

NGHIÊN CỨU GIẢI THUẬT LƯU TRỮ, TRUY XUẤT VÀ VẬN CHUYỂN HÀNG HÓA TRONG HỆ THỐNG KHO LẠNH TỰ ĐỘNG

RESEARCH ALWAYS FOR STORAGE, TRACKING AND TRANSPORTATION OF CARGOES IN AUTOMATIC COLD STORAGE SYSTEM

Đặng Trường Giang
Trường Cao Đẳng Hàng Hải 2
truonggianglaws@gmail.com

Võ Công Phương
Trường ĐH Giao thông Vận tải Tp.HCM

Nguyễn Duy Anh
Trường Đại học Bách khoa Tp.HCM

Tóm tắt - Việt Nam là đất nước có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho việc phát triển các ngành nông nghiệp, thủy hải sản. Với diện tích đồng bằng châu thổ rộng lớn, đường bờ biển dài khoảng 3260 km và vùng thềm lục địa rộng lớn nên nguồn nguyên liệu nông sản, thủy hải sản dồi dào quanh năm. Các Việt Nam hiện nay gặp nhiều khó khăn về cơ sở hạ tầng chưa phát triển đồng bộ với nhu cầu của ngành chế biến, hệ thống quản lý còn thô sơ, dựa vào sức người là chủ yếu. Một số kho đã áp dụng hệ thống mã vạch để quản lý nhưng chủ yếu vẫn là bằng sổ sách ghi chép bằng tay, hay dựa vào trí nhớ, cảm tính của quản kho. Từ những yếu tố đó dẫn đến những hạn chế như: Việc kiểm kê hàng hóa bằng tay không chính xác, hiệu quả không cao; không nắm được chính xác địa điểm lưu kho của từng đơn vị hàng hóa. Từ những vấn đề trên mà yêu cầu hiện nay là xây dựng một hệ thống vận chuyển, lưu trữ và truy xuất hàng hóa trong kho lạnh nhanh chóng, hiệu quả và chính xác là yêu cầu cấp thiết của Việt Nam hiện nay[1]

Từ khóa: Quản lý lưu trữ, truy xuất và vận chuyển hàng hóa trong kho lạnh tự động bằng thuật toán.

Abstract - Vietnam is a country with favorable natural conditions for the development of agriculture and seafood industries. With a large delta area, a coastline of about 3260 km and a large continental shelf area, the source of agricultural and aquatic products is abundant all year round. The present Vietnam faces many physical difficulties. The infrastructure has not been developed synchronously with the needs of the processing industry, the management system is still rudimentary, relying mainly on human power. Some warehouses have applied the bar code system for management, but it is still mainly by manual recording, or based on the memory and feelings of the warehouse manager. These factors lead to limitations such as: The manual inventory of goods is not accurate, the efficiency is not high; From the above problems, the current requirement is to build a fast and efficient transportation, storage and retrieval system of goods in cold storage. And that's exactly the urgent requirement of Vietnam today [1]

Keywords: Management of storage, retrieval and transportation of goods in cold storage automatically by algorithm.

I. GIỚI THIỆU

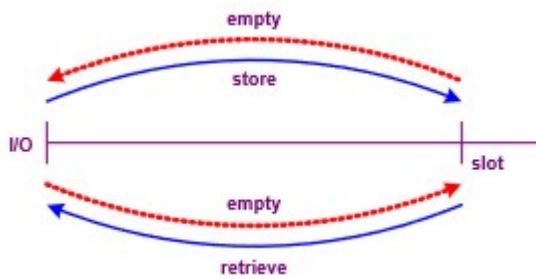
1. Chu trình hoạt động trong kho hàng

Vòng lưu trữ và truy xuất hay a storage and retrieval (S/R) là một vòng khép kín xuất phát từ I/O port đến các vị trí trong kho hàng và kết thúc ở I/O port. Việc xác định vòng

lưu trữ và truy xuất phụ thuộc vào khả năng vận chuyển của thiết bị. Phần lớn các xe nâng chỉ có thể vận chuyển 1 pallet còn các xe cart dùng cho các đơn hàng có thể mang nhiều tải cùng lúc.

Xe nâng đơn:

Single command:



Hình 1. Single command

Storage: mang hàng đến nơi lưu trữ và quay về với xe không.

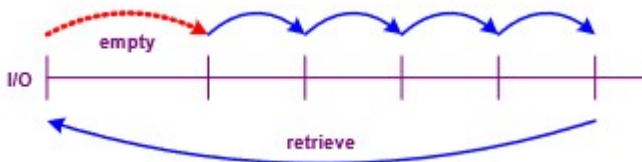
Retrieval: đi xe không đến nơi lưu trữ và mang hàng về depot.

Dual command:



Hình 2. Dual command

Kết hợp giữa storage và retrieval: mang hàng từ depot đến vị trí lưu trữ, di chuyển xe trống đến vị trí lấy hàng và mang hàng về depot. Giảm được quãng đường di chuyển. *Xe cart*: có thể mang nhiều sản phẩm cùng lúc. Do xe cart có thể chứa nhiều case, thùng carton cùng lúc nên nó có thể di chuyển đến nhiều vị trí trong một S/R



Hình 3. Multi command

2. Nhận hàng

Nhận hàng là quá trình bốc dỡ hàng hóa, tiến hành kiểm tra số lượng, chất lượng trước khi tiến hành lưu trữ. Sau đây là một số bước cơ bản trong quá trình nhập hàng:

- Bốc dỡ hàng hóa xuống khỏi xe.

- Xác định nhà cung cấp, kiểm tra số lượng, loại hàng hóa. Loại bỏ bằng mắt các sản phẩm không đạt yêu cầu.
- Kiểm tra chắc chắn các thông số hàng hóa được thỏa mãn. Có thể giữ một số hoặc toàn bộ để phục vụ cho việc kiểm tra và báo cáo các sai số.
- Chuẩn bị cho việc lưu trữ
- Tạo hồ sơ biên nhận.
- Thêm hàng hóa vào danh sách chờ lưu trữ.

3. Lưu trữ

Lưu trữ là quá trình di chuyển hàng hóa từ khu vực nhận hàng đến vị trí lưu trữ trong kho hàng. Có thể tiến hành cross-docking đến khu vực giao hàng. Hiệu quả của việc sử dụng không gian nhà kho phụ thuộc vào giải thuật lưu trữ. Một số yếu tố ảnh hưởng đến việc lựa chọn giải thuật:

- Loại SKU (pallet, case, piece) nếu cần thiết case hoặc piece có thể lưu trữ tại vị trí của pallet, piece có thể lưu trữ của case.
- Vận tốc dòng hàng: tùy theo loại vận tốc dòng hàng (A- nhanh, B- trung bình, C- chậm) mà hàng hóa được sắp xếp gần hay xa lối đi.
- Vị trí ưu tiên: một số loại hàng hóa được ưu tiên xếp cùng với một số loại khác (do thường xuyên ở cùng một đơn hàng) để cải thiện thời gian gom hàng.

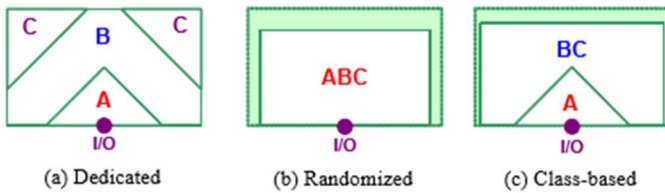
❖ Một số phương thức phân bố hàng hóa

Có 3 cách để sắp xếp hàng hóa vào kho

Dedicated Storage: mỗi loại SKU được xếp vào vị trí nhất định với số lượng được chỉ định. Tổng số lượng vị trí được chỉ định của các SKU phải bằng tổng số lượng không gian trong kho. Thông thường phương pháp này luôn tồn tại một số lượng vị trí trống do hiện tượng "honeycomb loss". Tối thiểu chi phí xử lý, chi phí xây dựng cao, Việc vận hành lưu trữ dễ dàng do mỗi khu sẽ lưu trữ cố định một loại hàng hóa.

Randomized Storage: mỗi SKU được lưu trữ ở một vị trí bất kì đang còn trống gần nhất. Chi phí xây dựng thấp, chi phí xử lý cao. Việc điều khiển phức tạp hơn dedicated storage vì mỗi SKU lưu trữ ở các vị trí bất kì nên cần phải được ghi nhận lại vị trí để phục vụ cho việc truy xuất.

Class-based Storage: là phương pháp có sự kết hợp giữa Dedicated Storage và Randomized Storage. Trong đó, mỗi SKU được chỉ định vào một hoặc một vài khu vực. Việc lưu trữ tự do diễn ra trong mỗi khu vực được chỉ định. Chi phí xây dựng và xử lý nằm ở mức giữa của hai phương pháp dedicated và randomized.



Hình 4. Các phương thức phân bố hàng hóa trong kho

4. Xuất hàng

Là quá trình di chuyển hàng hóa ra khỏi kho cho một đơn hàng. Là quá trình tiêu tốn nhiều nhân công và chi phí nhất trong việc lưu trữ hàng hóa.

Một số phương pháp gom hàng

Discrete picking: một người sẽ thu gom tất cả hàng hóa của một đơn hàng. Không cần sàng lọc lại hàng hóa sau khi thu gom nhưng thời gian di chuyển có thể cao không tương thích khi số lượng hàng hóa ít. Có thể xảy ra ùn tắc nếu số lượng đơn hàng lớn.

Zone picking: Mỗi người chỉ đảm nhiệm nhặt hàng cho một đơn hàng ở một khu vực đã chỉ định trước. Việc gom hàng xảy ra đồng thời giữa các khu vực nên giảm thời gian gom hàng của một đơn hàng.

Batch picking: một người gom cho nhiều đơn hàng. Nó có thể giảm thời gian di chuyển vì càng nhiều mặt hàng thì khả năng mặt hàng nằm gần kề nhau càng cao. Nhưng cần phải thực hiện phân chia hàng hóa theo đơn

hàng sau khi gom. Nó tốn thời gian có thể tương đương thời gian ta vừa tiết kiệm ở trên.

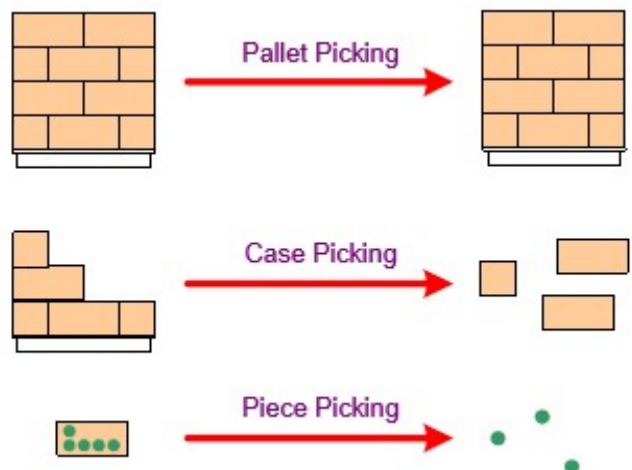
Zone-batch picking: kết hợp giữa hai phương pháp zone picking và batch picking. Tăng khả năng có nhiều mặt hàng trong cùng một khu vực hơn là trên cả diện rộng. Nhưng nó đòi hỏi sự phối hợp cao trong phân loại và hợp nhất.

Bảng 1. Mối quan hệ giữa số lượng người gom hàng và số lượng đơn hàng

Phương pháp	Số người thực hiện 1 đơn hàng	Số đơn hàng mà 1 người thực hiện
Discrete picking	một	một
Zone picking	nhiều	một
Batch picking	một	nhiều
Zone-batch picking	nhiều	nhiều

❖ Đơn vị hàng hóa trong xuất hàng

Việc xuất hàng có thể thực hiện với nhiều kích thước khác nhau tùy theo quy mô của kho và yêu cầu của khách hàng



Hình 5. Kích thước hàng hóa khi xuất hàng

5. Một số phương pháp phân tích hàng hóa trong kho

5.1. Phân tích ABC

ABC là chữ viết tắt của Always, Better, Control là phương pháp cho phép gom nhóm các hàng hóa theo mức độ quan

trọng của các hàng hóa đó dựa trên giá trị hàng hóa bán ra. Phương pháp này được xây dựng dựa trên cơ sở nguyên tắc Pareto.

Phương pháp Pareto được đặt tên theo nhà kinh tế học người Ý Vilfredo Pareto (1848-1923). Ông đã phát hiện ra hầu hết đất đai của các nước khoảng 80% chỉ thuộc về nhóm có quyền lực chiếm 20% dân số. Tỷ lệ này còn đúng trong nhiều trường hợp khác như :20% nhân viên bán hàng tạo ra 80 % doanh thu, 20% lượng khách hàng mang đến 80 lợi nhuận, 20% quỹ thời gian tạo ra 80% kết quả của bạn, 80% các vụ vi phạm pháp luật bị gây ra bởi 20% số tội phạm gây ra.

Phương pháp Pareto còn được biết nhiều dưới các tên gọi khác là quy tắc 80:20, quy luật thiểu số trọng yếu hay quy luật phân bố yếu tố. Ý tưởng của Pareto có thể hiểu đơn giản như sau: 80% các kết quả đến từ 20% nguyên nhân. Trong phân tích ABC, hàng hóa được khuyến cáo chia thành 3 loại:

- A: hàng hóa có giá trị. Đem lại 70-80% lợi nhuận cho doanh nghiệp và thường chỉ chiếm 10-20% số lượng hàng hóa.
- B: hàng hóa trung gian, đem lại 15- 25% lợi nhuận cho doanh nghiệp và chiếm khoảng 30% số lượng hàng hóa.
- C: hàng hóa ít giá trị, đem lại khoảng 5% lợi nhuận cho doanh nghiệp và chiếm khoảng 50% số lượng hàng hóa.

Các loại hàng hóa nhóm A là hàng hóa chủ đạo đảm bảo hoạt động của doanh nghiệp, vì vậy chúng phải được ưu tiên trong việc bố trí, kiểm tra thường xuyên.

Các bước tiến hành phân tích ABC:

- Chuẩn bị danh sách hàng hóa có chứa các thông số giá thành đơn vị và nhu cầu hàng năm.
- Tính doanh thu hàng năm theo từng loại sản phẩm và sắp xếp theo thứ tự giảm dần.

- Tính toán phần trăm doanh thu của từng loại hàng hóa và xếp hàng hóa vào các loại A, B, C.

5.2. Phân tích XYZ

XYZ phân tích theo mức độ ổn định của hàng hóa bán ra được hay nói cách khác được đánh giá qua hệ số biến thiên của nhu cầu sử dụng từng loại hàng hóa.

Mục đích của phân tích XYZ: Hàng hóa bán ra có mức độ ổn định càng cao thì càng dễ dự báo số lượng tiêu thụ của các kì kế tiếp. Nhờ đó mà ta có thể đặt số lượng hàng phù hợp, tránh tình trạng lãng phí do phải lưu trữ hàng hóa số lượng lớn.

Trong phân tích XYZ, hàng hóa được khuyến cáo chia thành 3 loại:

- X: là các hàng hóa có nhu cầu liên tục và ổn định. Số lượng hàng hóa bán ra trong mỗi kỳ là gần như nhau nên có thể dự báo nhu cầu hàng hóa nhóm này với độ chính xác cao. Hệ số biến thiên $CV \leq 0.1$.
- Y: là các hàng hóa có nhu cầu không liên tục, chịu ảnh hưởng của các yếu tố như mùa vụ, theo xu hướng thị trường. Hệ số biến thiên $0.1 < CV \leq 0.25$.
- Z: là các hàng hóa có nhu cầu không thường xuyên, không thể dự báo trước nhu cầu của thị trường. Hệ số biến thiên $CV > 0.25$.

Các bước tiến hành phân tích XYZ

- Chuẩn bị danh sách hàng hóa có nhu cầu tiêu thụ tương ứng (D).
- Tính toán lần lượt các giá trị sau cho từng loại hàng hóa:

Nhu cầu tiêu thụ trung bình \bar{D}

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

Độ lệch chuẩn σ

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{n - 1}}$$

Hệ số biến thiên CV

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{D}}$$

- Dựa vào hệ số biến thiên CV, tiến hành xếp hàng hóa vào các nhóm X, Y, Z.



Hình 6. Phân loại XYZ theo số lượng bán ra.

5.3. Phân tích HML

HML là từ viết tắt cho High, Medium và Low. Tiêu chí để phân loại là giá trị của từng loại sản phẩm (unit value). Mỗi công ty sẽ có quy ước khác nhau về giá trị hàng hóa được xếp vào các loại H, M, L.

Mục đích của phân tích HML:

- Xác định nhân viên phụ trách: Trong việc quản lý hàng hóa, tùy theo cấp bậc cũng như kinh nghiệm mà nhân viên sẽ đảm nhận loại hàng hóa tương ứng. Hàng hóa loại H thì ưu tiên giao cho những nhân viên có chức vụ cao, nhiều kinh nghiệm. Hàng hóa loại L thì có thể giao cho nhân viên ít kinh nghiệm hay trong quá trình thử việc.
- Xác định tần suất kiểm tra hàng hóa: Đối với hàng hóa loại H có giá trị cao thì cần kiểm tra thường xuyên hàng ngày. Hàng hóa loại M thì kiểm tra ít thường xuyên hơn như hàng tuần. Hàng hóa loại L thì tần suất kiểm tra có thể ít nhất như theo tháng, theo quý.

Đưa ra các chính sách ưu đãi khác nhau với từng nhóm khách hàng.

- Các bước thực hiện phân tích HML
- Chuẩn bị danh sách hàng hóa có giá thành đơn vị tương ứng.
- Xếp hàng hóa vào các loại H, M, L tương ứng với giá trị của từng hàng hóa.

5.4. Phân tích FSN

FSN là từ viết tắt cho Fast moving, Slow moving, Non moving. Tiêu chí đánh giá là tỉ lệ sản phẩm được tiêu thụ, mức độ thường xuyên giao dịch của hàng hóa. Một số nguyên nhân dẫn đến hàng hóa bị đưa vào Slow moving hoặc Non moving như là sự phát triển của khoa học kỹ thuật làm cho các hàng hóa trở nên lỗi thời, mùa trong năm,...

Mục đích của phân tích FSN:

- Xác định các mặt hàng mua, bán thường xuyên Fast moving, từ đó có thể quyết định vị trí lưu kho để rút ngắn thời gian cũng như quãng đường vận chuyển.
- Các mặt hàng Non moving có lượng tồn kho cao cần xem xét lại để đảm bảo không lãng phí không

gian khovà chi phí bảo quản. Có thể tìm các mặt hàng thay thế để tăng hiệu suất sử dụng.

Các bước thực hiện phân tích FSN

- Tính toán số ngày lưu kho và tỉ lệ tiêu thụ của từng mặt hàng.
- Thực hiện phân loại FSN dựa trên số ngày lưu kho. Loại hàng F, S, N lần lượt chiếm 10%, 20%, 70% số ngày lưu kho.
- Thực hiện phân loại FSN dựa trên tỉ lệ tiêu thụ. Mỗi công ty có quy định riêng về tỉ lệ tiêu thụ. Loại hàng F, S, N lần lượt chiếm 70%, 20%, 10% lượng tiêu thụ.
- Thực hiện phân loại hàng hóa theo hai phân tích trên.

Bảng 2. Kết quả phân tích FSN

FSN (Tỉ lệ tiêu thụ)	FSN (Số ngày lưu kho)	FSN cuối cùng
F	F	F
F	S	F
F	N	S
S	F	S
S	S	S
S	N	N
N	F	S
N	S	N
N	N	N

5.5. Phân tích SDE

SDE là từ viết tắt cho Scarce, Difficult, Easy to obtain. Phân tích dựa trên nguồn cung cấp hàng hóa trên thị trường.

Mục đích của phân tích SDE: Khi các nguồn hàng trở nên khan hiếm (đặc biệt ở các nước đang phát triển), phương pháp này rất hữu ích cho việc xây dựng chính sách cho việc nhập và lưu trữ hàng hóa.

- S (Scarce): là loại hàng hóa khan hiếm. Thường là các mặt hàng nhập khẩu, hàng phụ tùng,...
- D (Difficult): là các mặt hàng nội địa nhưng không có nhiều nhà cung cấp, hoặc nguồn hàng ở khoảng cách xa.
- E (Easy): là mặt hàng có nhiều trên thị trường.

5.6. Phân tích VED

- VED là từ viết tắt cho Vital, Essential, Desirable. Phân tích dựa trên mức độ quan trọng của từng loại hàng hóa, sự ảnh hưởng của nó đến quá trình sản xuất. Phân tích này thường dùng trong ngành phụ tùng, bảo dưỡng.
- Mục đích của phân tích VED: dựa trên mức độ quan trọng cũng như khả năng thay thế mà quyết định đến việc nhập hàng.
- V (Vital): là các hàng hóa, phụ tùng quan trọng mà nếu không có thì dây chuyền sản xuất hoặc thiết bị không thể hoạt động hoặc hoạt động không an toàn.
- E (Essential): là các hàng hóa, phụ tùng cần thiết mà nếu không có thì sẽ làm giảm hiệu suất hoạt động của dây chuyền sản xuất hoặc thiết bị. Có thể tạm thời không thay thế phụ tùng bị hỏng do nó không ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự an toàn và hiệu suất công việc. Các phụ tùng này có thể sửa chữa để dùng tạm thời.
- D (Disirable): là các hàng hóa, phụ tùng mà nếu không có thì hầu như không ảnh hưởng đến hiệu suất công việc.

Trong thực tế, việc quyết định lưu trữ hàng hóa hay phụ tùng không chỉ được quyết định bởi mức độ quan trọng của hàng hóa mà còn phụ thuộc vào giá trị tiêu thụ hàng năm. Do đó, người ta thường xuyên kết hợp hai phương pháp phân tích VED và ABC. Từ đó, ta có 9 cách kết hợp khác nhau giữa A, B, C và V, E, D. Thông thường, người ta sẽ chia hàng hóa thành 3 nhóm sau:

- Nhóm I: AV, BV, CV, AE, AD.
- Nhóm II: BE, CE, BD.
- Nhóm III: CD.

Trong đó nhóm I là loại hàng hóa cần thiết nhất và cũng có giá trị nhất nên cần đặc biệt quan tâm.

5.7. Phân tích SOS

SOS là chữ viết tắt cho Seasonal items và Off Seasonal items. Dựa vào tính mùa vụ của hàng hóa mà lượng hàng hóa của từng loại trong kho sẽ thay đổi theo từng thời điểm trong năm.

Mục đích: dựa vào thời gian mùa vụ của hàng hóa, bộ phận thu mua có chính sách thu mua hàng hóa để đạt được lợi nhuận cao và đồng thời tổ chức quản lý kho tốt hơn.

- Seasonal items: được chia thành hai nhóm
 - + Hàng hóa theo mùa chỉ có trong một khoảng thời gian giới hạn (thường là các hàng nông sản). Vì vậy cần đảm bảo thu mua hàng hóa đáp ứng nhu cầu của cả năm. Các vấn đề cần quan tâm là không trong kho, đảm bảo chất lượng hàng hóa.
 - + Hàng hóa theo mùa nhưng có trong suốt cả năm. Như lương thực và ngũ cốc, mặc dù chúng có quanh năm nhưng giá rẻ nhất là trong mùa thu hoạch.
- Off Seasonal items: hàng hóa có quanh năm và không có sự biến động lớn về giá.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT CHO GIẢI THUẬT ĐIỀU KHIỂN

A. Cơ sở lý thuyết giải thuật sắp xếp hàng hóa lúc nhập hàng

Như trình bày ở phần I, hiện nay có 3 phương pháp sắp xếp hàng hóa được áp dụng nhiều

- Dedicated storage: mỗi loại hàng hóa được sắp xếp vào một khu vực chỉ định trước.
- Randomized storage: mỗi loại hàng hóa được xếp vào các vị trí còn trống ngẫu nhiên thường phải đáp ứng yêu cầu quảng đường nhập kho ngắn nhất.

- Class-Based storage: một số loại hàng hóa đặc biệt được lưu trữ ở vị trí chỉ định trước, các loại hàng hóa còn lại thì lưu trữ ngẫu nhiên tại các vị trí kho còn lại.

Bên cạnh các phương pháp trên, tùy vào yêu cầu sử dụng kho hàng hay đặc điểm layout của nhà kho mà có các phương pháp sắp xếp riêng hay là sự kết hợp giữa nhiều phương pháp khác nhau.

Trong phần này sẽ xác định vị trí các pallet khi nhập hàng sao cho quảng đường nhập hàng là ngắn nhất. Các pallet sẽ được sắp xếp dựa trên trọng số của từng vị trí trong kho có dựa trên phân tích FSN.

1. Tính toán kích thước kệ chứa

Việc xác định trọng số từng vị trí phụ thuộc vào kích thước kệ chứa. Vì vậy ta cần tính kích thước kệ chứa trong kho lạnh trước tiên.

Kích thước kệ chứa phụ thuộc vào loại pallet được sử dụng trong kho lạnh. Hiện nay có nhiều loại pallet với các kích thước khác nhau. Tùy theo khu vực sử dụng hoặc đặc điểm loại hàng hóa lưu kho mà người thiết kế sẽ lựa chọn loại pallet thích hợp.

Bảng 3. Kích thước pallet thường dùng trong bảo quản thực phẩm

Kích thước (mm)	Khu vực sử dụng	Ngành nghề sử dụng
1000 x 1200 x 150	Châu Âu, Châu Á	Thực phẩm

Ta chọn loại kệ chứa là Conventional Pallet Racking của hãng Mecalux. Các kích thước của kệ chứa được tính toán như sau:

Chiều dài thanh dầm

$$L_B = 3.x + 4.a = 3.1000 + 4.75 = 3300 \text{ mm}$$

Kích thước chiều dài kệ:

$$L = 2.L_B + 3.k = 2.3300 + 3.101 = 6903 \text{ mm}$$

Tổng kích thước chiều dài các kệ:

$$L_{SUM} = 3.L + 2.W_{aisle} = 3.6903 + 2.3500 = 27709 \text{ mm}$$

Kích thước chiều rộng kệ (khi đã chất hàng):

$$W = y = 1200 \text{ mm}$$

Tổng kích thước chiều rộng các kệ:

$$W_{SUM} = 14 \cdot W + 7 \cdot (W_{ai\text{lse}} - 100) + 6 \cdot b$$
$$= 14 \cdot 1200 + 7 \cdot (3500 - 100) + 6 \cdot 100 = 41200 \text{ mm}$$

Kích thước chiều cao kệ:

$$H = 2 \cdot (H_{Load} + z + c) + 2 \cdot H_B$$
$$= 2 \cdot (1500 + 150 + 100) + 2 \cdot 130 = 3760 \text{ mm}$$

Kích thước chiều cao kệ khi đã chất hàng lên tầng trên cùng

$$H_{SUM} = H + H_{Load} + z = 3760 + 1500 + 150 = 5410 \text{ mm}$$

Trong đó:

L, W, H: là chiều dài, rộng, cao của kệ

L_B, H_B: chiều dài và chiều cao thanh dầm.

H_{Load}: chiều cao tối đa của hàng hóa chất trên pallet, H_{Load} = 1500 mm.

k: kích thước thanh khung (cột) của kệ.

a, b, c: là khoảng cách dư an toàn tối thiểu theo chiều dài, rộng cao.

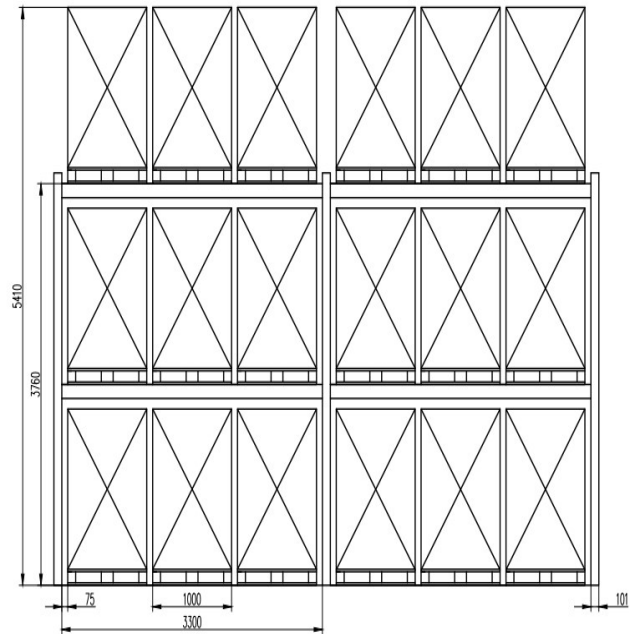
x, y, z: là chiều dài, rộng, cao của pallet.

W_{ai\text{lse}}}: chiều rộng lối đi giữa các kệ, được xác định dựa trên chiều rộng lối đi tối thiểu để xe nâng có thể xoay.

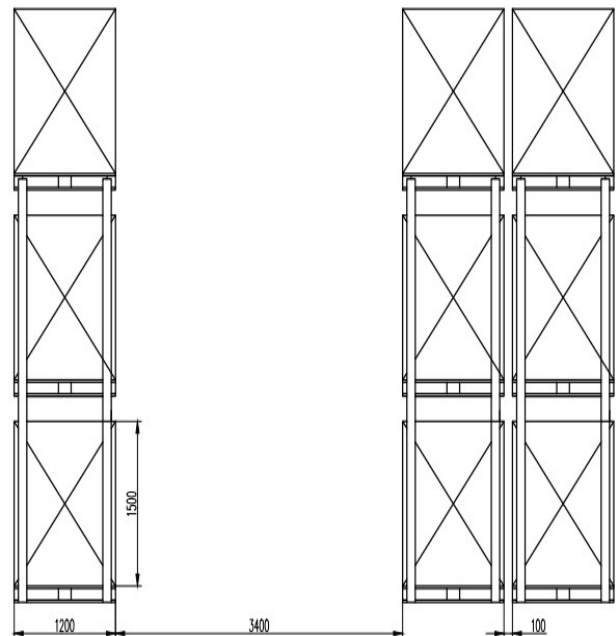
W_{ai\text{lse}}} thường được xác định dựa trên chiều rộng lối đi tối thiểu để xe nâng có thể xoay được xác định bởi tổng các giá trị:

- Chiều rộng cần thiết để xe nâng xoay (chưa tính đến tải): đối với mẫu xe nâng 8FBE 1 tấn của Toyota là 1730 mm
- Chiều dài tải: chiều dài pallet ở đây là 1200 mm
- Độ hở an toàn: theo hướng dẫn của Toyota là 12 in xấp xỉ 305 mm

Vậy chiều rộng lối đi tối thiểu để xe nâng có thể xoay được là 3235 mm, ta chọn chiều rộng lối đi giữa các kệ là 3500 mm.



Hình 7. Mặt bên của kệ



Hình 8. Mặt trước của kệ

2. Xác định trọng số từng vị trí trong kho

Trọng số từng vị trí trong kho thực chất chính là quãng đường đi chuyển từ I/O đến các vị trí tương ứng. Việc xác định độ dài quãng đường từ I/O đến vị trí nhập hàng (tính luôn cả khoảng cách mà xe nâng tiến hành nâng hàng lên các tầng trên của kệ) được tính bằng công thức:

$$d_i = |x_i - x_{I/O}| + |y_i - y_{I/O}| + z_i$$

Trong đó

$x_i, x_{I/O}$: Hoành độ của vị trí ô chứa và pallet tại vùng đệm.

$y_i, y_{I/O}$: Tung độ của vị trí ô chứa và pallet tại vùng đệm.

z_i : độ cao tầng vị trí ô chứa.

Các kích thước kho lạnh, ta có thể tính được trọng số từng vị trí.

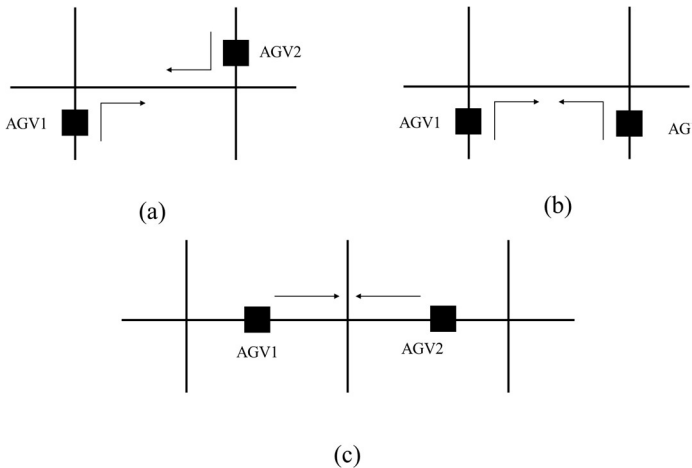
B. Cơ sở lý thuyết giải quyết vấn đề va chạm giữa các forklift

1. Các kiểu va chạm giữa hai AGV (Automated guided vehicle systems):

Hai xe có va chạm hai không được xác định dựa trên vị trí của AGV và thời gian AGV tại vị trí đó.

- Va chạm trực diện (Head-on collision):

Hai AGV di chuyển trên cùng một đoạn đường hoặc qua một ngã tư nhưng lại đi ngược chiều nhau tại cùng một thời điểm.



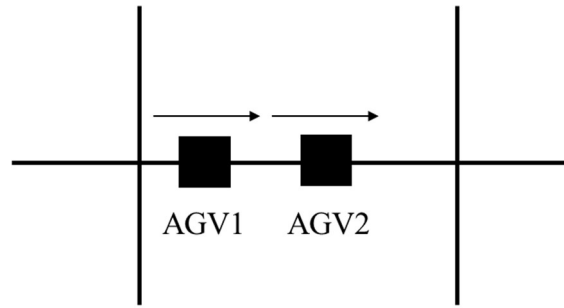
Hình 9. Các dạng va chạm trực diện

(a), (b) va chạm trực diện trên đoạn đường, (c) va chạm trực diện tại một ngã tư.

- Va chạm do bắt kịp (Catching up collision):

Hai AGV di chuyển trên cùng một đoạn đường tại cùng một thời điểm và đi cùng chiều nhau. Do sự chênh lệch về vận tốc mà xe chạy sau bắt kịp xe trước. Trong hình

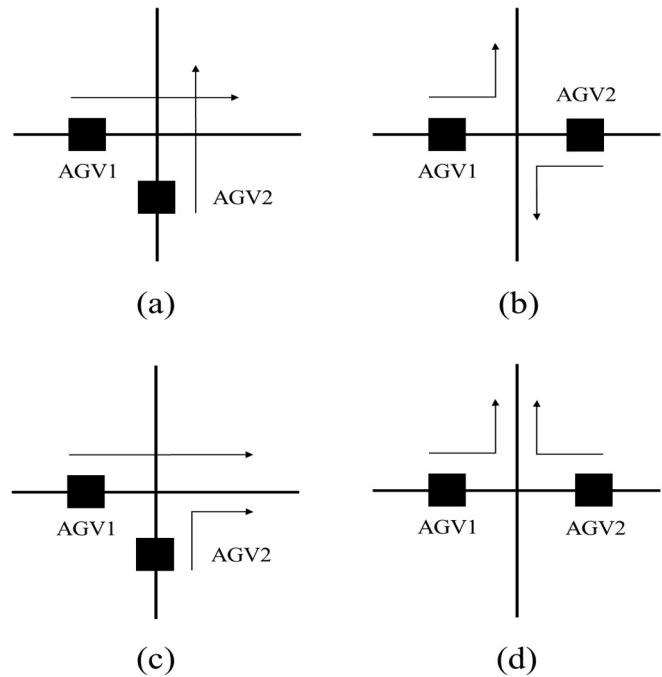
(2) nếu AGV1 có vận tốc nhanh hơn sẽ gây ra va chạm với AGV2.



Hình 10. Va chạm bắt kịp

- Va chạm chéo (Cross collision):

Hai AGV cùng di chuyển qua một ngã tư tại cùng một thời điểm. Sau khi rời khỏi ngã tư, hai AGV có thể đi khác hướng hoặc cùng hướng nhau.

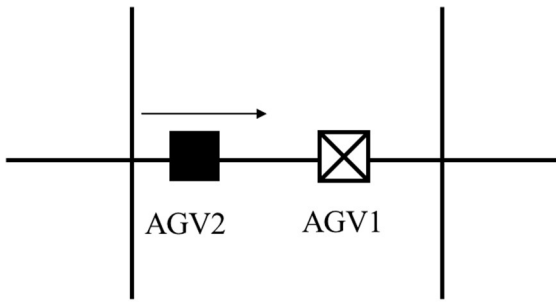


Hình 11. Các dạng va chạm chéo

(a), (b) hai AGV ra khỏi ngã tư theo hai hướng khác nhau. (c), (d) hai AGV ra khỏi ngã tư theo cùng một hướng.

- Va chạm chiếm chỗ (Occupancy collision):

Khi AGV1 đã đến được điểm đến và đang tiến hành lấy hàng (hoặc xuất hàng) thì AGV2 đi vào trên cùng đoạn đường.



Hình 12. Va chạm chiếm chỗ

$$S_{\alpha}^1 = S_{\beta+1}^2$$

$$S_{\alpha+1}^1 = S_{\beta}^2$$

$$|\tau_{\alpha}^1 - \tau_{\beta}^2| < \delta$$

- Va chạm chéo:

Nếu hai AGV1 và AGV2 đến cùng một node trong cùng một khoảng thời gian thì va chạm chéo sẽ xảy ra tại node đó.

$$S_{\alpha}^1 = S_{\beta}^2$$

$$|\tau_{\alpha}^1 - \tau_{\beta}^2| < \delta$$

- Va chạm chiếm chỗ:

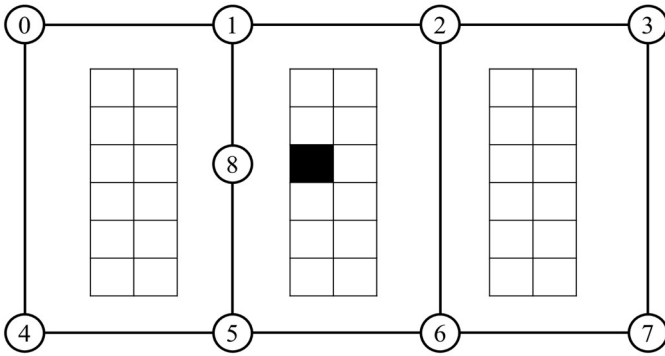
Giả sử AGV1 đến đoạn đường giữa hai node (8) (9) và đang tiếng hành lấy hàng. Thời gian lấy hàng tối đa của AGV1 là t . Trong khoảng thời gian đó nếu AGV2 cũng đi qua đoạn (8) (9) thì va chạm chiếm chỗ xảy ra.

$$S_{\alpha}^1 = S_{\beta}^2$$

$$0 < \tau_{\beta}^2 - \tau_{\alpha}^1 < t_{\alpha}^1 + \delta$$

2. Dự đoán các dạng va chạm:

Trong nhà kho, giả sử mỗi ngã tư và các vị trí lấy hàng và xuất hàng được biểu diễn bằng các node. Trong đó, các node đều được đánh số và có một địa chỉ ID tương ứng.



Hình 13. Mô hình mô phỏng nhà kho

Các kí hiệu:

S_m^n : là địa chỉ ID của node thứ m và nó thuộc đường đi của AGV_n . Ví dụ S_{α}^1 là ID của node α và nó thuộc đường đi của AGV_1 . ID của node đứng trước node α là $S_{\alpha-1}^1$, ID của node đứng sau node α là $S_{\alpha+1}^1$.

τ_m^n : là thời gian mà AGV_n đến node m .

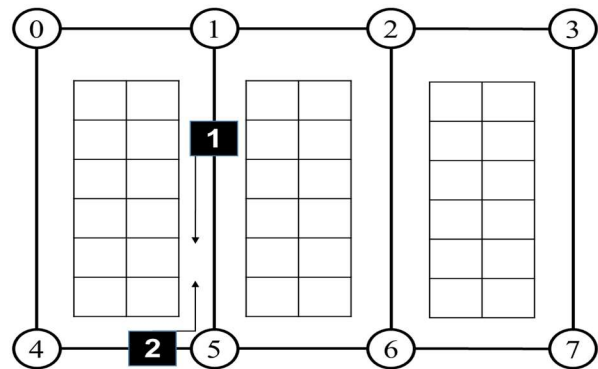
t_m^n : là thời gian mà AGV_n lấy hàng hoặc nhập hàng tại node m .

- Va chạm trực diện:

Giả sử đường đi của AGV1 lần lượt qua hai node (8) và (9), đường đi của AGV2 lần lượt qua hai node (9) và (8). Nếu AGV1 không ra khỏi node (9) trước khi AGV2 đến thì va chạm trực diện sẽ xảy ra trên đoạn đường nối hai node (8) và (9).

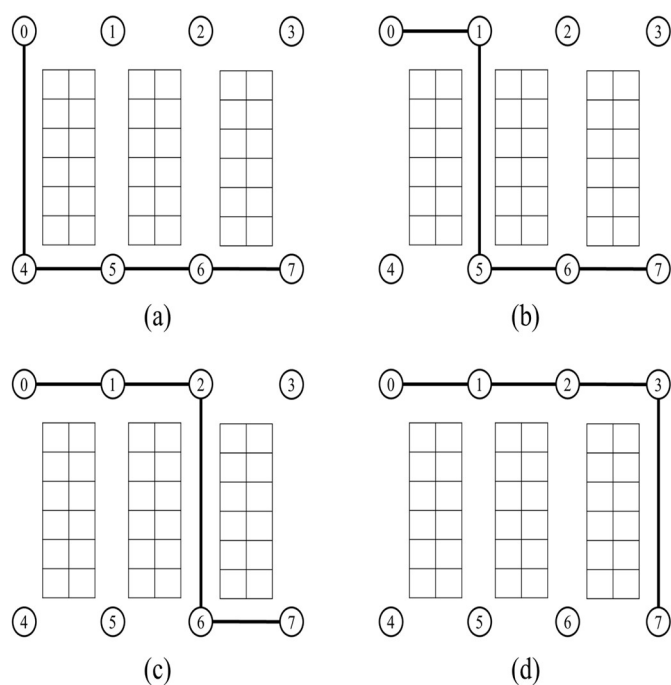
3. Các phương pháp tránh va chạm

Phương pháp truyền thống: Khi có khả năng xảy ra va chạm giữa hai AGV, cách truyền thống được sử dụng nhiều nhất chính là chờ. Như trong ví dụ dưới đây, khi AGV1 đang di chuyển trong lối đi (1)(5) và AGV2 cũng có xu hướng đi vào cùng lối. Để tránh va chạm xảy ra, AGV2 sẽ chờ cho đến khi AGV1 rời khỏi lối đi (1)(5) rồi mới đi vào.



Hình 14. Phương pháp truyền thống

Phương pháp chọn lối đi có khoảng cách ngắn nhất khác: phụ thuộc vào layout của từng nhà kho mà giữa hai vị trí sẽ có nhiều cách đi khác nhau. Trong layout bên dưới, có tất cả 4 cách đi ngắn nhất để di chuyển từ node (0) đến node (7). Như vậy khi một lối đi có khả năng sẽ xảy ra va chạm, ta có thể chọn một lối đi khác có cùng khoảng cách ngắn nhất. Cách này được sử dụng nhiều nhất khi có thể xảy ra va chạm giữa các AGV. Trong một số trường hợp mà không có nhiều các đoạn đường ngắn nhất thay thế, ta sẽ sử dụng các phương pháp khác.



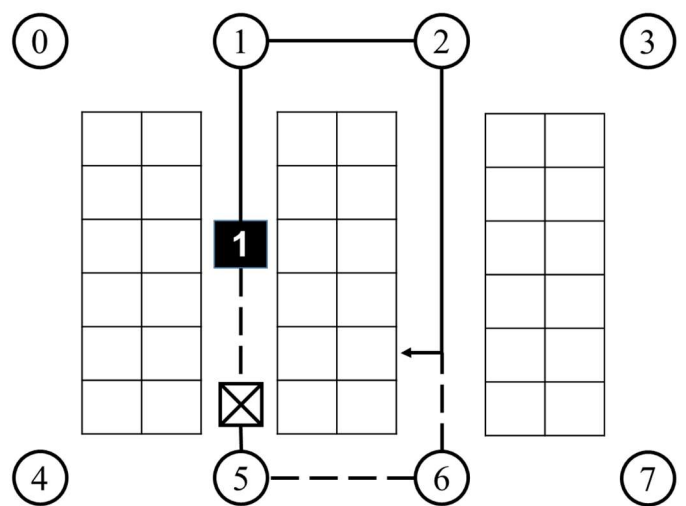
Hình 15. Phương pháp chọn lối đi ngắn nhất khác

- (a) (0) (4)(5)(6)(7)
- (b) (0) (1)(5)(6)(7)
- (c) (0) (1)(2)(6)(7)
- (d) (0) (1)(2)(3)(7)

Phương pháp chờ tại điểm xuất phát: cách này khá giống với phương pháp chờ truyền thống. Nhưng thay vì chờ tại điểm có thể xảy ra va chạm thì cách này chờ tại điểm xuất phát. Phương pháp chờ truyền thống tại vị trí xảy ra va chạm sẽ giảm khả năng di chuyển của các AGV khác. Ngoài ra, phương pháp truyền thống còn gây lãng

phí năng lượng trong quá trình chờ. Phương pháp này thường được sử dụng khi có khả năng xảy ra va chạm chéo giữa hai AGV ở các ngã tư.

Phương pháp chọn lối đi có khoảng cách lớn hơn: khi có thể xảy ra va chạm giữa hai AGV và không còn lối đi có khoảng cách ngắn nhất khác, ta phải tiến hành chọn một lối đi khác dựa vào tình trạng kho hiện tại. Phương pháp này thường được sử dụng khi có thể xảy ra va chạm trực diện hay va chạm chiếm chỗ giữa hai AGV. Trong hình (8) khi AGV1 đang ở trên đoạn (1)(5) và cần di chuyển đến vị trí mới trên đoạn (2)(6). Cùng lúc đó AGV2 đang thực hiện nhiệm vụ nên cần chờ một khoảng thời gian khá lâu. Vì vậy, thay vì chờ để đi con đường ngắn nhất theo hướng (5)(6), AGV1 sẽ di chuyển theo hướng (1)(2). Đoạn đường mới tuy dài hơn nhưng sẽ giảm thời gian chờ.



Hình 16. Phương pháp chọn lối đi có khoảng cách lớn hơn.

III. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

Muốn tăng dung tích kho thì bằng cách thiết kế, bố trí lại kho. Việc làm này phát sinh nhiều kinh phí, tốn kém và mất nhiều thời gian để làm việc này. Khi đưa vận hành

trong kho lạnh từ 2 xe trở lên sẽ phát sinh nhiều biến cố mà chính là xe nâng hoặc xe forklifts ảnh hưởng hiệu quả cho doanh nghiệp. Bài báo này xây dựng cơ sở lý thuyết và giải quyết 1 phần vấn đề khó khăn trên. Công việc trong tương lai sẽ bao gồm thiết kế hệ thống cơ khí kết hợp với lập kế hoạch tuyến đường cho các hệ thống cơ khí để tối ưu hóa thời gian và khoảng cách. Trong đó, để kiểm soát hệ thống cơ khí để di chuyển qua các tuyến đường tối ưu và giải quyết xung đột của các xe forklift, xe nâng và xây dựng phần mềm điều khiển của các xe này. Đây là việc làm thiết thực và thú vị cũng như đầy thử thách.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Truong Giang Dang, Duy Anh Nguyen Ngoc Cuong Truong, “Development of automated storage and retrieval algorithm in cold warehouse” Journal of Transportation Science and Technology, Vol 29, Aug 2018
- [2] Ngoc Cuong Truong, Truong Giang Dang, Duy Anh Nguyen, “*Development of automated storage and retrieval algorithm in cold warehouse*”, South East Asian Technical University Consortium Symposium, ISSN: 1882-5796, 13-14 March 2017.
- [3] Ngoc Cuong Truong, Truong Giang Dang, Duy Anh Nguyen, “*Development and Optimization of Automated Storage and Retrieval Algorithm warehouse by Combining Storage Location Identification and Route Planning Method*”. IEEE International Conference on System Science and Engineering, ISSN: 2325-0925, 21-23 July 2017.
- [4] Ngoc Cuong Truong, Truong Giang Dang, Duy Anh Nguyen, “*Building Management Algorithms in Automated Warehouse Using Continuous Cluster Analysis Method*”. AETA 2017 - Recent Advances in Electrical Engineering and Related Sciences: Theory and Application. Springer, Cham, 2017, Volume 465. PP. 1068 - 1077, ISBN: 978-3-319-69813-7.
- [5] Petersen, C.G. (1997), “*An evaluation of order-picking routeing policies*”, International Journal of Operations & Production Management, Vol. 17 No. 1, PP. 1096-111.
- [6] G. Moon & Gil-Pyo Kim, Department of Industrial Engineering, College of Engineering, Dong-A University, Pusan 604-714, South Korea “*Effects of relocation to AS/RS storage location policy with production quantity variation*” Computers & Industrial Engineering, Volume 40, Issues 1–2, June 2001, PP 1-13.
- [7] M. Fukunari & C. J. Malmberg “*A heuristic travel time model for random storage systems using closest open location load dispatching*” International Journal of Production Research, Volume 46, 2008 - Issue 8, 19 Feb 2008.
- [8] Michael G. Kay (2015). *Warehousing*. Fitts Dept. of Industrial and Systems Engineering North Carolina State University.
- [9] Thomas Chabot .et al (2015). *Mathematical Models, Heuristic and Exact Method for Order Picking in 3D-Narrow Aisles*. Interuniversity Research Centre on Enterprise Networks, Logistics and Transportation (CIRRELT).