



NGHIÊN CỨU CÁC THÔNG SỐ ĐỂ ĐÁNH GIÁ, LỰA CHỌN GIẢI PHÁP LƯU GIỮ XE Ô TÔ NHIỀU TẦNG

Dương Trường Giang¹

Tóm tắt: Ngày nay sử dụng các hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng được coi là giải pháp hiệu quả để giải quyết vấn đề giao thông tĩnh trong các thành phố. Bài báo này trình bày phương pháp tính toán số xe/1m², thời gian lấy xe, chi phí năng lượng, để đánh giá lựa chọn giải pháp lưu giữ xe ô tô nhiều tầng. Các thông số được tính toán dựa trên các hệ thống lưu giữ xe ô tô phổ biến ở Việt Nam và thế giới. Các nghiên cứu này góp phần giúp các doanh nghiệp cơ khí chủ động được trong tính toán thiết kế và tư vấn cho khách hàng, giúp chủ đầu tư đánh giá lựa chọn được giải pháp mang lại hiệu quả kinh tế.

Từ khóa: Lưu giữ; nhiều tầng; nâng hạ; di chuyển ngang.

Summary: Nowadays, storage system multilevel car parking is considered as an effective solution to solve the problem of static traffic in cities. This paper presents the method to calculate for the vehicles /1m², time to get the car off, cost of energy to select the solutions of multilevel car parking. The parameters are calculated based on storage systems of car parking that is popular in Vietnam and the world. These studies not only contribute to help the engineering enterprises to be able to calculate, design and advise their customers, but also help the investors to select the solutions which bring economic efficiency.

Keywords: Storage system; multilevel; lifting; horizontal movement.

Nhận ngày 02/11/2015, chỉnh sửa ngày 19/11/2015, chấp nhận đăng 07/01/2016



1. Đặt vấn đề

Hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng mang lại nhiều lợi ích như tiết kiệm đất, giảm thời gian lấy xe, thân thiện với môi trường...[10, 12]. Trong khoảng 10 năm trở lại đây các hệ thống đỗ xe nhiều tầng được coi là giải pháp hiệu quả ở các khu đô thị lớn như thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội [4]. Một hệ thống lưu giữ ô tô con nhiều tầng gồm nhiều cơ cấu thiết bị cơ khí khác nhau tổ hợp lại phục vụ vận chuyển lưu giữ xe. Hiện nay có nhiều giải pháp phụ thuộc vào yêu cầu cụ thể, đòi hỏi phải tính toán thiết kế kỹ lưỡng. Đứng trước vấn đề đặt ra, các doanh nghiệp cơ khí trong lĩnh vực sản xuất thiết bị nâng chuyển đã bước đầu tiếp cận là đầu mối cho các hãng nước ngoài như SIMMATEC, KOSTEC (Hàn Quốc), MITSUBISHI (Nhật Bản)..., nhằm cung cấp hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng ra thị trường.

Liên quan tới lĩnh vực trên ở Việt Nam không có nhiều nghiên cứu, mà chỉ có một số tài liệu chỉ dẫn tính toán lựa chọn thiết bị nâng chuyển để cấu thành giải pháp lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng [1 - 3]. Các nghiên cứu của nước ngoài liên quan vấn đề trên như cần trục xếp kho và thiết bị vận chuyển [5, 6], kỹ thuật điều khiển [7], tối ưu bề mặt, sàn đỗ xe ô tô [8, 9], phân loại và các tham số cơ bản hệ thống lưu giữ xe ô tô [11]. Các tài liệu và những nghiên cứu này là chưa đầy đủ ở Việt Nam để làm cơ sở tính toán lựa chọn hình thành phương án thiết kế kỹ thuật ban đầu.

Vì vậy, trong bài báo này sẽ trình bày phương pháp tính toán để đánh giá lựa chọn giải pháp thiết kế hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng theo các thông số, chỉ tiêu cơ bản như số xe/1m², thời gian lấy xe, chi phí năng lượng. Các thông số, chỉ tiêu cơ bản được tính toán dựa trên các hệ thống lưu giữ xe ô tô phổ biến ở Việt Nam và thế giới. Ngoài ra trong bài báo cũng trình bày ví dụ tính toán cụ thể cho một hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng phục vụ lựa chọn hợp lý theo các chỉ tiêu đặt ra.

¹ TS, Khoa Cơ khí Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng. E-mail: giang2677@gmail.com.



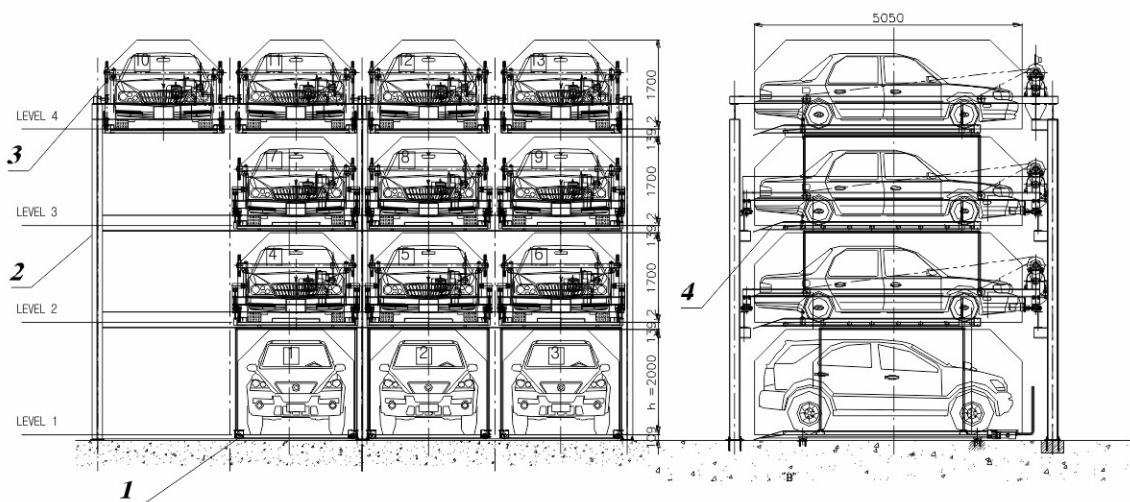
2. Các loại hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng

Trong [10, 11] theo nguyên lý làm việc chia ra 8 kiểu hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng, trong mỗi kiểu có nhiều phương án thiết kế khác nhau. Các kiểu chính gồm:

- Hệ thống nâng và dịch chuyển (ký hiệu SH): đây là mô hình gồm thiết bị nâng và thiết bị vận chuyển theo phương ngang, một mô đun lưu giữ xe có 1 hàng để xe và có nhiều tầng.
- Hệ thống vận chuyển liên tục theo phương đứng (ký hiệu CX): đây là mô hình có nguyên lý làm việc tương tự garage tải với quang treo.
- Hệ thống vận chuyển liên tục theo phương ngang (ký hiệu SX): đây là mô hình mà ô tô được di chuyển xoay vòng trong cùng mặt phẳng, một mô đun lưu giữ xe có 2 hàng xe để xoay vòng.
- Hệ thống xoay vòng tầng (ký hiệu DX): đây là mô hình ô tô lưu chuyển xoay vòng giữa các tầng với nhau, một mô đun lưu giữ xe có 1 hàng để xe.
- Hệ thống di chuyển theo phương ngang với các tầng là giống nhau (ký hiệu PY): đây là mô hình có thể kết hợp với thiết bị nâng, việc di chuyển ngang bởi sàn mang ô tô đặt trên xe phà. Tùy theo phương án cấu tạo một mô đun hệ thống có thể có 1 hàng hoặc 2 hàng để xe.
- Hệ thống sử dụng thang nâng di chuyển (ký hiệu XD): đây là mô hình có 2 hàng để xe ô tô, thang nâng di chuyển giữa hai hàng.
- Hệ thống sử dụng thiết bị nâng nâng hạ theo phương đứng (ký hiệu CS): đây là mô hình dạng tháp sử dụng thiết bị nâng chuyên dụng chiều cao nâng lớn, thiết bị nâng đặt ở giữa, ô tô con được xếp hai bên hoặc nhờ cơ cấu quay để xếp xung quanh (quanh chu vi hình tròn hoặc chữ nhật), một mô đun lưu giữ xe có 1 hàng.
- Hệ thống nâng và hạ đơn giản (ký hiệu JS): đây là mô hình đơn giản, mỗi tầng lưu giữ 1 xe, việc nâng hạ sử dụng xy lanh thủy lực hoặc tời nâng.

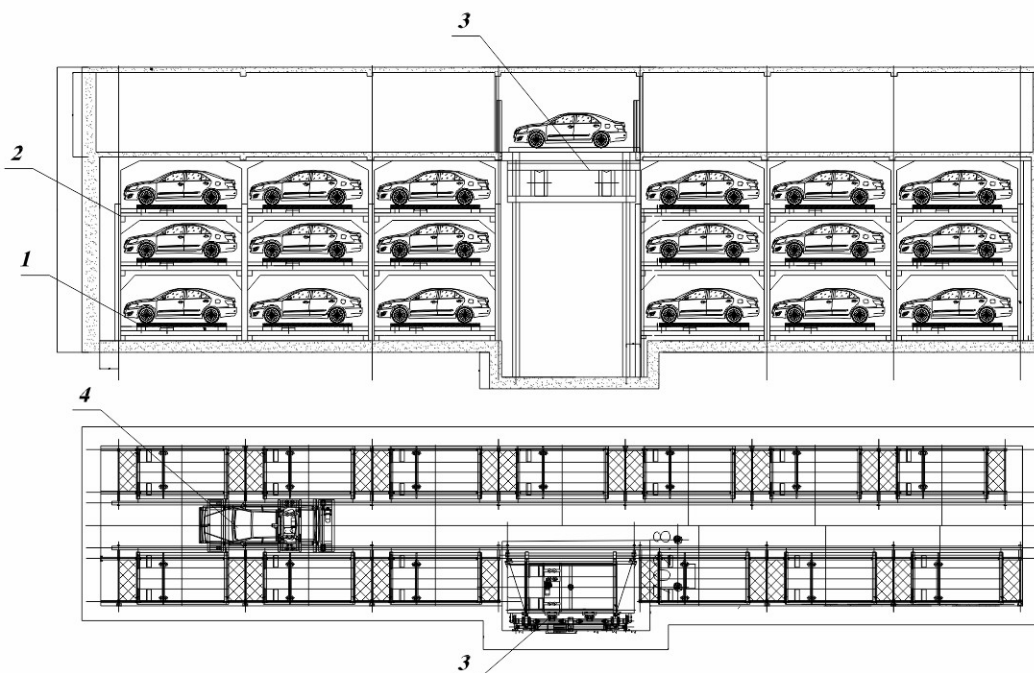
Khi xem xét các giải pháp thiết kế hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng của các hãng sản xuất nước ngoài [13] và khảo sát thực tế ở thành phố Hà Nội, Hồ Chí Minh cho thấy hay gặp các loại sau:

- Giải pháp lưu giữ xe ô tô dạng thang treo xoay vòng đứng, đây là mô hình áp dụng nguyên lý vận chuyển liên tục theo phương đứng (CX). Hệ thống lưu giữ xe dạng này là loại giải pháp kỹ thuật trong đó xe được đặt trên các bàn nâng, các bàn nâng này di chuyển xoay vòng 360° quanh trục cố định, có thể đảo chiều xoay. Hệ thống được lập trình để chọn cách thức di chuyển xe sao cho có thể lấy xe ra nhanh nhất. Hệ thống có đặc điểm chính: dễ tháo lắp, có thể lắp nhiều hệ thống liên tiếp nhau; có thể lắp đặt độc lập hoặc lắp bên trong toà nhà cao tầng, có giá thành đầu tư cao.

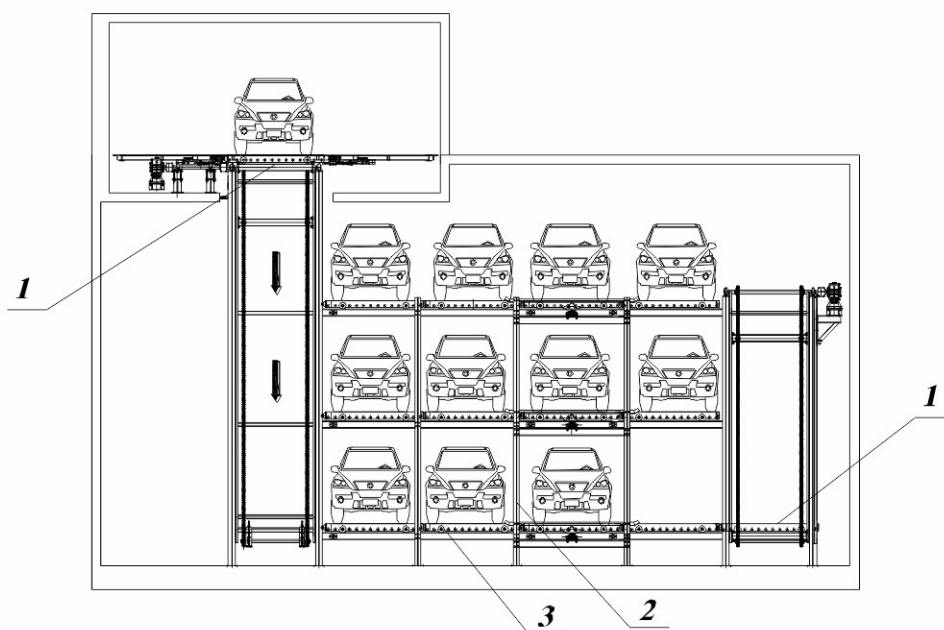


Hình 1. Giải pháp lưu giữ xe ô tô theo nguyên lý xếp hình

1. Xe phà; 2. Kết cấu thép; 3. Giá nâng tầng trên cùng; 4. Bàn nâng



Hình 2. Giải pháp lưu giữ xe ô tô dạng thang nâng và xe phà
1. Sàn mang ô tô; 2. Kết cấu thép; 3. Thang nâng; 4. Xe phà



Hình 3. Giải pháp lưu giữ xe ô tô dạng xoay vòng tầng
1. Thang nâng; 2. Kết cấu thép; 3. Hệ các con lăn tải

- Giải pháp lưu giữ xe ô tô theo nguyên lý xếp hình, đây là dạng mô hình nâng và dịch chuyển SH (Hình 1). Hệ thống lưu giữ xe dạng xếp hình là loại giải pháp kỹ thuật trong đó xe được đặt trên các bàn nâng chuyển, các bàn nâng chuyển này di chuyển nâng hạ theo trục thẳng đứng và di chuyển ngang để đưa các xe vào hoặc ra. Hệ thống được lập trình để chọn cách thức di chuyển xe sao cho có thể lấy xe ra nhanh nhất. Đặc điểm chính của hệ thống: tận dụng chỗ trống trên mặt đất để đỗ xe, tuy nhiên phải chừa trống một cột để xếp hình (ngoại trừ vị trí cao nhất); điểm xe vào từ dưới tầng thấp nhất; có thể lắp theo chiều ngang hoặc xếp theo chiều dài tùy thuộc diện tích thực tế cho phép.

- Giải pháp lưu giữ xe ô tô dạng thang nâng và xe phà, đây là dạng mô hình với các tầng là giống nhau PY (Hình 2). Hệ thống lưu giữ xe này là sự kết hợp giữa thang nâng dùng nâng hạ bàn nâng chứa xe ô tô tới từng tầng và xe phà vận chuyển dọc hàng. Mỗi một tầng bố trí 1 xe phà vận chuyển để lấy xe hoặc xếp xe vào các khoang chứa. Đặc điểm của hệ thống: thời gian lấy xe nhanh do thang nâng và xe phà có thể hoạt động độc lập, ít ồn và rung.

- Giải pháp lưu giữ xe ô tô dạng xoay vòng tầng DX (Hình 3), sàn mang ô tô sẽ di chuyển dọc hàng và bố trí thang nâng ở đầu, cuối hàng. Thang nâng có nhiệm vụ nâng hạ để xoay vòng các tầng và xếp xe hay lấy xe. Đặc điểm của hệ thống: phù hợp với lắp đặt ở tầng hầm hẹp, thuận lợi cho xe ô tô vào hay ra vì cửa ở bên trên, tuy nhiên hệ thống này cấu tạo phức tạp.

Như vậy, để vận chuyển ô tô xếp vào các khoang lưu giữ thì trong trường hợp tổng quát hệ thống cần có các thiết bị cơ bản như nâng hạ, di chuyển, quay... các thông số cơ bản phụ thuộc nhiều vào các chuyển động này. Ngoài trừ hệ thống vận chuyển liên tục theo phương đứng thì các mô hình là một tổ hợp các máy nâng và máy vận chuyển: thiết bị nâng có thể là tời nâng chuyên dùng, thang nâng, xy lanh thủy lực...; thiết bị vận chuyển theo phương dọc hoặc ngang có thể con lăn tải, băng tải, xe phà, cơ cấu quay quanh trục thẳng đứng [13]. Cơ sở tính toán thiết kế các thiết bị nâng hạ, di chuyển và quay đã được nêu trong [1-6].



3. Phương pháp đánh giá, lựa chọn giải pháp thiết kế hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng

3.1 Các thông số cơ bản đánh giá, lựa chọn hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng

Để đánh giá và lựa chọn một giải pháp thiết kế hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng phụ thuộc vào nhiều thông số và yếu tố khác nhau. Ngoài yếu tố về vị trí lắp đặt, nguyên lý làm việc thì một hệ thống có thể được xem xét lựa chọn qua một số thông số cơ bản như: các thông số về hình học và loại xe ô tô có thể lưu giữ, sự di chuyển ô tô trong hệ thống khi xếp xe và lấy xe, thời gian lấy xe và xếp xe lớn nhất, các chỉ tiêu về kinh tế - kỹ thuật...

- Các kích thước hình học cơ bản gồm chiều dài và chiều rộng khoang chứa xe ô tô ($a \times b$), chiều cao tầng (h), các kích thước này hình thành một khoang chứa xe. Các kích thước hình học là thông số được xác định trước theo loại xe ô tô lưu giữ và phương án sử dụng. Trong hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng, theo khối lượng và kích thước, ô tô được chia làm 6 nhóm (Bảng 1).

Bảng 1. Phân loại xe ô tô theo kích thước và khối lượng trong hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng [11]

Ký hiệu	Dài x rộng x cao (mm x mm x mm)	Khối lượng (kg)
X	$\leq 4.400 \times 1750 \times 1450$	≤ 1300
Z	$\leq 4.700 \times 1800 \times 1450$	≤ 1500
D	$\leq 5.000 \times 1850 \times 1550$	≤ 1700
T	$\leq 5.300 \times 1900 \times 1550$	≤ 2350
C	$\leq 5.600 \times 2050 \times 1550$	≤ 2250
K	$\leq 5.000 \times 1850 \times 2050$	≤ 1850

- Số khoang lưu chuyển công nghệ (N) là số khoang trống được quy đổi trong hệ thống phục vụ di chuyển xe ô tô trong quá trình lấy xe cũng như xếp xe. Giá trị N phụ thuộc vào từng giải pháp, phụ thuộc vào số hàng lưu giữ xe ô tô (x) và nguyên lý làm việc của mô hình thiết kế. Ví dụ nếu dựa theo các nguyên lý được phân loại trong [11] thì các dạng (CX, SX, DX) có số khoang lưu chuyển công nghệ (N) là nhỏ nhất.

- Thời gian xếp xe, lấy xe lớn nhất (T) là thông số liên quan trực tiếp tới năng suất và chất lượng phục vụ của hệ thống khi vận hành khai thác sử dụng. Trong trường hợp không có các yêu cầu đặc biệt, theo [11] thời gian (T) trong khoảng sau là hợp lý: mô hình hệ thống nâng hạ và di chuyển $T = (35 \div 170)s$; mô hình hệ thống vận chuyển liên tục $T = (60 \div 130)s$; mô hình hệ thống nâng hạ theo phương đứng $T = (45 \div 210)s$; mô hình hệ thống nâng hạ đơn giản $T = (30 \div 110)s$.

- Các thông số đánh giá theo chỉ tiêu về kinh tế, kỹ thuật gồm chi phí đầu tư ban đầu, chi phí vận hành và bảo dưỡng... Trong chi phí đầu tư ban đầu thì chỉ tiêu đánh giá mức độ tiết kiệm đất là thông số quan trọng (thông qua chỉ tiêu M - số xe/ $1m^2$), giá trị M này lớn càng tốt. Với các hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng do áp dụng mức tự động hoá cao [7] cần ít lao động phục vụ, thông số quan trọng là chi phí năng lượng được đánh giá qua thông số chi phí năng lượng riêng w (KWh/xe).

Chính vì vậy thông số quan trọng được đề cập trong bài báo ở phần sau là số xe cho 1m² diện tích đất, thời gian xếp xe, thời gian lấy xe ô tô lớn nhất và chi phí năng lượng.

3.2 Số xe cho 1m² diện tích đất

Đây là thông số thể hiện mức độ tiết kiệm đất, thông số này phụ thuộc vào số tầng và số hàng, số khoang chứa xe phục vụ lưu chuyển công nghệ trong hệ thống. Ngoại trừ hệ thống vận chuyển liên tục theo phương đứng (CX), với các giải pháp thông thường thì số xe cho 1m² diện tích đất tính như sau:

$$M = \frac{x * m * n - N}{S} \quad (\text{xe/m}^2) \quad (1)$$

trong đó: M là số xe cho 1m² diện tích đất; m là số tầng chứa xe ô tô của hệ thống; n là số khoang chứa xe ô tô trong 1 hàng; x là số hàng lưu giữ xe ô tô; N là số khoang phục vụ lưu chuyển công nghệ và S là tổng diện tích mặt bằng (m²).

3.3 Thời gian xếp xe, thời gian lấy xe ô tô

Thời gian xếp xe, lấy xe T là thông số liên quan trực tiếp tới năng suất và chất lượng phục vụ của hệ thống khi vận hành khai thác sử dụng. Ngoại trừ hệ thống vận chuyển liên tục theo phương đứng (CX) trong trường hợp tổng quát để đưa xe ô tô vào vị trí cần thiết, một hệ thống xếp xe nhiều tầng sẽ có các chuyển động chính là nâng và hạ, quay, di chuyển dọc theo hàng hoặc vuông góc với hàng. Khi đó một chu kỳ làm việc gồm các thời gian tương ứng trên gồm:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \quad (\text{s}) \quad (2)$$

Thời gian vận chuyển theo phương đứng và đưa xe ra vào bàn nâng mang ô tô T₁, tính toán tương tự cần trục xếp kho ta có.

$$T_1 = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (\text{s}) \quad (3)$$

t₁, t₃ - thời gian gia tốc và giảm tốc, thông thường trên các máy nâng t₁ = t₃ = (3 ÷ 6)s và quãng đường gia tốc [1] S = 0,5.v.t₁.

t₂ - thời gian chuyển động ổn định.

$$t_2 = \frac{H - 2.0,5.(vt_1)}{v} = \frac{H - vt_1}{v} \quad (\text{s}) \quad (4)$$

với: v - vận tốc khi nâng, hạ (m/s); H - chiều cao nâng (m).

t₄ - thời gian đưa xe vào và chuyển xe ra khỏi bàn nâng mang ô tô, với cần trục, thiết bị xếp kho 1 lần chuyển từ (20 ÷ 35)s.

t₅ - thời gian chuyển động để điều chỉnh dừng vị trí chính xác.

Thay vào phương trình (3) trên ta có:

$$T_1 = 2.t_1 + \frac{H - vt_1}{v} + t_4 + t_5 \quad (\text{s}) \quad (5)$$

$$\text{nếu } t_1 = 4\text{s}, t_4 = 32\text{s}, t_5 = 4\text{s} \rightarrow T_1 = 44 + \frac{H - 4v}{v} \quad (\text{s})$$

Thời gian quay bàn nâng mang ô tô quanh trục thẳng đứng T₂, tính tương tự như cơ cấu quay các thiết bị nâng, một cách gần đúng:

$$T_2 = \frac{\alpha}{6n_q} + (6 \div 10) \quad (\text{s}) \quad (6)$$

với: α - góc quay (độ); n_q - tốc độ quay (v/ph); (6 ÷ 10) s - là thời gian chuyển động không ổn định.

Qua khảo sát các giải pháp thiết kế cho thấy trường hợp góc quay lớn nhất là trong hệ thống xếp xe nhiều tầng dạng CX, α = 180°, tốc độ quay từ (1 ÷ 1,5) v/ph nên T₂ = (26 ÷ 40)s.

Thời gian di chuyển ô tô dọc theo hàng hoặc ngang T₃, T₄, tính toán tương tự như thời gian T₁ ta có:

$$T_3 = 28 + \frac{L_d - 4v_d}{v_d}; T_4 = 28 + \frac{L_n - 4v_n}{v_n} \quad (\text{s}) \quad (7)$$

với: v_d, v_n - vận tốc vận chuyển ô tô theo phương dọc, ngang (m/s); L_d, L_n - quãng đường vận chuyển theo phương dọc, ngang (m).

Thay các giá trị vào (2), (khi $t_1 = 4s$, $t_4 = 32s$, $t_5 = 4s$, thời gian không ổn định cơ cấu quay 10s) thì thời gian xếp xe, lấy xe ô tô là:

$$T_{\max} = \left(\frac{H_{\max} - 4v}{v} + \frac{L_{d\max} - 4v_d}{v_d} + \frac{L_{n\max} - 4v_n}{v_n} + \frac{\alpha}{6n_q} + 110 \right) (s) \quad (8)$$

3.4 Chi phí năng lượng

Chi phí năng lượng w là thông số liên quan tới chi phí khi khai thác sử dụng, được tính trên cơ sở tổng công suất (KWh) để xếp hoặc lấy 01 xe ô tô gồm: công suất nâng hạ, công suất quay, công suất di chuyển dọc và ngang.

- Chi phí năng lượng nâng hạ và di chuyển ô tô ra khỏi bàn nâng trên cơ sở thời gian T_1 đã tính phần trên:

$$w_1 = \frac{1}{3600} \cdot W_1 \cdot \left(12 + \frac{H - 4v}{v} \right) + \frac{1}{3600} \cdot W_2 \cdot t_4 \quad (9)$$

$$= \frac{1}{3600} \left\{ W_1 \cdot \frac{h(m-1) + 8v}{v} + W_2 \cdot t_4 \right\} \text{ (KWh/xe)}$$

- Chi phí năng lượng khi quay sàn mang ô tô theo phương ngang quanh trục thẳng đứng trên cơ sở thời gian T_2 :

$$w_2 = \frac{1}{3600} \cdot W_3 \cdot \frac{\alpha}{6n_q} \cdot (6 \div 10) \quad \text{(KWh/xe)} \quad (10)$$

- Chi phí năng lượng di chuyển xe ô tô theo phương dọc hoặc ngang trên cơ sở thời gian T_3, T_4 :

$$w_3 = \frac{1}{3600} W_4 \cdot \frac{24v_d + L_d}{v_d}; w_4 = \frac{1}{3600} W_5 \cdot \frac{24v_n + L_n}{v_n} \quad \text{(KWh/xe)} \quad (11)$$

- Tổng chi phí năng lượng để xếp xe hoặc lấy 1 xe ô tô trong trường hợp tổng quát:

$$w = \frac{1}{3600} \left\{ W_1 \cdot \frac{h(m-1) + 8v}{v} + W_2 \cdot t_4 + W_3 \cdot \frac{\alpha}{6n_q} (6 \div 10) + W_4 \cdot \frac{24v_d + L_d}{v_d} + W_5 \cdot \frac{24v_n + L_n}{v_n} \right\} \quad (12)$$

trong đó: W_1 là công suất nâng hạ sàn mang ô tô; W_2 là công suất di chuyển sàn mang ô tô ra khỏi bàn nâng; W_3 là công suất quay sàn mang ô tô quanh trục thẳng đứng; W_4 là công suất di chuyển sàn mang ô tô theo phương dọc hàng; W_5 là công suất di chuyển sàn mang ô tô theo phương ngang.

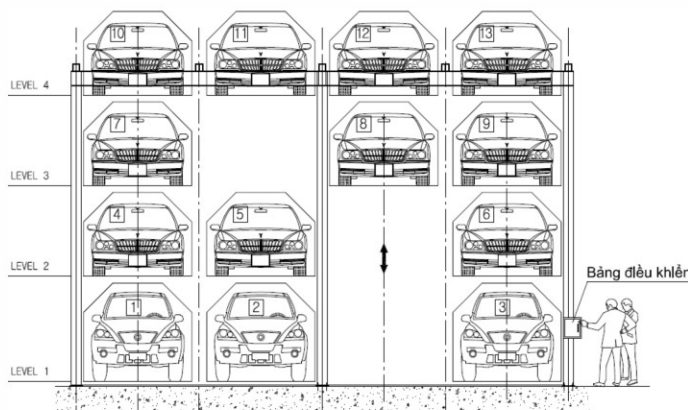
Công suất các cơ cấu chính của giải pháp thiết kế W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 tính toán theo [1-6].



4. Ví dụ tính toán

4.1 Mô tả giải pháp thiết kế

Trên Hình 4 mô tả giải pháp lưu giữ xe ô tô theo nguyên lý xếp hình, đây là mô hình hệ thống dạng SH. Các xe phà ở tầng trung gian thứ 2 và thứ 3 (xe số 4, 5, 6, 7, 8, 9) vừa có cơ cấu di chuyển dọc hàng và vừa có cơ cấu nâng hạ. Các xe phà với sàn mang xe tầng dưới cùng (xe số 1, 2, 3) chỉ có cơ cấu di chuyển dọc hàng và ở tầng trên cùng (xe số 10, 11, 12, 13) chỉ có cơ cấu nâng hạ. Theo nguyên lý xếp hình [13] ngoại trừ hàng trên cùng còn lúc nào cũng có một cột trống xe, như vậy ví dụ với hệ thống 4 tầng xếp xe thì sẽ trống 3 khoang. Ví dụ trạng thái ban đầu xe số 2, 5, 8 cùng cột chứa, nếu muốn lấy xe số 8, hệ thống sẽ di chuyển xe số 8 sang phải sau đó cơ cấu nâng sẽ hạ xe số 8 xuống và đưa xe ra ngoài. Muốn lấy xe số 10 thì các xe ở bên dưới sẽ di chuyển sang phải sao cho bên dưới xe số 10 là cột trống. Khi xếp xe thì tương tự ngược lại quá trình trên.



Hình 4. Mô tả nguyên lý của giải pháp lưu giữ xe ô tô con dạng xếp hình

Khi xếp xe ô tô nhóm C chiều rộng khoang chứa xe chọn $a = 2,5(m)$, chiều dài khoang chứa xe $b = 6,5(m)$, khoảng cách các tầng $h = 2(m)$, vận tốc nâng hạ và di chuyển dọc chọn $v = v_d = 6m/ph = 0,1m/s$, khối lượng sàn nâng và ô tô $Q = 2,5$ tấn. Theo nguyên lý làm việc trên hệ thống chỉ có các chuyển động là nâng hạ và di chuyển dọc hàng, từ đó ta có các thông số cơ bản như sau: Một mô đun hệ thống có số tầng m , số khoang chứa xe ô tô trong hàng n ; Số khoang lưu chuyển công nghệ do giải pháp cần một cột trống xe nên $N = (m-1)$; Số hàng cho một mô đun, $x = 1$; Cụ ly vận chuyển theo phương dọc hàng lớn nhất, $L_{dmax} = a = 2,5m$; Cụ ly vận chuyển theo phương ngang lớn nhất, $L_{nmax} = 0$; Chiều cao nâng lớn nhất, gần đúng $H_{max} = h.(m-1)$; Chuyển động quay, $\alpha = 0$; Khi lấy xe hoặc xếp xe phải dịch chuyển số xe nhiều nhất: $(n-1)(m-1)$.

Mục đích tính toán, khảo sát: tìm mối quan hệ giữa số tầng chứa xe ô tô m , số khoang chứa xe ô tô trong 1 hàng n với thời gian xếp xe $T(s)$, số xe tính trên $1m^2$ $M(xe/1m^2)$, chi phí năng lượng riêng $w(KWh/x)$ phục vụ cho lựa chọn thông số thiết kế phù hợp (giá trị m và n) trong một giải pháp thiết kế hoặc dùng khi so sánh các giải pháp thiết kế khác nhau.

4.2 Kết quả tính toán

Thay số vào các công thức (1),(9),(14) ở phần trên, triển khai tính toán công suất dẫn động theo [1, 2] ta tìm được các công thức tổng quát theo số tầng m và số khoang chứa xe trong một hàng n .

$$\text{Số xe ô tô lưu giữ trên } 1m^2 \text{ diện tích: } M = \frac{m * n - m + 1}{16,25 * n} (xe/1m^2)$$

Thời gian lấy xe, xếp xe ($T_2 = T_4 = 0$):

$$T = \frac{h(m-1)}{v} + \frac{a}{v_d} + 64$$

$$T = 20*(m-1) + 89 \quad (s)$$

Chi phí năng lượng riêng ($W_2 = W_3 = W_5 = 0$):

$$w = w_d + w_{dc} = \frac{1}{3600} \left\{ W_1 \frac{h(m-1) + 8v}{v} + W_4 \frac{24v_d + L_{dmax}}{v_d} \right\} (KWh/x)$$

$$\text{Công suất nâng hạ: } W_1 = \frac{Q.v}{1000\eta} = \frac{25000.0,1}{1000.0,9} = 2,8Kw$$

Lực cản di chuyển khi bỏ qua lực cản dốc và lực cản gió:

$$W_{dc} = (Q + G_{xc}) \frac{fd + 2\mu}{D_{bx}} k + 1,2.m.a \quad (N)$$

trong đó: $(Q + G_x)$ là trọng lượng xe phà và ô tô, $(Q + G_x) = 35KN$; d là đường kính trục bánh xe, $d = 6cm$; m là khối lượng xe phà và ô tô, $m = 3500kg$; a là gia tốc khi di chuyển, lấy $a = 0,2m/s^2$; D_{bx} là đường kính bánh xe di chuyển, $D_{bx} = 20cm$ và μ là hệ số cản lăn, $\mu = 0,03cm$.

$$W_{dc} = 1,5.35000.(0,015.6 + 2.0,03)/20 + 1,2.3500.0,2 = 1233N$$

Công suất lớn nhất di chuyển dọc hàng khi lấy xe, xếp xe là :

$$W_4 = \frac{(n-1)(m-1)W_{dc}v_d}{1000\eta} = \frac{(n-1)(m-1).1233.0,1}{1000.0,8}$$

$$= 0,15(n-1)(m-1) \quad (KW)$$

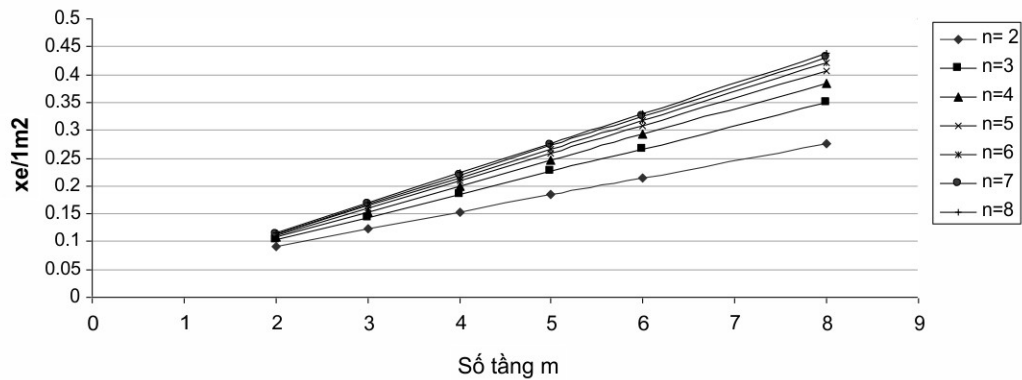
Thay số và rút gọn ta có: $w = 0,0078*[2(m-1)+0,8] + 0,00114.(n-1)(m-1)$

Kết quả khảo sát (Hình 5, 6, 7) rút ra một số nhận xét như sau:

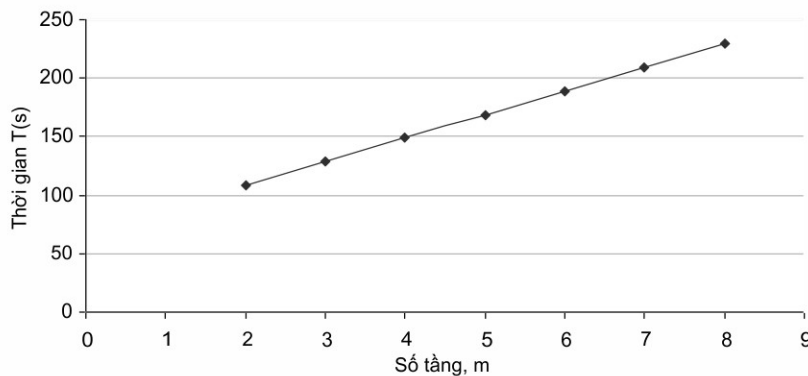
- Trong chi phí đầu tư ban đầu thì chỉ tiêu đánh giá mức độ tiết kiệm đất là thông số quan trọng, về nguyên tắc số tầng m và số khoang trong 1 hàng n càng tăng thì thông số $M(xe/1m^2)$ càng lớn. Theo Hình 5 khi số khoang trong 1 hàng $n \geq 4$ thì giá trị M chênh nhau không nhiều, rõ ràng nếu đủ diện tích mặt bằng nên chọn $n \geq 4$.

- Theo điều kiện thời gian lấy xe, xếp xe, đối với hệ thống dạng SH thời gian T phải nhỏ hơn 170s [11]. Trên Hình 6 ta thấy số tầng thiết kế $m \leq 5$ mới thỏa mãn điều kiện, còn khi $m > 5$ khi đó phải tăng vận tốc nâng hạ và di chuyển.

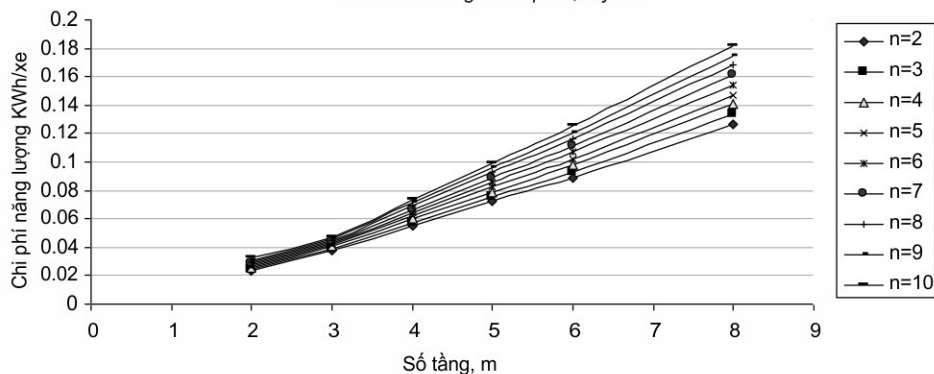
- Số tầng m và số khoang trong 1 hàng n càng tăng thì chi phí năng lượng càng lớn (Hình 7). Khi số tầng $m < 5$ thì chi phí năng lượng riêng là nhỏ và khi đó số khoang chứa xe ô tô trong 1 dãy trong khoảng khảo sát $n = 2 \div 10$ chênh nhau không đáng kể. Khi $m \geq 5$ chi phí năng lượng riêng chênh nhau đáng kể (khi $m = 8$ gấp gần 2 lần $m = 4$). Đây là thông số chủ yếu để so sánh lựa chọn các giải pháp thiết kế khác nhau trong quá trình khai thác.



Hình 5. Số xe ô tô chứa /1m²



Hình 6. Thời gian xếp xe, lấy xe



Hình 7. Chi phí năng lượng riêng



5. Kết luận

Bài báo đã trình bày các thông số cơ bản, phương pháp đánh giá lựa chọn giải pháp thiết kế hệ thống lưu giữ xe ô tô con nhiều tầng loại phổ biến theo các giá trị về số xe/1m², thời gian lấy xe, chi phí năng lượng riêng trên cơ sở một hệ thống được cấu thành bởi các thiết bị nâng chuyển. Các thông số cơ bản được tính toán dựa trên các hệ thống lưu giữ xe ô tô phổ biến ở Việt Nam và thế giới. Từ các thông số cơ bản này có thể tính toán lựa chọn xác định hợp lý cho một giải pháp thiết kế hoặc so sánh các hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng với nhau.

Tài liệu tham khảo

1. Vũ Liêm Chính, Phạm Quang Dũng, Hoa Văn Ngũ (2002), *Thang máy - cấu tạo, lựa chọn, lắp đặt*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
2. Huỳnh Văn Hoàng, Đào Trọng Thường (1975), *Tính toán máy trục*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
3. Nguyễn Hồng Ngân, Nguyễn Danh Sơn (2004), *Kỹ thuật nâng chuyển - Máy vận chuyển liên tục*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia thành phố Hồ Chí Minh.
4. Quyết định số 4459/QĐ -UBND (2013), Đầu tư xây dựng các công trình thí điểm lắp dựng giàn thép đỡ xe trên địa bàn thành phố Hà Nội.
5. A.I.Zersalov, B.I.Pevder, I.I. Benesov (1986), *Cranur-Srabeleru*, Moskova Mashinostoienie.
6. M.Y.H. Banggash, T.Banggash (2007), *Lifts, Elevators, Escalator and Moving Walkway/Travelator*, Taylor & Francis/Balkema.
7. S.Sarayu, Sri. Sree Rajendra, V.V.Bongale (2013), "Design and Fabrication of Prototype of Automated Smart Car Parking System using Programmable Logical Controllers (PLC)", *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, Volume No.2, Issue No.9, pp: 857-860.
8. Chang Guo, Ping Guo (2013), "Research on Parking Space Optimal Design Method in Parking Lots", *International Journal of Advancements in Computing Technology*, Vol 5, Number 3, pp: 79-85.
9. Viktor Zadachyn, Oleksandr Dorokhov (2012) "Calculation of Optimal Path For Parallel Car Parking", *Transport and Telecommunication*, Vol 13, No 4, pp: 303-309.
10. Linyuan He, Han Chen (2011), *Parking Shaft*, Saimaa University of Applied Sciences.
11. Chinese Standard JB/8713 (1988): *Mechanical parking systems - Classification, model and basic parameter*.
12. Hintendra.G.Wasnik, R.D.Askhedkar, S.K. Choudhary (2011), *Optimal Automatic Car Prark System for India Environment*, India Streams Rereach Journal, Vol 1, Issue.X, pp: 85-88.
13. Tập hợp tài liệu kỹ thuật hệ thống lưu giữ xe ô tô nhiều tầng của các hãng SIMMATEC, KOSTEC, MITSUBISHI, DONGSUNG, NMC...