

**การปรับปรุงระบบบริหารจัดการคลังสินค้าเพื่อกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้า :  
กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**

**The Improvement of Warehouse Management System to Determine Storage Location  
for the Product: A Case Study of Northeast Distribution Center**

อัจจิมา เชิดชม และ ปณิธาน พีรพัฒน์\*

Ujjima Cherdchom and Panitarn Peerapattana

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khonkaen University

\*E-mail: panpee@kku.ac.th

Received: Sep 09, 2018

Revised: Mar 06, 2019

Accepted: Mar 21, 2019

**บทคัดย่อ**

การจัดเก็บและหยิบสินค้าเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในคลังสินค้า โดยเฉพาะกระบวนการหยิบสินค้าเป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายในการจัดการคลังสินค้ามากที่สุดถึง 55% งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้าและหยิบสินค้าในระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (WMS) ของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อลดระยะทางในการจัดเก็บและหยิบสินค้า รวมถึงการเพิ่มอัตราประโยชน์พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า โดยการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ร่วมกับโปรแกรม Lingo optimization ในการหาตำแหน่งการวางสินค้าที่เหมาะสมตามนโยบายการจัดเก็บสินค้า แบบกำหนดตำแหน่ง และแบบสุ่ม ภายใต้สมมติฐานปริมาณความต้องการคงที่และไม่คงที่ ผลการวิจัย พบว่าระยะทางการเคลื่อนที่รวมและอัตราประโยชน์การใช้พื้นที่ในการจัดเก็บทั้ง 2 แบบภายใต้ปริมาณความต้องการคงที่ที่มีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ปริมาณความต้องการไม่คงที่มีผลแตกต่างกันชัดเจนในกรณีการจัดเก็บแบบสุ่มสามารถลดระยะทางรวมจากเดิมได้ 10% และสามารถเพิ่มอัตราประโยชน์ของพื้นที่ถึง 23% ดังนั้นภายใต้ปริมาณความต้องการไม่คงที่การจัดเก็บแบบสุ่มมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับระบบ WMS และสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมในการจัดการคลังสินค้าจากแบบปัจจุบันได้มากที่สุดได้ถึง 276,000 บาทต่อเดือน

**คำสำคัญ :** ระบบบริหารจัดการคลังสินค้า การจัดเก็บแบบกำหนดตำแหน่ง และแบบสุ่ม การใช้ประโยชน์พื้นที่ การหยิบสินค้า

**Abstract**

The put away and order picking operation are very important activities in warehouse management since 55% of the overall cost in warehouse management come from order picking operation. This study presents methods to determine the storage location for put away and order picking operation in Warehouse Management System (WMS) to reduce traveling distance and increase space utilization. By applying the mathematical model with Lingo optimization software to determine the storage location for two policies; dedicated storage and random storage under certainty and uncertainty demand. The result shows that the total traveling distance and space utilization under certainty demand is slightly different while it shows significantly different under uncertainty demand in case of the random storage policy reduced traveling distance about 10% and increased space utilization up to 23%. Therefore, under uncertainty demand, the random storage policy is the most efficient in warehouse management system of this study which can decrease warehouse management cost approximately 276, 000 THB per month.

**Keywords:** Warehouse management system, Dedicated and random storage, Space utilization, Order picking

## 1. บทนำ

การจัดการคลังสินค้าเป็นหนึ่งในกิจกรรมที่มีความสำคัญมากในระบบโลจิสติกส์ [1] และธุรกิจคลังสินค้ามีอัตราการขยายตัวอย่างต่อเนื่องโดยข้อมูลจากศูนย์วิจัยกสิกรไทย [2] กล่าวว่าในปี 2560 ธุรกิจคลังสินค้ามีอัตราการขยายตัว 6.2% คิดเป็นมูลค่า 71,700 ล้านบาท คาดการณ์ในปี 2561 จะมีอัตราการขยายตัว 5.3 - 7.0 % คิดเป็นมูลค่า 75,500-76,700 ล้านบาท (Figure 1) เนื่องจากการขยายตัวของธุรกิจ E-Commerce ดังนั้นการบริหารงานคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจึงมีความจำเป็นต่อธุรกิจอย่างมาก การจัดการคลังสินค้าโดยทั่วไปพบว่าการจัดการเก็บสินค้าและหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมหลักที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากกิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายสูงถึง 55% ของค่าใช้จ่ายในการบริหารคลังสินค้า [3] และจากการศึกษา งานวิจัย [4] ได้กล่าวถึง 5 ปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการหยิบสินค้าได้แก่ (การออกแบบคลังสินค้า การกำหนดนโยบายการจัดเก็บสินค้า นโยบายการหยิบสินค้า กลยุทธ์เส้นทางการเคลื่อนที่ในคลังสินค้า และ เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้า) ดังนั้นคลังสินค้าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายการหยิบสินค้าลงได้ จะต้องบริหารจัดการตั้งแต่กระบวนการจัดเก็บสินค้าโดยจัดเก็บสินค้าในตำแหน่งที่เหมาะสมตั้งแต่ต้น [5]

| ธุรกิจโลจิสติกส์                                               | 2560                |                     | 2561                |                     |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                                                                | มูลค่า<br>(ล้านบาท) | อัตรา<br>ขยายตัว(%) | มูลค่า<br>(ล้านบาท) | อัตรา<br>ขยายตัว(%) |
| ธุรกิจขนส่งสินค้าทางบก                                         | 137,700             | 6.2                 | 145,100 - 147,300   | 5.3 - 7.0           |
| ธุรกิจคลังสินค้า                                               | 71,700              | 6.2                 | 75,500 - 76,700     | 5.3 - 7.0           |
| ธุรกิจรับจัดส่งสินค้าระหว่าง<br>ต่างประเทศ (Freight forwarder) | 57,700              | 1.6                 | 58,000 - 58,900     | 0.5 - 2.1           |
| ธุรกิจไปรษณีย์ภัณฑ์และ<br>รับส่งสินค้า                         | 28,100              | 8.7                 | 30,800 - 31,300     | 9.6 - 11.3          |

หมายเหตุ: มูลค่าธุรกิจโลจิสติกส์รวมภายใต้กรอบแนวคิดรายได้ประชาชาติของประเทศไทย

Figure 1 The growth rate of logistics business

จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้ศึกษาถึงนโยบายการจัดเก็บสินค้าแบบต่างๆ ได้แก่ การจัดเก็บแบบกำหนดตำแหน่ง (Dedicated storage) และการจัดเก็บแบบสุ่ม (Random storage) [6] ร่วมกับการประยุกต์โปรแกรม Lingo optimization มาช่วยสนับสนุนการทำงานของระบบ WMS เพื่อให้ระบบ WMS ของบริษัทกรณีศึกษามีประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น โดยสามารถกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บที่

นโยบายรวมถึงการเปรียบเทียบนโยบายการจัดเก็บกับรูปแบบของปริมาณความต้องการสินค้าแบบคงที่และไม่คงที่

2.1 แผนผังคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษา โดยคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษามีพื้นที่ทั้งหมด 6,480 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่ใช้สอยจำนวน 5,760 ตารางเมตร และพื้นที่ทางเดินจำนวน 720 ตารางเมตร มีประตูเข้า-ออกทั้งหมด 10

เหมาะสมให้กับสินค้าเพื่อช่วยลดระยะทางในการจัดเก็บ และการหยิบสินค้าลง เนื่องจากปัญหาของระบบ WMS บริษัทกรณีศึกษาปัจจุบันคือ ระบบ WMS ไม่สามารถกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดเก็บสินค้าได้

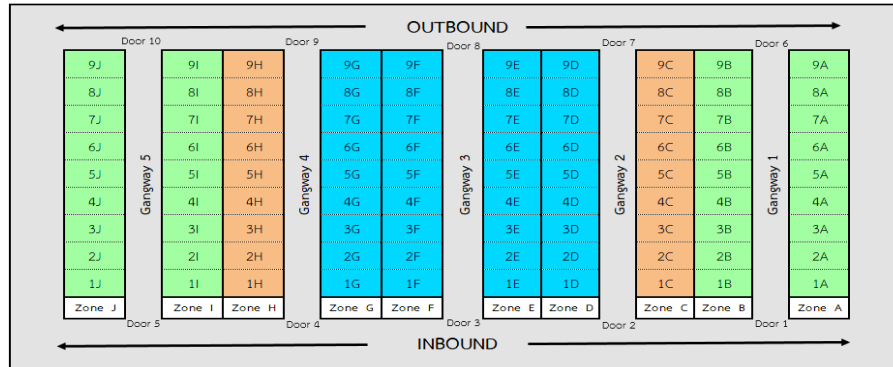
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องถึงการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดเก็บสินค้าเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้กับระบบ WMS โดยศึกษาถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการออกแบบคลังสินค้าและการจัดสรรพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้า [7] พบว่าสามารถแก้ไขปัญหาพื้นฐานเกี่ยวกับการบริหารจัดการคลังสินค้ารวมถึงสามารถลดค่าใช้จ่ายในการจัดการคลังสินค้าลงได้ ขณะที่ [8] ได้ทำการศึกษาถึงการวิเคราะห์การจัดสรรผลิตภัณฑ์และการกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้าของระบบการหยิบสินค้า พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินกิจกรรมของคลังสินค้าลงได้ และ [9] ได้ศึกษาถึงการใชแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดสรรผลิตภัณฑ์หลายชนิดและข้อจำกัดที่สามารถใช้ร่วมกันได้ โดยเป้าหมายคือลดค่าใช้จ่ายในคลังสินค้าและปรับปรุงระดับการบริการลูกค้าให้มีความพึงพอใจมากที่สุด นอกจากนี้ [10], [11], [12] และ [13] ได้ประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผ่านทฤษฎีสินค้าเคลื่อนไหวเร็ววางใกล้ประตู แสดงผลผ่าน โปรแกรม MS excel และโปรแกรม Lingo optimization พบว่าสามารถลดระยะทาง เวลา ในการจัดเก็บและการหยิบสินค้าลง รวมทั้ง [14] ใช้ Genetic algorithm ในการแก้ไขปัญหการจัดสรรผลิตภัณฑ์สำหรับคลังสินค้าแบบ Cross docking และ [15] ได้ศึกษาถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์แบบ 2 วัตถุประสงค์สำหรับจัดสรรพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าแบบวางกองซ้อน ผลที่ได้คือสามารถลดระยะทางรวม และลดพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าลง และ งานวิจัยนี้ได้นำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับบริษัทกรณีศึกษาซึ่งมีวัตถุประสงค์คือทำให้ระบบ WMS สามารถกำหนดตำแหน่งการจัดเก็บที่เหมาะสมได้เพื่อลดระยะทางในการจัดเก็บลงรวมถึงการบริหารจัดการพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด

## 2. การดำเนินงานวิจัย

จากปัญหาที่กล่าวมาในเบื้องต้นเกี่ยวกับการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดเก็บสินค้าของระบบ WMS ซึ่งในบทนี้จะนำเสนอการประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการจัดเก็บของแต่ละประตู ความจุทั้งหมด 15,840 พาเลท จำนวนตำแหน่งจัดเก็บทั้งหมด 90 ตำแหน่ง โดยแบ่งเป็น 10 โซน (โซน A-J) แต่ละโซนมี 9 ตำแหน่งจัดเก็บดังแสดงใน Table 1 และ Figure 2

**Table 1** Storage capacity of each location: Pallet

| Zone          | Storage capacity<br>(pallet per location) |
|---------------|-------------------------------------------|
| A and J       | 110                                       |
| B, C, H and I | 165                                       |
| D, E, F and G | 220                                       |



**Figure 2** Layout of the distribution center

2.2 ประยุกต์แบบจำลองทางทางคณิตศาสตร์เพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการเก็บสินค้าสำหรับการจัดเก็บแบบสุ่ม จากงานวิจัยดังกล่าวในเบื้องต้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และนำมาประยุกต์ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับขนาด ประเภทและข้อจำกัดต่าง ๆ ของบริษัทกรณีศึกษาดังนี้

สมการเป้าหมาย

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m 2f_i d_j (Q_{new_{ij}} + H_{ij}) \quad (1)$$

สมการข้อจำกัด :

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \geq 1, \forall i \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} + Y_{ij} \leq 1; \forall j \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^m Q_{old_{ij}} Y_{ij} = P_{old_i}; \forall i \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m Q_{new_{ij}} X_{ij} = P_{new_i}; \forall i \quad (5)$$

$$\sum_{j=1}^m H_{ij} = O_i; \forall i \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n Q_{old_{ij}} + Q_{new_{ij}} \leq cap_j; \forall j \quad (7)$$

$$X_{ij} \in \{0, 1\}; \forall i, j \quad (8)$$

$$Y_{ij} \in \{0, 1\}; \forall i, j \quad (9)$$

$$Q_{old_{ij}}, Q_{new_{ij}}, H_{ij} \in \text{Integer}; \forall i, j \quad (10)$$

กำหนดค่าดังนี้

- $i$  ผลิตภัณฑ์  $i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ )
- $j$  ตำแหน่งการจัดเก็บ  $j$  ( $j = 1, 2, 3, \dots, m$ )
- $n$  ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด
- $m$  ตำแหน่งการจัดเก็บทั้งหมด

กำหนดค่าพารามิเตอร์

- $z$  เป็นระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า  
เข้า – ออกที่ต่ำสุด (หน่วย : เมตร)
- $f_i$  การหมุนเวียนของสินค้า  $i$
- $d_j$  ระยะทางจากประตูไปยังตำแหน่งการจัดเก็บ  $j$   
(หน่วย : เมตร)

|             |                                                                                            |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| $cap_j$     | ปริมาณความจุในการจัดเก็บสินค้า $i$ ที่ตำแหน่ง $j$ (หน่วย : พาเลท)                          |
| $O_i$       | จำนวนสินค้าขาออกที่ออกจากคลังสินค้าของแต่ละสินค้า $i$ (หน่วย : พาเลท)                      |
| $Pold_i$    | จำนวนสินค้าคงคลังของแต่ละสินค้า $i$ (หน่วย : พาเลท)                                        |
| $Pnew_i$    | จำนวนสินค้าขาเข้าซึ่งเป็นสินค้าใหม่ที่เข้ามาในคลังสินค้าของแต่ละสินค้า $i$ (หน่วย : พาเลท) |
| $Qold_{ij}$ | ค่าของการกำหนดตำแหน่งวางสินค้าคงคลัง $i$ ที่ตำแหน่ง $j$ (หน่วย : พาเลท)                    |

ตัวแปรในการตัดสินใจ

|             |                                                                                                  |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $X_{ij}$    | ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางสินค้าใหม่ $i$ ที่ตำแหน่ง $j$                                         |
| $Y_{ij}$    | ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางโดยดูจากสินค้าคงคลังที่มีอยู่ในคลังสินค้าของสินค้า $i$ ที่ตำแหน่ง $j$ |
| $Qnew_{ij}$ | ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกวางสินค้าใหม่ $i$ ที่ตำแหน่ง $j$                                         |
| $H_{ij}$    | ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกหยิบสินค้า $i$ ที่ตำแหน่ง $j$                                            |

โดยแต่ละสมการสามารถอธิบายได้ดังนี้

สมการเป้าหมาย (1) คือ เพื่อให้ได้ระยะทางรวมในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้า-ออก มีค่าต่ำที่สุด (หน่วย : เมตร) ซึ่งเกิดจากผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 2 (การเดินทางไป-กลับ ระหว่างประตูไปยังตำแหน่งจัดเก็บสินค้าเพื่อนำสินค้าไปจัดเก็บและหยิบสินค้า) ค่าความถี่ ค่าระยะทาง และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า ซึ่งจะกำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวางสินค้า ( $Qnew_{ij}$ ) จะมีค่าเท่ากับจำนวนสินค้าใหม่ที่เข้ามาในคลังสินค้า ( $Pnew_i$ ) ตามสมการที่ (5) และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกหยิบสินค้า ( $H_{ij}$ ) จะเท่ากับค่าของสินค้าขาออกที่ออกจากคลังสินค้า ( $O_i$ ) ตามสมการที่ (6)

สมการข้อจำกัดที่ (2) กำหนดให้ผลรวมตัวแปรของสินค้าในการเลือกตำแหน่งวางสินค้าแต่ละผลิตภัณฑ์ คือ สินค้า 1 รายการสามารถวางได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง

สมการข้อจำกัดที่ (3) กำหนดให้ผลรวมตัวแปรของตำแหน่งในการเลือกวางสินค้าใหม่ และสินค้าเก่า(สินค้าคงคลัง) มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 คือ 1 ตำแหน่งสามารถวางได้ 1 สินค้า (ไม่สามารถวางสินค้าหลายรายการในตำแหน่งเดียวกันได้)

สมการข้อจำกัดที่ (4) กำหนดให้ผลรวมของตัวแปรของสินค้าคงคลังมีค่าเท่ากับจำนวนสินค้าเก่าในคลังสินค้า

สมการข้อจำกัดที่ (5) กำหนดให้ผลรวมของตัวแปรในการตัดสินใจเลือกวางสินค้าใหม่ของแต่ละตำแหน่ง มีค่าเท่ากับจำนวนสินค้าใหม่ที่เข้ามาในคลังสินค้าของแต่ละผลิตภัณฑ์

สมการข้อจำกัดที่ (6) กำหนดให้ผลรวมของตัวแปรในการตัดสินใจเลือกหยิบสินค้าแต่ละตำแหน่ง มีค่าเท่ากับจำนวนสินค้าที่ออกจากคลังสินค้าของแต่ละผลิตภัณฑ์

สมการข้อจำกัดที่ (7) กำหนดให้ผลรวมของตัวแปรในการตัดสินใจเลือกวางสินค้าใหม่ เมื่อรวมกับสินค้าเก่า(สินค้าคงคลัง) ในแต่ละตำแหน่งจัดเก็บต้องมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณความจุของแต่ละตำแหน่งจัดเก็บ

สมการข้อจำกัดที่ (8)(9) ตัวแปรตัดสินใจในการเลือกตำแหน่งการวางของแต่ละสินค้าเป็น binary

สมการข้อจำกัดที่ (10) กำหนดให้ตัวแปรในการตัดสินใจเลือกวางและ หยิบสินค้าของแต่ละผลิตภัณฑ์ มีค่าเป็นจำนวนเต็ม

2.3 ทำการทดลองหาตำแหน่งจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสมของแต่ละนโยบายกับปริมาณความต้องการแต่ละประเภท โดยการเปรียบเทียบปริมาณความต้องการคงที่ และปริมาณความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปรวมถึงทำการวิเคราะห์ ผลที่ได้ของแต่ละนโยบายภายใต้สมมติฐานปริมาณความต้องการที่แตกต่างกัน

2.3.1 ปริมาณความต้องการคงที่ ทำการทดลองและทดสอบผลโดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล เข้า-ออกของสินค้าแต่ละรายการตามปริมาณความต้องการที่แน่นอน (Table 2) และวิเคราะห์สัดส่วนการเข้า-ออก รวมถึงทดลองหาตำแหน่งจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสมโดยนโยบายแบบสุ่มจะแสดงผลผ่านโปรแกรม Lingo optimization นโยบายแบบกำหนดตำแหน่ง จะแสดงผลผ่าน MS excel รวมถึงการหาข้อมูลระยะทางเฉลี่ยของแต่ละตำแหน่งจัดเก็บ

**Table 2** Inventory on hand, certainty demand and frequency per location of each product: pallet

| Product | Inventory on hand | Certainty demand |        | Frequency |
|---------|-------------------|------------------|--------|-----------|
|         |                   | In               | Out    |           |
| A       | 500               | 4,000            | 4,500  | 16        |
| B       | 500               | 300              | 500    | 7         |
| C       |                   | 3,500            | 3,200  | 18        |
| D       |                   | 1,200            | 1,000  | 16        |
| E       |                   | 1,800            | 1,500  | 17        |
| F       |                   | 800              | 500    | 11        |
| G       |                   | 500              | 500    | 13        |
| รวม     | 1,000             | 12,100           | 11,700 |           |

2.3.2 ปริมาณความต้องการไม่คงที่ จากปริมาณความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป (Table 3) พบว่าสินค้าบางรายการมีความต้องการที่ลดลง และสินค้าบางรายการเพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบภาพรวมจะพบว่าปริมาณความต้องการโดยรวมลดลงถึง 20% โดยเฉลี่ย

**Table 3** Inventory on hand, uncertainty demand and frequency per location of each product: pallet

| Product | Inventory on hand | Uncertainty demand |       | Frequency |
|---------|-------------------|--------------------|-------|-----------|
|         |                   | In                 | Out   |           |
| A       | 500               | 4,000              | 4,500 | 16        |
| B       | 500               | 300                | 500   | 8         |
| C       |                   | 500                | 500   | 17        |
| D       |                   | 800                | 500   | 16        |
| E       |                   | 1800               | 1500  | 15        |
| F       |                   | 1200               | 1000  | 18        |
| G       |                   | 1500               | 500   | 11        |
| รวม     | 1,000             | 10,100             | 9,000 |           |

เมื่อนำปริมาณความต้องการมาวิเคราะห์ร้อยละ การเข้า และ ออก ของสินค้าพบว่าสัดส่วนของสินค้าเข้ามากกว่า สินค้าออกเล็กน้อย โดยปริมาณความต้องการคงที่มีสัดส่วนเป็นร้อยละ 51 : 49 และเมื่อปริมาณความต้องการไม่คงที่มี สัดส่วนเป็นร้อยละ 53 : 47 จากข้อมูลสัดส่วนร้อยละของการ เข้า-ออก เมื่อนำไปหาระยะทางเฉลี่ยเพื่อใช้ในการคำนวณหา ตำแหน่งจัดเก็บที่เหมาะสม โดยใช้ระยะทางรวมของแต่ละ ประตุ ไปยังตำแหน่งจัดเก็บ และความน่าจะเป็นในการเข้า- ออกจากและความน่าจะเป็นในการเข้า-ออกจกคลังสินค้าโดย คำนวณระยะทางรวมจากงานวิจัยของ [16] จะได้ระยะทางค่า คาดหวังเฉลี่ยดังแสดงใน Table 4

### 3. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมในการ จัดเก็บสินค้า โดยได้ทำการเปรียบเทียบผลการจัดเก็บสินค้า ตามนโยบายการจัดเก็บที่นำเสนอกับปริมาณความต้องการคงที่ และไม่คงที่ดัง Figure 3-5 โดยจะแสดงภาพการเลือกวางสินค้า ในแต่ละตำแหน่งจัดเก็บแสดงเป็นจำนวนสินค้าในแต่ละ ตำแหน่งจัดเก็บมีหน่วยเป็นพาเลตดังนี้

จาก Figure 3 แสดงถึงการจัดเก็บแบบปัจจุบัน คือ จัดเก็บสินค้าโดยเรียงตามโซนจาก A-J และมีการกำหนด ตำแหน่งจัดเก็บที่แน่นอนของแต่ละสินค้าไว้ในระบบโดยไม่ได้

คำนึงถึงปัจจัยอื่นๆของสินค้าแต่ละรายการ เมื่อนำมา เปรียบเทียบระหว่างปริมาณความต้องการคงที่ดัง Figure 3 (a) สามารถคำนวณระยะทางรวมตามสมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม MS excel โดยใช้ค่าความถี่ ค่าระยะทาง และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า จาก Table 2 และ Table 4 ตามลำดับ และปริมาณความต้องการ ไม่คงที่ดัง Figure 3 (b) สามารถคำนวณระยะทางรวมตาม สมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม MS excel โดยใช้ ค่าความถี่ ค่าระยะทาง และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวาง และหยิบสินค้า จาก Table 3 และ Table 4 ตามลำดับ พบว่า เมื่อปริมาณความต้องการคงที่ จะใช้ระยะทางเคลื่อนที่ในการ จัดเก็บ และหยิบสินค้าเท่ากับ 63,819,583 เมตร และความ ต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 5,160 ตารางเมตร ในขณะที่ ปริมาณความต้องการไม่คงที่ที่ใช้ระยะทางเท่ากับ 50,299,882 เมตร และความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 5,680 ตารางเมตร จากผลที่ได้สรุปว่าเมื่อปริมาณความต้องการเปลี่ยนแปลงไป ระยะทางจะลดลงตามปริมาณความต้องการที่ลดลง แต่ความ ต้องการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าตามรูปแบบปัจจุบันของ บริษัทรณศึกษาจะมากกว่าเดิมเนื่องจากรายการสินค้าถูก กำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่แน่นอนในระบบทำให้ความต้องการ ใช้พื้นที่ไม่ผันแปรตามความต้องการที่ลดลง

**Table 4** the example of distance for each location: meter

| Location | Door  |       |      |       |       |       |       |       |       |       | Distance |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|          | 1     | 2     | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |          |
| 1A       | 7     | 37    | 81   | 125   | 159   | 39    | 69    | 113   | 157   | 191   | 97.53    |
| 1B       | 9.5   | 39.5  | 83.5 | 127.5 | 161.5 | 41.5  | 71.5  | 115.5 | 159.5 | 193.5 | 100.03   |
| 1C       | 39.5  | 9.5   | 49.5 | 93.5  | 127.5 | 71.5  | 41.5  | 81.5  | 125.5 | 159.5 | 79.63    |
| 1D       | 42    | 12    | 52   | 96    | 130   | 74    | 44    | 84    | 128   | 162   | 82.13    |
| 1E       | 86    | 52    | 12   | 52    | 86    | 118   | 84    | 44    | 84    | 118   | 73.33    |
| 1F       | 86    | 52    | 12   | 52    | 86    | 118   | 84    | 44    | 84    | 118   | 73.33    |
| 1G       | 130   | 96    | 52   | 12    | 42    | 162   | 128   | 84    | 44    | 74    | 82.13    |
| 1H       | 127.5 | 93.5  | 49.5 | 9.5   | 39.5  | 159.5 | 125.5 | 81.5  | 41.5  | 71.5  | 79.63    |
| 1I       | 161.5 | 127.5 | 83.5 | 39.5  | 9.5   | 193.5 | 159.5 | 115.5 | 71.5  | 41.5  | 100.03   |
| 1J       | 159   | 125   | 81   | 37    | 7     | 191   | 157   | 113   | 69    | 39    | 97.53    |

|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 9J       | Empty   |          | 9I       | Empty   |          | 9H       | F       | 165      | 9G       | E       | 220      | 9F       | D       | 220      | 9E       | C       | 220      | 9D       | C       | 220      | 9C       | A       | 165      | 9B       | A       | 165      | 9A       | A       | 110      |
| 8J       | Empty   |          | 8I       | Empty   |          | 8H       | F       | 165      | 8G       | E       | 220      | 8F       | D       | 220      | 8E       | C       | 220      | 8D       | C       | 220      | 8C       | A       | 165      | 8B       | A       | 165      | 8A       | A       | 110      |
| 7J       | Empty   |          | 7I       | Empty   |          | 7H       | F       | 165      | 7G       | E       | 220      | 7F       | C       | 200      | 7E       | C       | 220      | 7D       | C       | 220      | 7C       | A       | 165      | 7B       | A       | 165      | 7A       | A       | 110      |
| 6J       | Empty   |          | 6I       | Empty   |          | 6H       | F       | 165      | 6G       | E       | 220      | 6F       | C       | 220      | 6E       | B       | 60       | 6D       | C       | 220      | 6C       | A       | 165      | 6B       | A       | 165      | 6A       | A       | 110      |
| 5J       | Empty   |          | 5I       | G       | 5        | 5H       | E       | 40       | 5G       | E       | 220      | 5F       | C       | 220      | 5E       | B       | 220      | 5D       | C       | 220      | 5C       | A       | 165      | 5B       | A       | 165      | 5A       | A       | 110      |
| 4J       | Empty   |          | 4I       | G       | 165      | 4H       | E       | 165      | 4G       | D       | 100      | 4F       | C       | 220      | 4E       | B       | 220      | 4D       | C       | 220      | 4C       | A       | 165      | 4B       | A       | 165      | 4A       | A       | 110      |
| 3J       | Empty   |          | 3I       | G       | 165      | 3H       | E       | 165      | 3G       | D       | 220      | 3F       | C       | 220      | 3E       | A       | 60       | 3D       | B       | 80       | 3C       | A       | 165      | 3B       | A       | 165      | 3A       | A       | 110      |
| 2J       | Empty   |          | 2I       | G       | 165      | 2H       | E       | 165      | 2G       | D       | 220      | 2F       | C       | 220      | 2E       | A       | 220      | 2D       | B       | 220      | 2C       | A       | 165      | 2B       | A       | 165      | 2A       | A       | 110      |
| 1J       | Empty   |          | 1I       | F       | 140      | 1H       | E       | 165      | 1G       | D       | 220      | 1F       | C       | 220      | 1E       | A       | 220      | 1D       | A       | 40       | 1C       | A       | 165      | 1B       | A       | 165      | 1A       | A       | 110      |
| Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity |
| Zone J   |         |          | Zone I   |         |          | Zone H   |         |          | Zone G   |         |          | Zone F   |         |          | Zone E   |         |          | Zone D   |         |          | Zone C   |         |          | Zone B   |         |          | Zone A   |         |          |
|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |

Shortest zone

Middle zone

Farthest zone

|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 9J       | Empty   |          | 9I       | G       | 165      | 9H       | F       | 165      | 9G       | E       | 220      | 9F       | D       | 220      | 9E       | C       | 0        | 9D       | C       | 0        | 9C       | A       | 165      | 9B       | A       | 165      | 9A       | A       | 110      |
| 8J       | Empty   |          | 8I       | G       | 165      | 8H       | F       | 165      | 8G       | E       | 220      | 8F       | D       | 220      | 8E       | C       | 0        | 8D       | C       | 0        | 8C       | A       | 165      | 8B       | A       | 165      | 8A       | A       | 110      |
| 7J       | G       | 15       | 7I       | G       | 165      | 7H       | F       | 165      | 7G       | E       | 220      | 7F       | C       | 0        | 7E       | C       | 0        | 7D       | C       | 0        | 7C       | A       | 165      | 7B       | A       | 165      | 7A       | A       | 110      |
| 6J       | G       | 110      | 6I       | G       | 165      | 6H       | F       | 165      | 6G       | E       | 220      | 6F       | C       | 0        | 6E       | B       | 60       | 6D       | C       | 60       | 6C       | A       | 165      | 6B       | A       | 165      | 6A       | A       | 110      |
| 5J       | G       | 110      | 5I       | G       | 165      | 5H       | E       | 40       | 5G       | E       | 220      | 5F       | C       | 0        | 5E       | B       | 220      | 5D       | C       | 220      | 5C       | A       | 165      | 5B       | A       | 165      | 5A       | A       | 110      |
| 4J       | G       | 110      | 4I       | F       | 45       | 4H       | E       | 165      | 4G       | D       | 0        | 4F       | C       | 0        | 4E       | B       | 220      | 4D       | C       | 220      | 4C       | A       | 165      | 4B       | A       | 165      | 4A       | A       | 110      |
| 3J       | G       | 110      | 3I       | F       | 165      | 3H       | E       | 165      | 3G       | D       | 0        | 3F       | C       | 0        | 3E       | A       | 60       | 3D       | B       | 80       | 3C       | A       | 165      | 3B       | A       | 165      | 3A       | A       | 110      |
| 2J       | G       | 110      | 2I       | F       | 165      | 2H       | E       | 165      | 2G       | D       | 140      | 2F       | C       | 0        | 2E       | A       | 220      | 2D       | B       | 220      | 2C       | A       | 165      | 2B       | A       | 165      | 2A       | A       | 110      |
| 1J       | G       | 110      | 1I       | F       | 165      | 1H       | E       | 165      | 1G       | D       | 220      | 1F       | C       | 0        | 1E       | A       | 220      | 1D       | A       | 40       | 1C       | A       | 165      | 1B       | A       | 165      | 1A       | A       | 110      |
| Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity |
| Zone J   |         |          | Zone I   |         |          | Zone H   |         |          | Zone G   |         |          | Zone F   |         |          | Zone E   |         |          | Zone D   |         |          | Zone C   |         |          | Zone B   |         |          | Zone A   |         |          |
|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |

Shortest zone

Middle zone

Farthest zone

(a) Storage layout under certainty demand

(b) Storage layout under uncertainty demand

Figure 3. Storage location assignment by existing storage policy

จาก Figure 4 แสดงถึงการจัดเก็บแบบกำหนดตำแหน่ง คือ จัดเก็บสินค้าโดยกำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่แน่นอนในระบบ ซึ่งการกำหนดตำแหน่งของสินค้าเริ่มต้น ใช้แนวทางในการกำหนดโดยดูจากค่าของสินค้า คือ สินค้าที่มีการเคลื่อนไหวเร็วจะวางไว้ใกล้ประตู เมื่อได้ตำแหน่งที่เหมาะสมแล้วจะทำการใส่ข้อมูลตำแหน่งของแต่ละสินค้าในระบบต่อไป เมื่อทำการเปรียบเทียบผลระหว่างปริมาณความต้องการคงที่ ดัง Figure 4 (a) สามารถคำนวณระยะทางรวมตามสมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม MS excel โดยใช้ค่าความถี่ ระยะทาง และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า จาก Table 2 และ Table 4 ตามลำดับ และปริมาณความต้องการไม่คงที่ดัง Figure 4 (b) สามารถคำนวณระยะทางรวมตามสมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม MS

excel โดยใช้ค่าความถี่ ระยะทาง และค่าความน่าจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า จาก Table 3 และ Table 4 ตามลำดับ พบว่าเมื่อปริมาณความต้องการคงที่จะใช้ระยะทางเคลื่อนที่ในการจัดเก็บ และหยิบสินค้าเท่ากับ 62,484,151 เมตร และความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 5,040 ตารางเมตร ในขณะที่ปริมาณความต้องการไม่คงที่ที่ใช้ระยะทางเท่ากับ 48,837,097 เมตร และความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 5,580 ตารางเมตร จากผลที่ได้สรุปว่าเมื่อปริมาณความต้องการเปลี่ยนแปลงไป ระยะทางจะลดลงตามความต้องการที่ลดลง แต่ความต้องการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าจะมากกว่าเดิมเนื่องจากรายการสินค้าถูกกำหนดตำแหน่งจัดเก็บที่แน่นอนในระบบทำให้ความต้องการใช้พื้นที่ไม่ผันแปรตามความต้องการที่ลดลง

|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 9J       | F       | 110      | 9I       | Empty   |          | 9H       | A       | 165      | 9G       | A       | 95       | 9F       | C       | 220      | 9E       | C       | 220      | 9D       | A       | 220      | 9C       | E       | 150      | 9B       | Empty   |          | 9A       | F       | 110      |
| 8J       | G       | 60       | 8I       | Empty   |          | 8H       | E       | 165      | 8G       | A       | 220      | 8F       | C       | 220      | 8E       | C       | 220      | 8D       | A       | 220      | 8C       | E       | 165      | 8B       | Empty   |          | 8A       | G       | 110      |
| 7J       | G       | 110      | 7I       | Empty   |          | 7H       | E       | 165      | 7G       | A       | 220      | 7F       | C       | 220      | 7E       | C       | 220      | 7D       | A       | 220      | 7C       | E       | 165      | 7B       | Empty   |          | 7A       | G       | 110      |
| 6J       | G       | 110      | 6I       | Empty   |          | 6H       | E       | 165      | 6G       | A       | 220      | 6F       | C       | 220      | 6E       | B       | 60       | 6D       | A       | 220      | 6C       | E       | 165      | 6B       | Empty   |          | 6A       | D       | 100      |
| 5J       | D       | 110      | 5I       | Empty   |          | 5H       | E       | 165      | 5G       | A       | 220      | 5F       | C       | 220      | 5E       | B       | 220      | 5D       | A       | 220      | 5C       | E       | 165      | 5B       | Empty   |          | 5A       | D       | 110      |
| 4J       | D       | 110      | 4I       | Empty   |          | 4H       | E       | 165      | 4G       | A       | 220      | 4F       | C       | 220      | 4E       | B       | 220      | 4D       | A       | 220      | 4C       | E       | 165      | 4B       | Empty   |          | 4A       | D       | 110      |
| 3J       | D       | 110      | 3I       | B       | 135      | 3H       | C       | 35       | 3G       | A       | 220      | 3F       | C       | 220      | 3E       | A       | 60       | 3D       | A       | 220      | 3C       | C       | 165      | 3B       | B       | 165      | 3A       | D       | 110      |
| 2J       | D       | 110      | 2I       | F       | 85       | 2H       | C       | 165      | 2G       | A       | 220      | 2F       | C       | 220      | 2E       | A       | 220      | 2D       | A       | 220      | 2C       | C       | 165      | 2B       | F       | 165      | 2A       | D       | 110      |
| 1J       | D       | 110      | 1I       | F       | 165      | 1H       | C       | 165      | 1G       | A       | 220      | 1F       | C       | 220      | 1E       | A       | 220      | 1D       | A       | 220      | 1C       | C       | 165      | 1B       | F       | 165      | 1A       | D       | 110      |
| Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity |
| Zone J   |         |          | Zone I   |         |          | Zone H   |         |          | Zone G   |         |          | Zone F   |         |          | Zone E   |         |          | Zone D   |         |          | Zone C   |         |          | Zone B   |         |          | Zone A   |         |          |

Shortest zone
 Middle zone
 Farthest zone

(a) Storage layout under certainty demand

|          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |          |         |          |
|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|----------|---------|----------|
| 9J       | G       | 110      | 9I       | Empty   |          | 9H       | A       | 165      | 9G       | A       | 95       | 9F       | C       | 0        | 9E       | C       | 0        | 9D       | A       | 220      | 9C       | E       | 150      | 9B       | Empty   |          | 9A       | G       | 110      |
| 8J       | G       | 110      | 8I       | Empty   |          | 8H       | E       | 165      | 8G       | A       | 220      | 8F       | C       | 0        | 8E       | C       | 0        | 8D       | A       | 220      | 8C       | E       | 165      | 8B       | B       | 135      | 8A       | G       | 110      |
| 7J       | G       | 110      | 7I       | B       | 165      | 7H       | E       | 165      | 7G       | A       | 220      | 7F       | C       | 0        | 7E       | C       | 0        | 7D       | A       | 220      | 7C       | E       | 165      | 7B       | F       | 45       | 7A       | G       | 110      |
| 6J       | G       | 110      | 6I       | F       | 165      | 6H       | E       | 165      | 6G       | A       | 220      | 6F       | C       | 0        | 6E       | B       | 60       | 6D       | A       | 220      | 6C       | E       | 165      | 6B       | F       | 165      | 6A       | D       | 0        |
| 5J       | D       | 0        | 5I       | F       | 165      | 5H       | E       | 165      | 5G       | A       | 220      | 5F       | C       | 0        | 5E       | B       | 220      | 5D       | A       | 220      | 5C       | E       | 165      | 5B       | F       | 165      | 5A       | D       | 0        |
| 4J       | D       | 30       | 4I       | F       | 165      | 4H       | E       | 165      | 4G       | A       | 220      | 4F       | C       | 0        | 4E       | B       | 220      | 4D       | A       | 220      | 4C       | E       | 165      | 4B       | F       | 165      | 4A       | D       | 110      |
| 3J       | D       | 110      | 3I       | F       | 165      | 3H       | C       | 0        | 3G       | A       | 220      | 3F       | C       | 60       | 3E       | A       | 60       | 3D       | A       | 220      | 3C       | C       | 0        | 3B       | G       | 70       | 3A       | D       | 110      |
| 2J       | D       | 110      | 2I       | G       | 165      | 2H       | C       | 0        | 2G       | A       | 220      | 2F       | C       | 220      | 2E       | A       | 220      | 2D       | A       | 220      | 2C       | C       | 0        | 2B       | G       | 165      | 2A       | D       | 110      |
| 1J       | D       | 110      | 1I       | G       | 165      | 1H       | C       | 0        | 1G       | A       | 220      | 1F       | C       | 220      | 1E       | A       | 220      | 1D       | A       | 220      | 1C       | C       | 0        | 1B       | G       | 165      | 1A       | D       | 110      |
| Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity | Location | Product | Quantity |
| Zone J   |         |          | Zone I   |         |          | Zone H   |         |          | Zone G   |         |          | Zone F   |         |          | Zone E   |         |          | Zone D   |         |          | Zone C   |         |          | Zone B   |         |          | Zone A   |         |          |

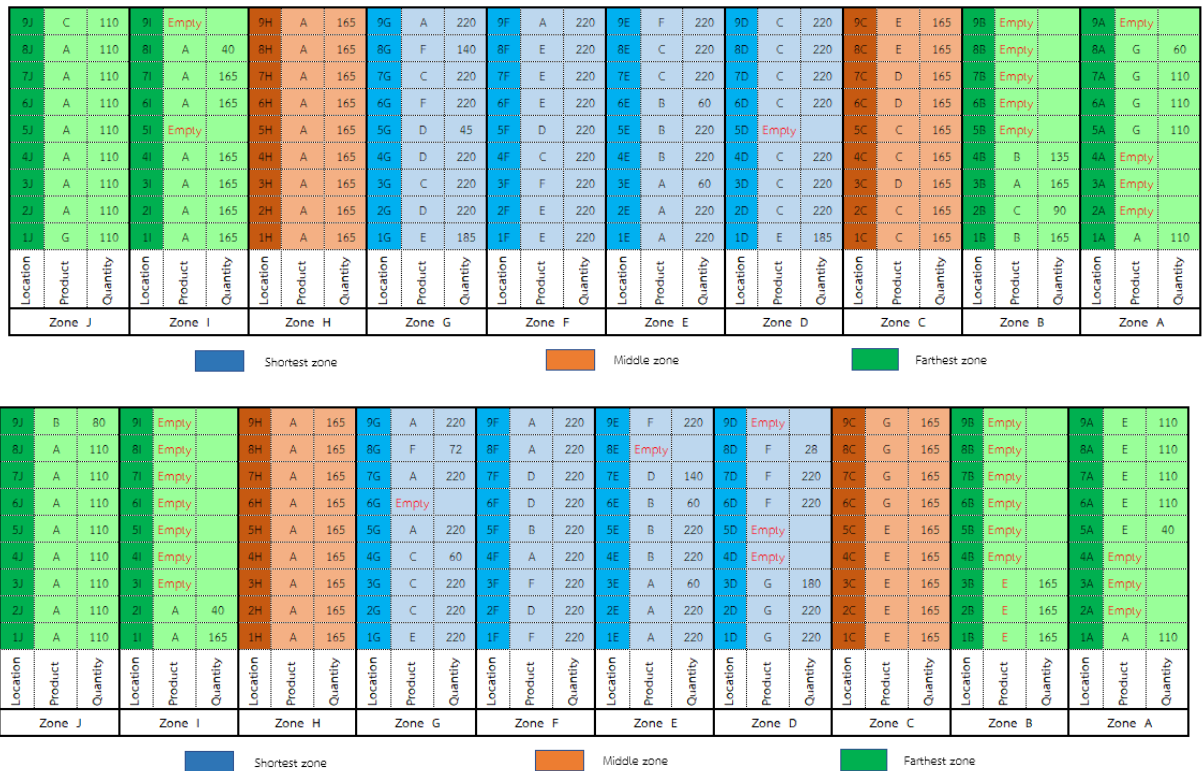
Shortest zone
 Middle zone
 Farthest zone

(b) Storage layout under uncertainty demand

Figure 4 Storage location assignment by dedicated storage policy

จาก Figure 5 แสดงถึงการจัดเก็บแบบสุ่ม คือ สินค้าทุกรายการสามารถวางได้ในทุกตำแหน่งที่ว่างในคลังสินค้า ณ ช่วงเวลานั้น โดยใช้แนวทางในการจัดเก็บตามความถี่ของสินค้า คือสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวเร็ววางไว้ใกล้ประตู เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการคงที่ดัง Figure 5 (a) สามารถคำนวณระยะทางรวมตามสมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม Lingo optimization โดยใช้ค่าความถี่ ค่ายระยะทาง และค่าความนำจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า จาก Table 2 และ Table 4 ตามลำดับ และปริมาณความต้องการไม่คงที่ดัง Figure 5(b) สามารถคำนวณระยะทางรวมตามสมการเป้าหมาย (1) ร่วมกับโปรแกรม Lingo optimization โดยใช้

ค่าความถี่ ค่ายระยะทาง และค่าความนำจะเป็นในการเลือกวางและหยิบสินค้า จาก Table 3 และ Table 4 ตามลำดับ จะพบว่าเมื่อปริมาณความต้องการคงที่ ใช้ระยะทางในการจัดเก็บและหยิบสินค้าเท่ากับ 59,885,743 เมตร และต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 5,080 ตารางเมตร ในขณะที่ปริมาณความต้องการไม่คงที่ ใช้ระยะทางเท่ากับ 45,539,911 เมตร และความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บ 4,360 ตารางเมตร จากผลที่ได้สรุปว่าเมื่อความต้องการเปลี่ยนแปลงไป ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของสินค้าและความต้องการพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าจะลดลงตามปริมาณความต้องการที่ลดลง โดยความต้องการของพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าตามการจัดเก็บแบบสุ่มจะสามารถผันแปรตามปริมาณความต้องการของสินค้าที่เปลี่ยนแปลง



(a) Storage layout under certainty demand  
(b) Storage layout under uncertainty demand  
Figure 5 Storage location assignment by random storage policy

จาก Table 5 เมื่อทำการเปรียบเทียบผลของค่าใช้จ่ายตามปริมาณความต้องการทั้ง 2 แบบ จะพบว่าปริมาณความต้องการคงที่ มีค่าใช้จ่ายในการใช้ระยะทางและอัตราการใช้พื้นที่ในการจัดเก็บใกล้เคียงกัน ส่วนปริมาณความต้องการไม่คงที่ มีค่าใช้จ่ายที่แตกต่างกันโดยการจัดเก็บแบบกำหนดตำแหน่งสามารถลด

ค่าใช้จ่ายจากการจัดเก็บแบบปัจจุบันได้ 3% และนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 14% และเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของร้อยละจากการจัดเก็บแบบปัจจุบันระหว่างการใช้ระยะทางที่ลดลงตาม Figure 6 (a) และการได้ประโยชน์เพิ่มขึ้นจากการใช้พื้นที่ตาม Figure 6 (b)

Table 5 A comparison of two storage policies with the existing

| Details                       | Existing storage policy |                    | Dedicated storage policy |                    | Random storage policy |                    |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
|                               | Certainty demand        | Uncertainty demand | Certainty demand         | Uncertainty demand | Certainty demand      | Uncertainty demand |
| Distance (m)                  | 63,819,583              | 50,299,882         | 62,484,151               | 48,837,097         | 59,885,743            | 45,539,911         |
| Space usage (m <sup>2</sup> ) | 5,160                   | 5,680              | 5,040                    | 5,580              | 5,080                 | 4,360              |
| Total cost (THB)              | 756,261                 | 657,889            | 739,975                  | 641,255            | 718,771               | 565,636            |
| Difference (THB)              |                         |                    | -16,285                  | -16,633            | -37,490               | -92,252            |
| Difference (%)                |                         |                    | -2.15%                   | -2.53%             | -4.96%                | -14.02%            |

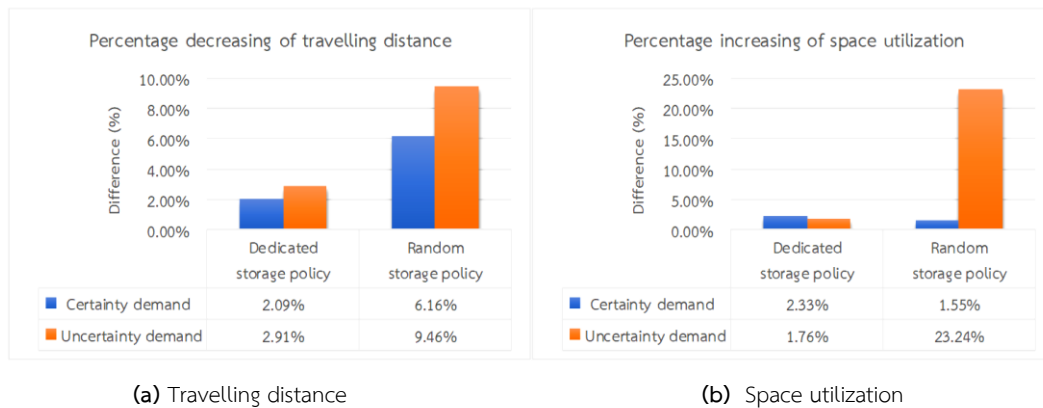


Figure 6 A comparison of travelling distance and space

#### 4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยฉบับนี้จะกล่าวถึงการหาตำแหน่งการจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับระบบบริหารจัดการคลังสินค้า (WMS) ให้สามารถกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมในการเก็บสินค้าและหยิบสินค้า รวมถึงการจัดการคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา จากการประยุกต์ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำการทดลองหาตำแหน่งในการจัดเก็บสินค้าที่เหมาะสมตามนโยบายแบบสุ่มและแบบกำหนดตำแหน่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณความต้องการแบบต่างๆ จะพบว่าเมื่อปริมาณความต้องการคงที่การจัดเก็บแบบสุ่มให้ผลไม่แตกต่างจากการจัดเก็บแบบกำหนดตำแหน่ง ในขณะที่เมื่อปริมาณความต้องการไม่คงที่นโยบายแบบสุ่มจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดเนื่องจากสามารถลดระยะทางจากการจัดเก็บและหยิบสินค้าจากแบบปัจจุบันประมาณ 10% และสามารถเพิ่มอรรถประโยชน์การใช้พื้นที่ได้ถึง 23% เมื่อนำผลต่างที่ได้มาคำนวณหาค่าใช้จ่ายรวมตาม [17] และ [18] พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายรวมในการบริหารคลังสินค้าได้ถึง 276,000 บาทต่อเดือน และจากการวิเคราะห์รูปแบบความต้องการของบริษัทกรณีศึกษาส่วนใหญ่พบว่าปริมาณความต้องการมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ดังนั้นการนำรูปแบบนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มมาใช้ในการทำงานควบคู่กับระบบ WMS จึงมีความเหมาะสมเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับบริษัทต่อไป

งานวิจัยครั้งต่อไปจะทำการประยุกต์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาถึงการจัดการเส้นทางการเคลื่อนที่สำหรับการจัดเก็บและหยิบสินค้าในคลังสินค้า ทำให้ระบบ WMS สามารถแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมของการเคลื่อนที่ในคลังสินค้าได้

#### 5. References

- [1] Klomjit, P. 2013. **Logistics-Supply Chain: Introduction to Design and Management**. Bangkok: Se-education Pcl. (in Thai)
- [2] Kasikornresearch. 2017. **E-Commerce Logistic**. [http://www.kasikornbank.com/th/business/.../E-Commerce\\_Logistic.pdf](http://www.kasikornbank.com/th/business/.../E-Commerce_Logistic.pdf). Accessed 01 August 2018. (in Thai)
- [3] Karasek, J. 2013. An overview of warehouse optimization. **International journal of advances in telecommunications, electrotechnics, signals and systems**. 2(3): 111-117.
- [4] Bottani, E., and et al. (2012). Optimisation of storage allocation in order picking operations through a genetic algorithm. **International Journal of Logistics Research and Applications**. 15(2): 127-146.
- [5] Bartholdi, J.J. and Hackman, S.T. 2008. **Warehouse & Distribution Science: Release 0.89**. Atlanta: The Supply Chain and Logistics Institute.
- [6] Manzini, R. 2012. **Warehousing in the global supply chain: Advanced models, tools and applications for storage systems**. London: Springer Science & Business Media.
- [7] Heragu, S.S., and et al. 2005. Mathematical model for warehouse design and product allocation. **International Journal of Production Research**. 43(2): 327-338.

- [8] Accorsi, R., Manzini, R., and Bortolini, M. 2012. A hierarchical procedure for storage allocation and assignment within an order-picking system; A case study. **International Journal of Logistics Research and Applications**. 15(6): 351-364.
- [9] Guerriero, F., and et al. 2013. A mathematical model for the Multi-Levels Product Allocation Problem in a warehouse with compatibility constraints. **Applied Mathematical Modelling**. 37(6): 4385-4398.
- [10] Kamonsook, C. 2011. **Development of Mathematical Model to Identify the Appropriate Storage Location of Finished Goods in the Warehouse of a Glass Manufacturer**. M.Sc. Thesis, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- [11] Palapan, S. 2011. **Improvement of Storage Layout for Operational Efficiency in Goods Receiving and Goods Shipping Process**. M.Sc. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- [12] Srikan, M., and Monthatipkul, C. 2013. Efficiency Improvement of Location Assignment of Products in a Warehouse: A case Study of Srithai Superware Public Company Limited, Suksawad Branch. **WMS Journal of Management**. 2(3): 8-20. (in Thai)
- [13] Jienwatcharamongkol, W. 2015. Planning in Advance for determine appropriate location for product in the warehouse. **Kasetsart Engineering Journal**. 28(94): 73-86. (in Thai)
- [14] Soleimaninanadegany, A., Hassan, A., and Galankashi, M. R. 2017. Product allocation of warehousing and cross docking: a genetic algorithm approach. **International Journal of Services and Operations Management**. 27(2): 239-261.
- [15] Ozturkoglu, O. 2018. **A bi - objective mathematical model for product allocation in block stacking warehouses**. <https://doi.org/10.1111/itor.12506>. Accessed 3 July 2018.
- [16] Tompkins, J.A., and et al. 2003. **Facilities planning**. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [17] Srilakornjun, S., Phosila, Y. and Hongthog, C. 2016. A Comparison of the Fuel in the Forklift. In: **Proceeding of the 3rd The National Conference & Research Presentation 2016 of Nakhon Ratchasima College**, 17 June 2016. Nakhon Ratchasima, Thailand. (in Thai)
- [18] Zthapongpakdee, P. 2018. **Warehouse business**. [https://www.krungsri.com/bank/getmedia/24992a3a-ec8e-4e8e-b006-538ddddd8a067/IO\\_Warehouse\\_2018\\_TH.aspx](https://www.krungsri.com/bank/getmedia/24992a3a-ec8e-4e8e-b006-538ddddd8a067/IO_Warehouse_2018_TH.aspx). Accessed 3 August 2018. (in Thai)