nội dung của bảo dưỡng và sửa chữa được thực hiện bằng thủ công là chủ yếu, cơ giới hóa chưa được coi trọng nên thời gian dành cho bảo dưỡng và sửa chữa kéo dài, ảnh hưởng đến tiến độ thi công.

Việc đầu tư mới trang thiết bị phục vụ cho

công tác bảo dưỡng kỹ thuật và sửa chữa đã có nhưng thiếu chiều sâu, chất lượng và số lượng trang thiết bị chưa đáp ứng được yêu cầu thực tế.

Việc sử dụng máy và thiết bị thi công đúng chế độ, đúng quy định ở nhà thầu hiện nay chưa được chú ý, ở hầu hết các đơn vị có máy thi công thì người trực tiếp điều khiển máy móc thiết bị chưa tuân theo quy định sử dụng, chưa hiểu rõ cấu tạo và quy trình vận hành dẫn đến việc bỏ sót thao tác một cách tùy tiện. Hậu quả làm cho nhiều máy thi công hư hỏng đột xuất, hiệu quả khai thác thấp, làm tăng lượng máy thi công cần sửa chữa.

Các nội dung của công tác bảo dưỡng ca, bảo dưỡng định kỳ bị buông lỏng hoặc làm không hết nội dung. Vì vậy, khi tiến hành bảo dưỡng kỹ thuật ở cấp cao hơn khối lượng công việc tăng lên, kéo theo tăng lượng phụ tùng thay thế, kéo dài thời gian bảo dưỡng và sửa chữa, làm tăng giá thành công tác bảo dưỡng và sửa chữa. Việc bố trí mặt bằng sửa chữa ở các xưởng sửa chữa không tuân thủ đúng thiết kế địa hình, đúng quy cách, chưa đảm bảo các quy định về vệ sinh công nghiệp và bảo vệ môi trường.

Các xưởng hiện nay đang áp dụng hình thức sửa chữa nhà hoặc sửa chữa vừa bằng phương pháp thay thế cụm, các tổ sửa chữa đều là tổ sửa chữa vạn năng. Đây là hình thức có năng suất, chất lượng thấp bộc lộ ở những điểm sau:

- Mức độ chuyên môn hóa thấp
- Mối liên hệ giữa các tổ sửa chữa không có hoặc không có sự ràng buộc về trách nhiệm.
- Việc kiểm tra khó thực hiện [3].

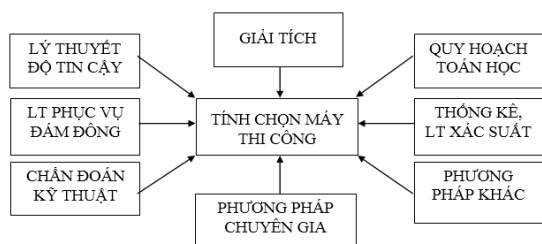
## **II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT**

Căn cứ vào mục tiêu kinh tế - kỹ thuật cần đạt được và cách tiếp cận vấn đề, người ta thường sử dụng các phương pháp sau để tính chọn máy thi công:

Các phương pháp trên đều có những ưu nhược điểm và phạm vi ứng dụng riêng, cụ thể như sau:

### **A. Phương pháp giải tích**

Bản chất của phương pháp này là xác định các thông số của máy thi công dựa trên các quan hệ hình học và các phép toán giải tích nhằm xác định các thông số kích thước tối hạn của máy để đảm bảo thao tác hợp lý khi sử dụng. Ưu điểm



Hình 1: Các phương pháp tính chọn máy thi công [4]

của phương pháp này là xác định khá chính xác các thông số của máy thi công phù hợp với đòi hỏi công trình. Tuy nhiên phương pháp này khó áp dụng cho việc lựa chọn hàng loạt lớn máy thi công với nhiều kiểu, loại khác nhau. Phương pháp giải tích chỉ thích hợp cho việc chọn máy thi công đơn chiếc với số lượng nhỏ [3].

#### B. Phương pháp dùng lý thuyết độ tin cậy

Dùng lý thuyết độ tin cậy để đánh giá chất lượng của máy thi công là một trong những phương pháp tốt nhất để có thể chọn được những máy có chất lượng sử dụng cao thỏa mãn yêu cầu đề ra. Bản chất của phương pháp này là dựa trên đường lối của toán thống kê và lý thuyết xác suất xác định ra các quy luật của thời gian làm việc không hỏng hay thời gian hư hỏng của các bộ phận hoặc của máy thi công. Từ đó, có thể xác định được các chỉ tiêu đánh giá độ tin cậy của máy như hệ số sẵn sàng, hệ số sẵn sàng động, hệ số sử dụng kỹ thuật,... Tuy nhiên, phương pháp này còn có nhược điểm đó là chỉ đánh giá máy thi công về phương diện chất lượng hoạt động mà không đề cập đến yếu tố kỹ thuật của máy trong quá trình khai thác, sử dụng [3].

#### C. Phương pháp dùng lý thuyết phục vụ đám đông

Hoạt động của máy thi công trong các dây chuyền công nghệ thi công nền, móng, mặt đường được xem như hệ thống phục vụ đám đông. Căn cứ vào lý thuyết phục vụ đám đông, ta sẽ chọn ra được các đội máy đồng bộ phối hợp với nhau theo dây chuyền công nghệ cho hiệu quả kinh tế - kỹ thuật cao. Ưu điểm của phương pháp này là đã quan tâm được cả trình tự phục vụ lẫn thời

gian hao phí chờ đợi xếp hàng đến và đi. Do đó, nó sẽ rất hữu dụng cho các bài toán dùng để xây dựng luận chứng kinh tế - kỹ thuật hoặc lập kế hoạch tác nghiệp quá trình thi công theo dây chuyền cơ giới. Tuy nhiên, phương pháp này chưa đề cập một cách đầy đủ về thông số kỹ thuật và chất lượng của máy thi công [3].

#### D. Phương pháp chọn máy dựa trên cơ sở chẩn đoán kỹ thuật

Chẩn đoán kỹ thuật cho phép xác định trạng thái kỹ thuật của từng máy ở một thời điểm nhất định trong quá trình làm việc, dự báo được sự thay đổi trạng thái kỹ thuật của máy theo thời gian. Nhờ vậy, có thể không những chọn máy đơn lẻ phù hợp với yêu cầu công việc mà còn dự báo được thời điểm hư hỏng của một loạt các bộ phận hoặc chi tiết nhằm tổ chức khai thác và sửa chữa phòng ngừa có hiệu quả. Bằng cách lắp các thiết bị chuyên dùng vào các vị trí cần thiết của máy hoặc tháo rời từng bộ phận để có thể thu được những tín hiệu chẩn đoán. Sau đó, phân tích xử lý các tín hiệu chẩn đoán này có thể nhận được kết quả tương đối chính xác về trạng thái kỹ thuật của máy. Trên cơ sở đó, lập kế hoạch sử dụng hay sửa chữa phòng ngừa kèm theo dự trữ phụ tùng thay thế hoặc quyết định lựa chọn máy. Tuy nhiên, nếu dùng phương pháp này để chọn máy thi công với số lượng lớn, nhiều chủng loại thì còn có những khó khăn nhất định như đòi hỏi nhiều phương tiện, thiết bị chẩn đoán, thời gian tiến hành chẩn đoán dài [3]...

#### E. Phương pháp chuyên gia

Ưu điểm của phương pháp này là có thể tính gộp các chỉ tiêu cần so sánh, đánh giá vào một chỉ tiêu duy nhất. Các chỉ tiêu thường diễn tả bằng lời và có thể lượng hóa bình điểm theo ý kiến các nhà chuyên môn có uy tín, có tính đến tầm quan trọng của các chỉ tiêu và mức độ chuyên sâu của các chuyên gia. Phương pháp này đặc biệt phát huy ưu điểm khi đối tượng cần đánh giá không có cơ sở chắc chắn, không dùng được phương pháp thực nghiệm, các thông tin không được thống kê đầy đủ và có độ bất định lớn. Tuy nhiên, phương pháp này còn có nhược điểm cơ bản là mang tính chủ quan và sẽ gặp nhiều khó khăn khi xử lý nếu các ý kiến đánh giá tản mạn hoặc trái ngược nhau [3].

### F. Phương pháp thống kê, phân tích kết hợp với lý thuyết xác suất

Theo phương pháp này, nhu cầu về số lượng và chất lượng cũng như việc đánh giá tính năng kỹ thuật của máy thi công được xác định chủ yếu trên kết quả thống kê, phân tích tình hình hoạt động của máy trong nhiều năm trước. Đây là phương pháp đơn giản, cho kết quả tương đối chính xác. Tuy nhiên, phương pháp thống kê còn có một số nhược điểm như: cần có số liệu thống kê chính xác và khi có loại máy mới được biên chế thì phương pháp này không thể đánh giá được chính xác tình hình kỹ thuật cũng như khả năng phối hợp tổ chức thi công của máy [3].

### G. Phương pháp quy hoạch toán học

Quy hoạch nguyên (Integer Programming), viết tắt là IP, là bài toán quy hoạch mà trong đó tất cả hoặc một phần các biến bị ràng buộc chỉ lấy giá trị nguyên. Trường hợp thứ nhất được gọi là quy hoạch nguyên hoàn toàn (Pure Integer Programming – PIP), trường hợp thứ hai được gọi là quy hoạch nguyên bộ phận (Mixed Integer Programming – MIP). Tuy vậy thuật ngữ "quy hoạch nguyên" được dùng chung cho cả hai trường hợp.

Mảng các bài toán có vẻ đơn giản nhất mà cũng là quan trọng nhất trong lớp các bài toán quy hoạch nguyên là các bài toán chọn các quyết định (chọn/không chọn). Chẳng hạn bài toán bổ nhiệm, biến quyết định việc bổ nhiệm nhận giá trị như sau:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Nếu máy } i \text{ nhận công việc } j \\ 0 & \text{Nếu máy } i \text{ không nhận công việc } j \end{cases}$$

Vì các biến quyết định thường chỉ nhận một trong hai giá trị nên bài toán này còn được gọi là bài toán quy hoạch nguyên nhị phân (Binary Integer Programming) hay quy hoạch tuyến tính [3].

Phương pháp để giải bài toán quy hoạch nguyên là giải một bài toán quy hoạch tuyến tính tổng quát tạm bỏ qua ràng buộc biến phải nguyên. Khi tìm được phương án tối ưu thì sẽ làm tròn nó để được phương án tối ưu nguyên gần đúng.

### H. Phương pháp tra bảng

Ngoài các phương pháp nêu ở trên, có thể lựa chọn máy thi công theo phương pháp tra bảng. Đây là phương pháp được áp dụng ở Liên Xô (cũ) trên cơ sở thống kê kết quả trong thực tế nhiều năm ở nhiều công trình. Với phương pháp này cho phép lựa chọn được máy thi công một cách đơn giản, không yêu cầu về phương tiện hoặc thiết bị cao. Tuy nhiên, phương pháp này chưa thể hiện được các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật một cách cụ thể [3].

### Qua xem xét, nghiên cứu, tác giả lựa chọn phương pháp quy hoạch toán học làm phương pháp cơ bản để lựa chọn máy, thiết bị thi công.

Đối với phương pháp quy hoạch toán học, nhu cầu về số lượng, loại máy thi công cũng như các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật để đánh giá chúng được mô tả dưới dạng một mô hình toán quy hoạch thông qua việc lập hàm mục tiêu và các ràng buộc thích hợp. Sau đó, tìm cực trị của hàm mục tiêu này với điều kiện các biến thỏa mãn ràng buộc cho trước.

Mô hình toán này thường có hai phần: phần hàm mục tiêu và phần mô tả các ràng buộc. Phương pháp quy hoạch toán học có ưu điểm là cho phép tính toán số lượng máy thi công hợp lý đối với từng dây chuyền cơ giới hoặc toàn bộ công trường hay khu vực lớn. Phương pháp này có hiệu quả cho việc áp dụng vào công tác quy hoạch trang bị cơ giới cho từng đơn vị, từng vùng hay toàn lãnh thổ. Ngoài ra, phương pháp này còn có thể giúp cho việc đánh giá tình trạng cơ giới hiện tại và dự báo nhu cầu máy thi công cho tương lai. Tuy nhiên, phương pháp này chỉ có hiệu quả khi áp dụng tính chọn máy thi công hàng loạt lớn với các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật, chi phí các máy được xác định từ trước.

## III. MÔ HÌNH BÀI TOÁN

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.

### A. 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 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 [4].

Qua phân tích những yếu tố ảnh hưởng tới công tác tính chọn máy thi công trong tỉnh và khu vực lân cận, tác giả nhận thấy rằng: vấn đề đặt ra cho công tác quản lí, khai thác máy thi công là lựa chọn hợp lí đội máy thi công trên cơ sở đội máy thi công hiện có theo dây chuyền cơ giới. Có nghĩa là phải tìm ra một phương án hợp lí 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 [5].

### B. Các kí 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 kì thi công.

$D_j$  ( $m^3$ , 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  $i$ .

$\delta_{ij}$  - 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 khai thác  $j$  [5].

### C. Mô hình bài toán

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:

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

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.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} \leq T_i (i = 1 \div m) \quad (2)$$

$X_{ij}$ : 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  $j$ :

$$\sum_{i=1}^m N_{ij} \delta_{ij} X_{ij} = D_j (j = 1 \div n) \quad (3)$$

- 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  $F = Q_i \geq Q_j \cap H_i \geq H_j \cap S_i \geq S_j \cap B_i \geq B_j$

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

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

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

hay

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

$n_{ij}$  được làm tròn theo yêu cầu kĩ thuật [5].

### D. 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 [4].

Bảng 1. Ý nghĩa các kí hiệu tương ứng với các hạng mục thi công

TT	Kí hiệu	Các hạng mục thi công				
		Máy đào một gầu	Máy ủi	Máy đầm lèn	Ô tô 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	Bề rộng vệt đầm	Chiều cao	Chiều dày lớp rải
4	$S_{xi}$	Cự li vận chuyển đất hợp lí	Cự li vận chuyển đất hợp lí	Cự li vận chuyển đất hợp lí	Chiều dài	Cự li vận chuyển đất hợp lí
5	$A_{xi}$	Năng suất	Năng suất	Năng suất	Năng suất	Năng suất
6	$T_{xi}$	Quý thời gian	Quý thời gian	Quý thời gian	Quý thời gian	Quý thời gian

### E. Giải bài toán

Mô hình bài toán 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 kĩ thuật, máy được chọn phù hợp với công việc đảm bảo thi công được trong thời kì 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

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

+ Tổng chi phí ca máy cho từng loại công việc  
 Tổng chi phí ca máy =  $X_i \cdot c_i$  ( $i = 1 \div m$ ) [4]

### F. Giải bài toán tối ưu cho từng công việc cụ thể

1) Xác định quỹ thời gian làm việc của máy thi công theo công thức

$$T_{xi} = [365 \cdot (T_{cn} + T_{TL} + T_{scbd} + T_{ngh})] \cdot x \cdot (1 + K_{ca2} + K_{ca3}) \quad [6]$$

Trong đó:

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

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

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

$T_{ngh}$  – Số ngày ngừng máy do thời tiết hoặc do các nguyên nhân ngẫu nhiên trong 1 năm

$K_{ca2}$  – Hệ số sử dụng ca 2

$K_{ca3}$  – Hệ số sử dụng ca 3

365 – Số ngày trong 1 năm

2) Giải bài toán tối ưu cho từng tuyến cụ thể

a) Đối với công tác 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:

$X_{dm1}$  – Số ca máy đào theo định mức; - Tính toán năng suất máy đào một gầu:

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

$$N = \frac{3600 \cdot q \cdot K_{tg} \cdot K_d}{T_{ck} \cdot K_x} \cdot T_{ca} \cdot (m^3/ca) \quad [7]$$

$$T_{ck} = T_h + T_d + T_q + T_{dd} + T_{qv} \quad (s)$$

Trong đó:

$q$  – Dung tích hình học gầu đào ( $m^3$ )

$k_x$  – Hệ số tới xấp của đất đá;  $k_x = (1,1 - 1,4)$

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

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

$k_d$  – Hệ số đầy gầu;

$T_{ck}$  – Thời gian 1 chu kì công tác

$T_h$  – Thời gian hạ gầu

$T_d$  – Thời gian đào

$T_q$  – Thời gian quay đến vị trí đổ

$T_{dd}$  – Thời gian đổ đất

$T_{qv}$  – Thời gian quay về vị trí đào

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng catalogue của máy, các tài liệu kĩ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê) ta xác định được bảng thời gian chu kì làm việc của máy đào.

**b) Đối với công tác 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:

$X_{dm2}$  – Số ca máy ủi theo định mức;

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

$$N = \frac{3600.V.K_{tg}.K_d}{T_{ck}.K_x}.T_{ca}|(m^3/ca) [7]$$

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

Trong đó:

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

$l_1, l_2, l_0$  - Quảng 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);

$t_h$  - Thời gian hạ lưỡi ủi (giây);

$t_q$  - Thời gian quay máy (giây);

B - Chiều dài lưỡi ủi.

H - Chiều cao lưỡi ủi.

$\varphi$  - Góc chảy tự nhiên của đất,

kx - Hệ số tơi xốp của đất đá,

- Thời gian làm việc 1 chu kỳ công tác:

$$T_{ck} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_0}{v_0} + t_c + t_h + 2t_q|(s) [7]$$

Trong đó:

$k_{tg}$  - Hệ số sử dụng thời gian,

$k_d$  - Hệ số phụ thuộc vào độ dốc của địa hình,

$T_{ca}$  - Thời gian 1 ca làm việc,

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

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.

**c) Đối với công tác 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;

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

$$N = \frac{1000(B-b).V.h.k_{tg}}{n}.T_{ca}|(m^3/ca) [7]$$

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;

$T_{ca}$  - Thời gian 1 ca làm việc (giờ);

n - Số lần đầm nén trên một bề mặt;

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.

**c) Đối với công tác vận chuyển (Ô tô)**

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

$X_{dm4}$  – Số ca ô tô vận chuyển theo định mức;

- Năng suất của ô tô vận chuyển tự đổ được xác định theo công thức:

$$N = \frac{60.q.K_{tg}.K_d}{\gamma.T_{ca}}.T_{ca}|(m^3/ca) [7]$$

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

Trong đó:

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

$K_{tg}$  - Hệ số sử dụng thời gian;

$K_d$  - Hệ số điền đầy thùng;

- Khối lượng riêng của đất;

$T_{ca}$  - Số giờ làm việc trong 1 ca;

$T_{ck}$  - 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 ô tô (phút)

$t_c, t_k$  - Thời gian chạy có tải và không tải của ô tô (phút)

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

$l_1, l_2$ : - 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 ô tô vận chuyển tự đổ.

**d) Đối với công tác rải bê tông nhựa**

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

$X_{dm5}$  – Số ca máy rải bê tông nhựa theo định mức;

- Năng suất của máy rải bê tông nhựa được xác định theo công thức:

$$N = 60.b.h.v.\gamma.T_{ca}|(Tn/ca) [7]$$

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)

$\gamma$  – Khối lượng riêng của lớp bê tông nhựa đã đầm và là phẳng;  $\gamma = 2,2$  tấn/m<sup>3</sup>

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

Căn cứ vào định mức Nhà nước và các bảng catalogue của máy, các tài liệu kĩ thuật, kết hợp với khảo sát bằng phương pháp tính giờ (thống kê), ta xác định được bảng thời gian chu kì làm việc của máy rải nhựa đường.

Tiến hành thiết lập các phương trình theo căn cứ vào các ràng buộc theo từng công việc cụ thể và ứng dụng các phương pháp giải bài toán Quy hoạch toán học, khi đó ta sẽ nhận được kết quả tối ưu.

e) Ví dụ

Ứng dụng phương pháp quy hoạch toán học để lựa chọn máy, thiết bị thi công công trình cho Công ty Cổ phần Đầu tư và Xây dựng 717 để thi công công trình nâng cấp Quốc lộ 53.

Sau khi phân tích và xem xét tính toán dựa vào máy và thiết bị hiện có tại đơn vị và khu vực lân cận; căn cứ vào [3], [6], [8], ta giải bài toán cho kết quả như Bảng 2.

Bảng 2. Danh mục các máy thi công công trình nâng cấp Quốc lộ 53:

TT	Tên máy	Mã hiệu	Số lượng
1	Máy đào Deawoo	DX340LC	01
2	Máy ủi Komatsu	D31EX	03
3	Máy lu Caterpillar	CB-534D	01
4	Ô tô 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. Trong thực tế, quá trình tổ chức thi công phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như: về mặt bằng thi công, quy trình kĩ 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 cụ thể.

#### IV. KẾT LUẬN

Bài báo đưa ra phương pháp tính chọn máy thi công công trình giao thông bằng việc vận dụng phương pháp quy hoạch toán học sao cho cực tiểu chi phí ca máy thi công theo từng công việc cụ thể nhằm đạt được các mục đích sau:

- Có thể áp dụng rộng rãi trong việc thi công các công trình tương tự.

- Có thể thi công công trình có khối lượng tập trung lớn.

- Tiết kiệm tối đa chi phí thi công nhằm mang lại lợi nhuận cao nhất cho nhà thầu thi công.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Trí. Nghiên cứu chọn phương tiện cơ giới thi công hợp lý cho công tác xây dựng công trình đường xuyên Á [Luận văn Thạc sĩ]; 2000.
- [2] Lê Ngọc Định. Vận dụng bài toán quy hoạch toán học để lựa chọn thiết bị hợp lý cho dây chuyền thi công cầu Rồng – Thành phố Đà Nẵng [Luận văn Thạc sĩ]; 2010.
- [3] Tăng Tấn Minh. 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 [Luận văn Thạc sĩ]; 2012.
- [4] Nguyễn Bính. *Kinh tế máy xây dựng và xếp dỡ*. NXB Xây dựng, Hà Nội; 2004.
- [5] Vũ Thanh Bình. *Trang bị cơ giới xây dựng và xếp dỡ theo hàm mục tiêu*. Đại học Giao thông Vận tải; 2009. Tài liệu giảng dạy Cao học.
- [6] Huỳnh Văn Hoàng, Đào Trọng Thường. *Tính toán máy trực*. NXB Khoa Học Kỹ Thuật; 1971.
- [7] Vũ Thanh Bình, Vũ Thế Lộc. *Máy làm đất*. NXB Giao thông Vận tải. Hà Nội; 1997.
- [8] Vũ Văn Lộc, Ngô Thị Phương, Nguyễn Ngọc Thanh, Vũ Thị Xuân Hồng, Nguyễn Minh Trường. *Sổ tay chọn máy thi công*. NXB Xây dựng, Hà Nội; 2005.