# การออกแบบการจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูง ในโรงงานประกอบรถยนต์

นางสาวบริรักษ์ ยงประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

# DESIGN OF STORAGE LOCATION AND ORDER PICKING FOR FAST-MOVING ITEMS IN AUTOMOTIVE ASSEMBLY PLANT

Miss Borirak Yongprasert

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering

Department of Industrial Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

| | |
|---|---|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์ | การออกแบบการจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงในโรงงานประกอบรถยนต์ |
| โดย | นางสาวบริรักษ์ ยงประเสริฐ |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอุตสาหการ |
| อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก | อาจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย |

---

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(อาจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.นันท์ บุญยฉัตร)

บริรักษ์ ยงประเสริฐ : การออกแบบการจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงในโรงงานประกอบรถยนต์. (DESIGN OF STORAGE LOCATION AND ORDER PICKING FOR FAST-MOVING ITEMS IN AUTOMOTIVE ASSEMBLY PLANT) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อ.ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย, 85 หน้า.

กิจกรรมในคลังสินค้าที่ใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุดคือการหยิบสินค้าซึ่งเวลาส่วนใหญ่ของพนักงานหยิบสูญเสียไปกับขั้นตอนการค้นหาสินค้าและการเดินทางไปยังพื้นที่เก็บสินค้า วิธีการหนึ่งที่สามารถลดความสูญเสียดังกล่าวคือการประยุกต์ใช้บริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (Fast-Pick Area, FPA) ซึ่งเป็นการรวบรวมสินค้าที่มีขนาดเล็กและมีการหยิบบ่อยมาจัดเก็บในบริเวณพิเศษโดยสินค้าแต่ละชนิดถูกเก็บในปริมาณจำกัด

คณะผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการคลังสินค้าของชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กในโรงงานประกอบรถยนต์และออกแบบบริเวณ FPA โดยใช้แบบจำลองของไหล (Fluid Model) ผลการวิเคราะห์แบบจำลองของไหลพบว่าการประยุกต์ใช้ FPA สามารถลดเวลาการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ลงได้ 3,711 ชั่วโมงหรือเทียบเท่าจำนวนพนักงานเต็มเวลา 1.58 คน การวิเคราะห์ความไวของแบบจำลอง FPA สามารถสรุปว่าการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ 77-78 SKUs จากชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 1,031 SKUs โดยใช้ชั้นวางสินค้า 2 แถว หรือคิดเป็นพื้นที่ 11.32% ของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมดในคลังพัสดุเหมาะสมกับสภาพการทำงานในปัจจุบันเพราะเป็นขนาดพื้นที่ที่สะดวกในการจัดเก็บและจำนวน SKU ในบริเวณ FPA ไม่มีความไวต่อการเปลี่ยนค่าที่เกี่ยวข้อง เช่นสัดส่วนการวางสินค้าในชั้น เวลาในการเติมสินค้า และ เวลาในการหยิบสินค้า

เพื่อทดสอบผลการออกแบบและลักษณะการวาง (Slotting) ของชิ้นส่วนยานยนต์ คณะผู้วิจัยจำลองสถานการณ์การจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA โดยใช้การจำลองสถานการณ์แบบ Monte Carlo โดยอาศัยข้อมูลการหยิบชิ้นส่วนในอดีต ผลการวิเคราะห์การจำลองสถานการณ์ พบว่าเวลาการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ลดลงเหลือ 1,245 ชั่วโมงหรือเทียบเท่าจำนวนพนักงานเต็มเวลา 0.53 คน อันเนื่องมาจากความผันผวนของข้อมูลการหยิบในอดีตและปริมาตรของกล่องชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งมีขนาดใหญ่

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556 .....

## 5371504321 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: WAREHOUSE MANAGEMENT / FAST-MOVING ITEM / DESIGN OF FAST PICK AREA / AUTOMOTIVE INDUSTRY

BORIRAK YONGPRASERT: DESIGN OF STORAGE LOCATION AND ORDER PICKING FOR FAST-MOVING ITEMS IN AUTOMOTIVE ASSEMBLY PLANT. ADVISOR: ORAN KITTITHEERAPORNCHAI, Ph.D., 85 pp.

Among warehouse activities, order picking is the most labor intensive activity as pickers spend majority of their times searching and traveling for items. One way to reduce these non-value added tasks is to implement Fast–Pick Area (FPA), a dedicated storage area in which small and high-picking items are assigned and stored in limited quanities.

We studied order picking activity in a small automotive-part warehouse and designed FPA using a fluid model. The analysis of the model shows that FPA can reduce picking time 3,711 hours or 1.58 Full-Time Equivalent (FTE). The sensitivity model suggests that 77-78 SKUs of total 1,031 SKUs should be assigned to FPA that consists of 2 bin-shelves or 11.32% of total storage area as the area is the most convenient locations of the exisiting layout and the most insensitive to any chances in warehousing parameter such as ratio of storage item, time to restock, and time to retrieval.

To verify the design and to determin suitable slotting, we relaxed the assumption of the fluid model and considered dimensions of assigned SKUs using a Monte Carlo Simulation. The simulation represents the put-away and picking processes by simulating picked quantities and inter-arrival to each pick from the historical data. The result of simulation shows that the benefit of FPA is reduced to 1,245 hours of picking time saving or 0.53 FTE because of fluctuations of historical picking data and relatively large packaging of assigned SKUs in FPA.

Department : Industrial Engineering Student's Signature .....

Field of Study : Industrial Engineering Advisor's Signature .....

Academic Year : 2013 .....

# กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา ทั้งทฤษฎีและแนวทางในการทำงานวิจัย และกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สีรง ปรีชานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.นันท์ บุณยฉัตร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารโรงงานกรณีศึกษา หัวหน้างานและเพื่อนพนักงานเป็นอย่างสูง ที่ให้การสนับสนุน เอื้อเฟื้อข้อมูล ระดมความคิด ให้ความรู้ คำแนะนำ ที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยเป็นอย่างดี ตลอดจนเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัย

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์วิชาความรู้และคำแนะนำตลอดการศึกษา และเจ้าหน้าที่ธุรการที่คอยอำนวยความสะดวก รวมทั้งขอขอบคุณเพื่อนๆในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำงานวิจัย

ประโยชน์และความดีอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครูอาจารย์ บุคคลในครอบครัว คณะผู้บริหารและหัวหน้างานที่ให้โอกาส รวมทั้งขอขอบคุณท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

# สารบัญ

หน้า


บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญภาพ ..... ฏ
บทที่ 1 บทนำ ..... 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา ..... 2
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ..... 9
1.3 ขอบเขตงานวิจัย ..... 9
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน ..... 9
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ ..... 10
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ..... 10
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ..... 11
2.1 ความสำคัญของคลังสินค้าต่อห่วงโซ่อุปทาน ..... 11
2.2 กิจกรรมในคลังสินค้า (Warehouse Activities) ..... 11
2.3 ผังคลังสินค้า (Warehouse Layout) ..... 12
2.4 ระบบการจัดเก็บสินค้า (Storage Assignment) ..... 14
2.4.1 การจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage or Shared Storage) ..... 14
2.4.2 การจัดเก็บแบบกำหนดพื้นที่ตายตัว (Dedicated Storage) ..... 14
2.4.3 การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่ม (Class-Based Storage) ..... 15
2.5 ระบบการหยิบสินค้า (Order Picking) ..... 15
2.5.1 ระบบพนักงาน-ถึง-สินค้า (Picker-to-stock (PTS) System) ..... 15
2.5.2 ระบบ สินค้า-ถึง-พนักงาน (Stock-to-picker (STP) System) ..... 17
2.6 การทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า (Warehouse Activity Profiling) ..... 18
2.6.1 การกระจายของสินค้าคงคลังตามความนิยมกลุ่มสินค้า (Item Popularity Distribution) ..... 18

หน้า

2.6.2 การกระจายของจำนวนรายการสินค้าต่อใบสั่งซื้อ (Line Per Order Distribution) ..... 19
2.6.3 การกระจายตามฤดูกาล (Cycle of Inventory) ..... 20
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงคลังสินค้าในต่างประเทศ ..... 20
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงคลังสินค้าในประเทศ ..... 21
2.9 บริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (Fast-Pick Area- FPA) ..... 22
2.9.1 หลักการในการวิเคราะห์ FPA ..... 23
2.9.2 ประโยชน์และข้อจำกัดของการทำ FPA ..... 23
2.9.3 การพิจารณาคัดเลือกสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA ..... 24
2.9.4 การหาปริมาณของสินค้าแต่ละชนิดที่จะทำการเก็บใน FPA ..... 25
2.10 สรุป ..... 25
บทที่ 3 บริษัทกรณีศึกษา ..... 26
3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท ..... 26
3.2 ข้อมูลคลังจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ ..... 27
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของคลังพัสดุในปัจจุบัน ..... 28
3.4 การจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก ..... 32
บทที่ 4 การออกแบบบริเวณหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูง ..... 36
4.1 การกำหนดขนาดพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูง ..... 36
4.2 การคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์ ..... 38
4.3 ผลที่ได้จากการคำนวณและการผลการวิเคราะห์ FPA ในกรณี Base Case (A0)…...41
4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ของ FPA ต่อค่าเวลาหยิบที่ประหยัดได้ ..... 45
4.5 การวิเคราะห์ความไวของ FPA ..... 48
บทที่ 5 การจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA ..... 52
5.1 การจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ ..... 52
5.2 ผลการจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ ..... 57
5.3 การคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อปรับปรุงค่า Net Benefit ..... 57
5.4 การจัดเรียงกล่องชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง ..... 61

หน้า

บทที่ 6 บทสรุป วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ ..... 66
6.1 สรุปผลการศึกษา ..... 66
6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย ..... 67
6.3 วิจารณ์ผลงานวิจัย ..... 67
6.4 ข้อเสนอแนะ ..... 67
รายการอ้างอิง ..... 69
ภาคผนวก ..... 72
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ ..... 85

# สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงสัดส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในและต่างประเทศ....3
ตารางที่ 1.2 จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่จัดเก็บในแต่ละบริเวณของคลังพัสดุ (Block) ในเดือน พ.ค. 2555 ....4
ตารางที่ 1.3 แสดงพื้นที่ภายในคลังพัสดุสำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์จากต่างประเทศ....5
ตารางที่ 1.4 จำนวนพนักงานทั้งหมดในส่วนงานคลังสินค้า....6
ตารางที่ 4.1 ผลการคัดเลือก SKU ที่นำมาจัดเก็บใน FPA กรณี A0 ....42
ตารางที่ 4.2 ปริมาตรการจัดเก็บแบ่งตามแถวและค่า Saving time....46
ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาตรการจัดเก็บบนชั้นวางที่ต่างกัน....47
ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความไว....49
ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง....55
ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวางแต่ละ SKU ....56
ตารางที่ 5.3 ผลการจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บริเวณ FPA ....59
ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างจำนวนกล่องที่จัดเก็บบนชั้นวางในบริเวณ FPA ....63
ตารางที่ 5.5 ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ของแต่ละ SKU ในบริเวณ FPA ....65

# สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 แสดงจำนวนการผลิตของผู้ผลิตรถยนต์ภายในประเทศ .....1
ภาพที่ 1.2 แสดงจำนวนการผลิตรถยนต์รวมของบริษัทกรณีศึกษา .....2
ภาพที่ 1.3 จำนวนครั้งในการหยิบต่อคนงานต่อชั่วโมง (Lines per Man-hour) .....6
ภาพที่ 1.4 แผนภูมิแสดงร้อยละของเวลาการทำงานของพนักงานหยิบ.....7
ภาพที่ 1.5 กราฟแสดงร้อยละความถี่สะสมของการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก.....8
ภาพที่ 2.1 คลังสินค้าแบบรูปตัวยู (U-Shape Layout) [9].....12
ภาพที่ 2.2 คลังสินค้าแบบรูปตัวไอ (I-Shape Layout) .....13
ภาพที่ 2.3 คลังสินค้าแบบผสม (Custom Layout).....14
ภาพที่ 2.4 แสดงความเชื่อมโยงการทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า .....18
ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการกระจายตามความนิยมของสินค้า .....19
ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการกระจายของจำนวนรายการต่อใบสั่งซื้อ.....19
ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างระดับสินค้าคงคลังตามช่วงเวลาในหนึ่งปีของคลังสินค้า.....20
ภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบคลังสินค้าที่มีการจัดเก็บแบบ Random Storage กับการจัดเก็บ
แบบ Dedicated Storage .....23
ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงลำดับงานของแผนกต่างๆ .....27
ภาพที่ 3.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family).....27
ภาพที่ 3.3 แผนผังคลังพัสดุที่ใช้ในการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ .....28
ภาพที่ 3.4 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานของคลังพัสดุ.....31
ภาพที่ 3.5 การไหลของข้อมูลใน WMS ภายในคลังพัสดุ .....32
ภาพที่ 3.6 แผนผังชั้นวางชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก .....33
ภาพที่ 3.7 การจัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์กล่องขนาดเล็กบนชั้นวาง .....34
ภาพที่ 3.8 ขนาดของชั้นวางชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก.....34
ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก.....35
ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างรถยกที่ใช้ในการขนย้าย pallet ในคลังพัสดุ .....35
ภาพที่ 4.1 แผนผังชั้นวางในบริเวณ FPA.....37
ภาพที่ 4.2 ผังแสดงการคัดเลือก SKUs สำหรับจัดเก็บในบริเวณ FPA ด้วยโปรแกรม R……..40

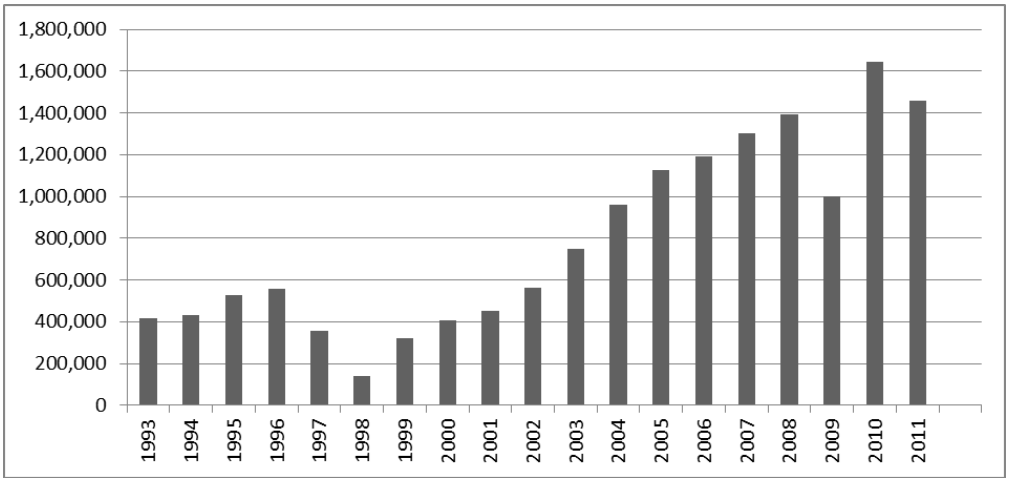
หน้า

ภาพที่ 4.3 แสดงผลรวมเวลาที่ประหยัดได้เมื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวาง .....47
ภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความไวของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ (Total Net Benefit) เมื่อ
เพิ่มหรือลด เวลาหยิบที่ประหยัดได้ (Saving Time) และปริมาณครั้งที่หยิบ (Pick).....50
ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความไวของผลรวมเวลาที่ประหยัด (Total Net Benefit)ได้เมื่อเพิ่ม
หรือลด เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติม (Restock Time) .....50
ภาพที่ 5.1 ผังแสดงการจำลองสถานการณ์การจัดเก็บและการหยิบด้วยโปรแกรม R .....54
ภาพที่ 5.2 ค่าเฉลี่ย เวลาหยิบที่ประหยัดได้, เวลาในการเติมชิ้นส่วนและ Net Benefit.....60
ภาพที่ 5.3 ค่าเฉลี่ยของ Net Benefit ในช่วง จำนวน 60-77 SKU .....60
ภาพที่ 5.4 ชั้นวางสำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA หมายเลข 1-24.....61
ภาพที่ 5.5 ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง.....62

# บทที่ 1
# บทนำ

อุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องดังแสดงในภาพที่ 1.1 อีกทั้งเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีบริษัทที่เกี่ยวข้องในอุตสาหกรรมนี้เป็นจำนวนมากและมีความเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมหลายกลุ่มอาทิเช่น อุตสาหกรรมเหล็กกล้า อุตสาหกรรมยานยนต์ ดังนั้นการจัดการระบบโลจิสติกจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับบริษัทผู้ประกอบรถยนต์ เนื่องจากการผลิตรถยนต์จำต้องมีการจัดการควบคุมชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีอยู่เป็นจำนวนมากจากผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์หลายรายหลายระดับ จำเป็นที่จะต้องควบคุมปริมาณสินค้าคงคลังในระดับที่เหมาะสมเพื่อป้อนเข้าสู้สายการผลิตได้อย่างต่อเนื่องตามแผนการผลิตที่วางไว้ เพราะหากไม่สามารถส่งมอบชิ้นส่วนใดชิ้นส่วนหนึ่งเข้าสู่สายการผลิตได้ตามคุณภาพ จำนวนและเวลาที่ต้องการก็อาจส่งผลให้สายการผลิตต้องหยุดชะงักลงและบริษัทไม่สามารถส่งมอบรถยนต์ให้กับลูกค้าได้ตามที่กำหนด การคลังสินค้า (Warehousing) ในฐานะที่เป็นกิจกรรมในระบบโลจิสติกส์จึงมีบทบาทสำคัญทำให้การบริหารวัสดุคงคลังเพราะการจัดการคลังสินค้าที่ดีช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน [2]

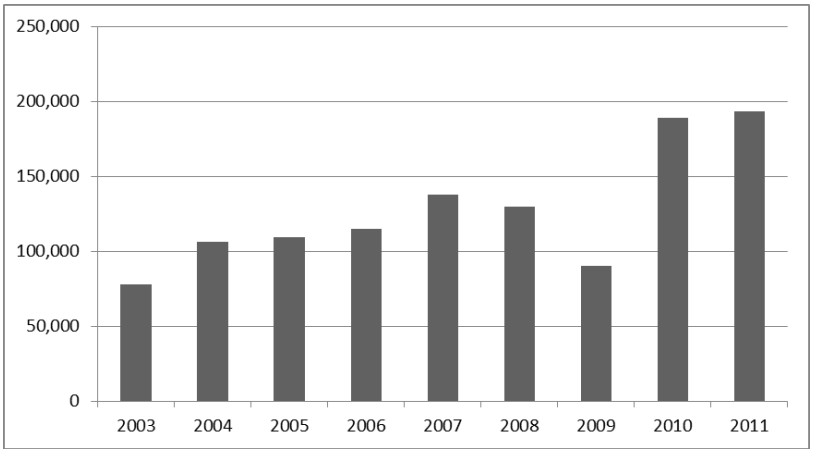
ด้วยความท้าทายดังกล่าวบริษัทผู้ประกอบรถยนต์จึงพยายามมุ่งเน้นในการจัดการพัสดุคงคลังที่มีประสิทธิภาพ เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันทั้งกับคู่แข่งทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ




ภาพที่ 1.1 แสดงจำนวนการผลิตของผู้ผลิตรถยนต์ภายในประเทศ (ศูนย์สารสนเทศยานยนต์, 2555)

## 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทประกอบรถยนต์ที่ศึกษาเป็นบริษัทที่ร่วมทุนระหว่างบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ข้ามชาติสองบริษัทจากประเทศสหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นเพื่อทำการประกอบรถกระบะขนาด 1 ตันและรถยนต์นั่งโดยสารขนาดกลางและขนาดเล็กเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและต่างประเทศ มีกำลังการผลิตรถกระบะ 150,000 และรถยนต์นั่งโดยสาร 120,000 คันต่อปี ปริมาณการผลิตของบริษัทเพิ่มขึ้นอย่างโดยตลอดจากจำนวนรุ่นของรถยนต์และยอดขายที่เพิ่มขึ้นสอดคล้องกับภาพรวมของอุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศในที่มีแนวโน้มการผลิตเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาที่ผ่านมา ดังแสดงในภาพที่ 1.2




ภาพที่ 1.2 แสดงจำนวนการผลิตรถยนต์รวมของบริษัทกรณีศึกษา

การเติบโตของยอดขายและจำนวนรุ่นที่ผลิตเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้บริษัทต้องจัดหาชิ้นส่วนยานยนต์ที่ใช้ในการผลิตเพิ่มมากขึ้นด้วย โดยชิ้นส่วนยานยนต์ของบริษัทสามารถแบ่งออกเป็นชิ้นส่วนที่สั่งซื้อจากผู้ผลิตภายในประเทศและต่างประเทศ สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตในประเทศจะมีการส่งมอบชิ้นส่วนเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บในส่วนของฝ่ายผลิตโดยจัดส่งตามตามเวลาและปริมาณที่กำหนดแบบ Just-in-time ส่วนชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำเข้าจากผู้ผลิตต่างประเทศเนื่องจากมีระยะเวลาการขนส่งขึ้นอยู่กับระยะทางเริ่มตั้งแต่ 2 สัปดาห์จนถึง 8 สัปดาห์จากผู้ผลิต บริษัทจึงต้องมีการสั่งชิ้นส่วนล่วงหน้าก่อนการผลิตและนำมาเก็บรักษาในคลังพัสดุภายนอกขนาด 30,000 ตารางเมตรบริเวณใกล้กับโรงงานประกอบรถยนต์ก่อนจัดส่งเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนภายในสายการผลิตตามคำสั่งของแผนกควบคุมการผลิตต่อไป ดังนั้นภายในคลังจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์จากต่างประเทศนี้จึงมีการหมุนเวียนของชิ้นส่วนยานยนต์อยู่เป็นจำนวนมากในแต่ละวัน

ตารางที่ 1.1 แสดงสัดส่วนผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในและต่างประเทศ

| **ผู้ผลิตชิ้นส่วน** | **จำนวนชิ้นส่วนยานยนต์** | **%** |
|---|---|---|
| ภายในประเทศ | 16,991 | 72.53 |
| ต่างประเทศ | 6,434 | 27.47 |
| รวม | 23,425 | 100.00 |

จากตารางที่ 1.1 แสดงสัดส่วนชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำเข้าจากผู้ผลิตต่างประเทศที่มีกว่า 6,434 รายการ คิดเป็น 27.47% ของชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด โดยชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำเข้านี้จะถูกจัดเก็บในคลังพัสดุ โดยภายในคลังพัสดุแบ่งพื้นที่จัดเก็บในแต่ละบริเวณ (Block) ซึ่งเป็นการจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage) คละกันไปภายในแต่ละบริเวณ บริเวณการจัดเก็บสามารถจำแนกตามรุ่นของรถยนต์และขนาดของบรรจุภัณฑ์ดังแสดงปริมาณชิ้นส่วนและพื้นที่ในตารางที่ 1.2 และ 1.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 1.2 จำนวนบรรจุภัณฑ์ที่จัดเก็บในแต่ละบริเวณของคลังพัสดุ (Block) ในเดือน พ.ค. 2555

| Group | Type | Qty. | % |
|---|---|---|---|
| Passenger Small part | small part | 2,428 | 22.33 |
| Truck Small part | small part | 2,291 | 21.07 |
| Acument part | special part | 1,739 | 15.99 |
| Bailment Small part | small part | 1,196 | 11.00 |
| Passenger Repack part | small part | 1,101 | 10.13 |
| Passenger & Common Big part | big part | 460 | 4.23 |
| Common Small part | small part | 388 | 3.57 |
| Truck Big part | big part | 369 | 3.39 |
| Truck Repack part | small part | 209 | 1.92 |
| Special Supplier 2 | special part | 181 | 1.66 |
| Passenger special part | special part | 154 | 1.42 |
| Passenger open top cap | special part | 144 | 1.32 |
| Sequence part | special part | 99 | 0.91 |
| Engine Repack part | small part | 91 | 0.84 |
| Special Supplier 1 | special part | 23 | 0.21 |
| Total | | 10,873 | 100 |

ตารางที่ 1.3 แสดงพื้นที่ภายในคลังพัสดุสำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์จากต่างประเทศ

| **Warehouse Area** | **$m^2$** | **%** |
|---|---|---|
| Aisle | 8,249 | 27.50 |
| **Small Part** | **5,332** | **17.77** |
| Big part | 4,300 | 14.33 |
| Picking & Repacking | 3,999 | 13.33 |
| Shipping | 2,703 | 9.01 |
| Future Plan | 2,030 | 6.77 |
| Over Stock | 1,659 | 5.53 |
| Devanning | 1,152 | 3.84 |
| Pending | 576 | 1.92 |
| Total | 30,000 | 100.00 |

จากตารางที่ 1.2 พื้นที่ในคลังพัสดุถูกแบ่งออกตามประเภทของรถยนต์และขนาดของบรรจุภัณฑ์ออกเป็น 15 พื้นที่ เมื่อพิจารณตามประเภทของชิ้นส่วนยานยนต์จะพบว่า ปริมาณจำนวนบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็ก หรือ small part มีปริมาณชิ้นส่วนมากที่สุด หรือคิดเป็น 70.86% ของจำนวนบรรจุภัณฑ์ทั้งหมดในคลังพัสดุ หากพิจารณาพื้นที่การจัดเก็บตามประเภทของบรรจุภัณฑ์ตามตารางที่ 1.3 จะพบว่าจำนวนบรรจุภัณฑ์ขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการจัดเก็บ 17.77% ของพื้นที่ทั้งหมดในคลังสินค้า หรือคิดเป็นพื้นที่ส่วนใหญ่ในการจัดเก็บสินค้าในปัจจุบัน

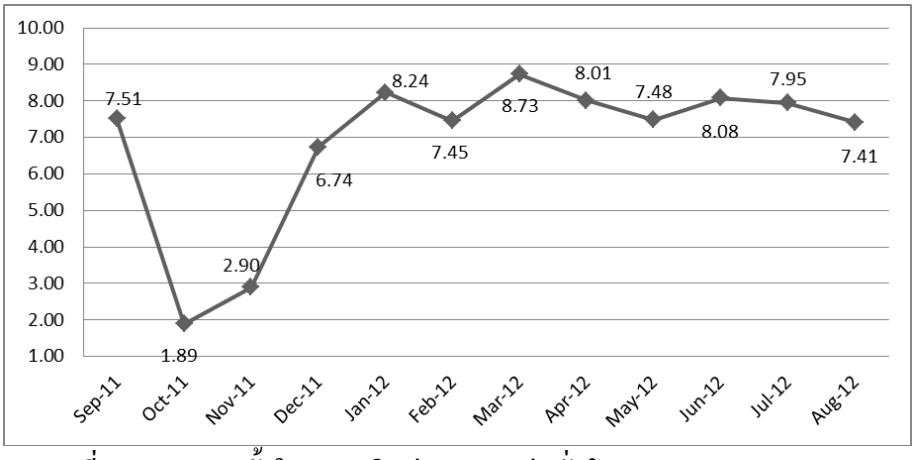
เพื่อสะท้อนสภาพการทำงานในปัจจุบันของคลังสินค้าชิ้นส่วนยานยนต์กรณีศึกษาทางคณะผู้วิจัยได้รวบรวมจำนวนพนักงานภายในคลังพัสดุแยกตามตำแหน่งงานและกิจกรรมที่รับผิดชอบดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 จำนวนพนักงานทั้งหมดในส่วนงานคลังสินค้า

| | Devanning | Sorting | Picking | Repacking | Delivery | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Supervisor** | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | **10** |
| **Leader** | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | **16** |
| **Sub Leader** | 4 | 6 | 8 | 12 | 8 | **38** |
| **Fork Lift Driver** | 16 | 10 | 20 | 16 | 26 | **88** |
| **Checker** | 16 | 20 | 20 | 20 | 32 | **108** |
| **Worker** | 24 | 44 | 80 | 68 | 14 | **230** |
| **Total** | **64** | **84** | **134** | **122** | **86** | **490** |

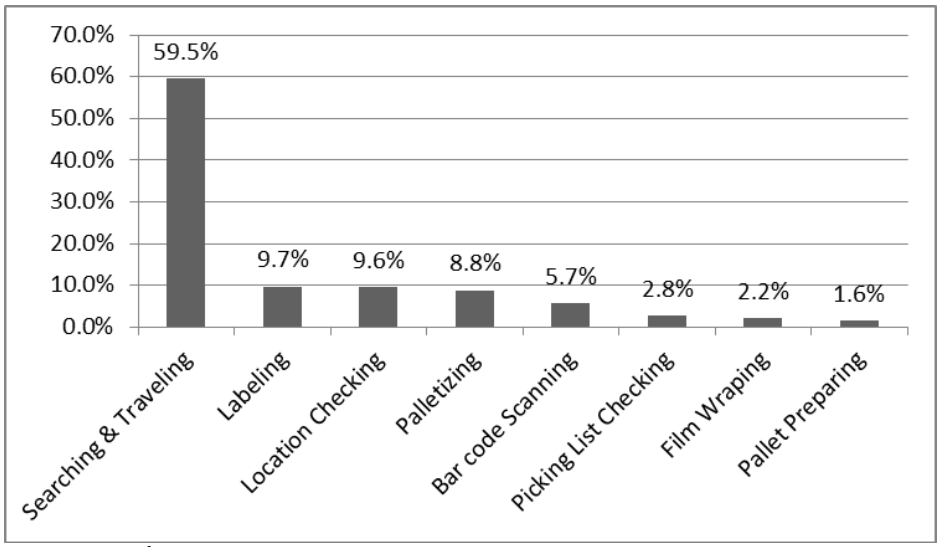
การวิเคราะห์ตารางที่ 1.4 พบว่าส่วนงาน Picking หรือการหยิบพัสดุ มีจำนวนพนักงานมากที่สุดคือ 134 คน ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตของคณะผู้วิจัยว่ากิจกรรมส่วนใหญ่ในคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาจึงเป็นงานการหยิบพัสดุ โดยส่วนงานที่มีจำนวนคนงานมากที่สุดคืองานหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก ซึ่งเป็นงานที่ต้องใช้คนงาน (Worker) ในการหยิบโดยมีคนงานในส่วนนี้ถึง 80 คน

จากข้อมูลดังกล่าวคณะผู้วิจัยจึงเลือกบริเวณเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ของรถยนต์นั่งโดยสาร (Passenger Small part, Block 4) มาเป็นกรณีศึกษาของชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก และทำการศึกษาข้อมูลการหยิบพัสดุโดยการจับเวลา และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในการหยิบต่อคนงานต่อชั่วโมง (Lines per Man-hour) ของบริเวณเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กของรถยนต์นั่งโดยสาร ดังแสดงในภาพที่ 1.3




ภาพที่ 1.3 จำนวนครั้งในการหยิบต่อคนงานต่อชั่วโมง (Lines per Man-hour)

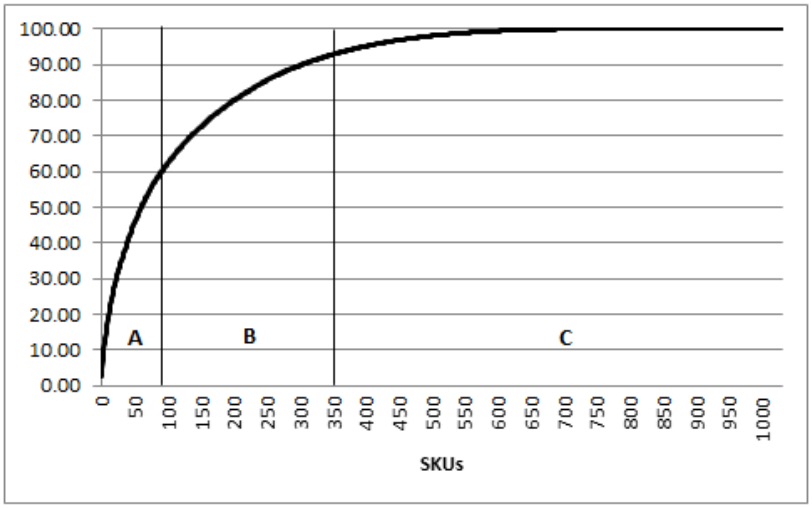
จากภาพที่ 1.3 พบว่ามีค่าเฉลี่ย Line per Man-hour มีค่าเท่ากับ 7.76 ครั้งต่อคนงานต่อชั่วโมง และค่าความแปรปรวนของข้อมูลเท่ากับ 0.31 (ในเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2554 บริษัทลดการผลิตลงเนื่องจากได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำท่วมภายในประเทศจึงไม่นำข้อมูลในช่วงดังกล่าวมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย Line per Man-hour ของคลังพัสดุของบริษัทกับงานวิจัยของ Frazelle and Hackman (1992) [19] จะพบว่าค่า Line per Man-hour ของบริษัทมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน (Sub-Par) เมื่อเทียบกับเกณฑ์ดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อหาสาเหตุของค่า Line per Man-hour ต่ำ ทางคณะผู้วิจัยจึงพิจารณาถึงการทำงานย่อยโดยการศึกษาทำงานของพนักงานหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กจำนวน 100 รอบงานโดยมีการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 5,142 ครั้งใช้เวลาการทำงานรวมทั้งหมด 19,129 นาทีและใช้เวลาการทำงานเฉลี่ย 3.72 นาทีต่อการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์หนึ่งครั้ง เมื่อจำแนกออกเป็นเวลาการทำงานย่อยดังแสดงในภาพที่ 1.4




ภาพที่ 1.4 แผนภูมิแสดงร้อยละของเวลาการทำงานของพนักงานหยิบ

ภาพที่ 1.4 แสดงว่าเวลาการทำงานส่วนใหญ่ของพนักงานหยิบใช้ไปในการค้นหาและเดินทาง (Searching and Traveling) ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่มีผลให้ค่าเฉลี่ย Line per Man-hour มีค่าต่ำ การการเก็บข้อมูลพบว่าพนักงานใช้เวลาส่วนใหญ่กว่า 59% หรือเป็นเวลาเฉลี่ย 2.21 นาทีจากเวลางานทั้งหมดในการค้นหาและเดินทางไปยังพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ซึ่งเป็นการใช้เวลาอันไม่ก่อให้เกิดงาน ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงระยะเวลาการเดินทางและค้นหาให้ลดลงได้จะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานในคลังสินค้าเพิ่มมากขึ้น

เพื่อให้เข้าใจลักษณะการหยิบวัสดุมากขึ้นทางคณะผู้วิจัยจึงพิจารณาข้อมูลการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กในรอบ 1 ปีตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ.2554 ถึง สิงหาคม พ.ศ.2555 ซึ่งมีชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 1,031 รายการ พบว่าชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละ SKU มีความถี่การหยิบที่แตกต่างกันไปดังกราฟแสดงร้อยละความถี่สะสมในภาพที่ 1.5




ภาพที่ 1.5 กราฟแสดงร้อยละความถี่สะสมของการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก

ร้อยละความถี่สะสมในภาพที่ 1.5 มีความชันมากในช่วงต้นและค่อยๆลดลงจนคงที่ในช่วงท้ายแสดงถึงความถี่สะสมของการหยิบค่อยๆลดลงจนคงที่ คณะผู้วิจัยจึงใช้วิธี ABC Analysis เพื่อแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์เป็นกลุ่ม A กลุ่ม B และกลุ่ม C โดยพิจารณาจากความถี่ในการหยิบ โดยให้กลุ่ม A เป็นกลุ่มที่มีการหยิบมากกว่า 1,000 ครั้งขึ้นไปโดยมีทั้งหมด 88 รายการคิดเป็นความถี่สะสมของการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก 60% ถัดไปคือกลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีการหยิบตั้งแต่ 1,000 ครั้งลงมาจนถึง 200 ครั้งมีทั้งหมด 258 รายการ ความถี่สะสมของการหยิบของกลุ่ม B คิดเป็น 33% และกลุ่ม C คือกลุ่มที่มีการหยิบต่ำกว่า 199 ครั้งมีทั้งหมด 685 รายการ ความถี่สะสมของการหยิบของกลุ่ม C คิดเป็น 7% ผลการจัดกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์ตามความถี่ในการหยิบพบว่าชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่ม A และ B มีความถี่ในการหยิบครอบคลุมการหยิบกว่า 93% ของทั้งคลังพัสดุ และจากลักษณะการกระจายตัวของความถี่การหยิบดังกล่าว คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการจัดทำบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการเคลื่อนไหวสูงในคลังพัสดุของบริษัท โดยการคัดแยกชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความถี่ในการหยิบสูงมาเก็บในบริเวณพิเศษที่สะดวกต่อการหยิบเพื่อลดเวลาการเดินทางและการค้นหาของพนักงานหยิบ สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่ม C คณะผู้วิจัยจะนำเสนอ

ข้อมูลต่อบริษัทเพื่อทำการพิจารณาถึงความเหมาะสมของนโยบายการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่มนี้ต่อไป เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีความเคลื่อนไหวน้อยแต่มีอยู่เป็นจำนวนมากคิดเป็น 66% ของชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กทั้งหมดในคลังพัสดุ

จากการศึกษาเบื้องต้นที่กล่าวมาสามารถบ่งชี้ได้ว่า ชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำเข้ามาเก็บในคลังพัสดุนั้นมีการจัดเก็บแบบสุ่มซึ่งยังไม่มีการคำนึงถึงความถี่ในการเคลื่อนไหวเป็นผลให้บางชิ้นส่วนที่มีความถี่ในหยิบสูงถูกจัดเก็บแบบสุ่มคละกันไป พนักงานใช้เวลาในการเดินทางและค้นหาชิ้นส่วนตามใบงานเป็นเวลานาน นอกจากนี้การจัดเก็บแบบสุ่มยังทำให้คนงานต้องมีการเช็คตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ก่อนทำการหยิบโดยใช้เวลาในส่วนนี้คิดเป็น 10% ของการทำงานทั้งหมด คณะผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นการปรับปรุงเวลาโดยการนำแนวทางการออกแบบบริเวณ Fast-pick area (FPA) มาใช้ โดยเลือกกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กของรถยนต์นั่งโดยสารเป็นกลุ่มศึกษา โดยมุ่งหวังให้พนักงานหยิบใช้เวลาในการเดินทางและค้นหาของลดลง

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบการจัดเก็บและการหยิบในคลังพัสดุเพื่อลดเวลาการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์โดยใช้เทคนิคการจัดบริเวณชิ้นส่วนที่มีความเคลื่อนไหวสูง (FPA)

## 1.3 ขอบเขตงานวิจัย

1) เลือกชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่มรถยนต์นั่งโดยสารที่มีขนาดเล็ก

2) จำกัดบริเวณเฉพาะพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนรถยนต์นั่งโดยสารประเภทกล่องขนาดเล็กภายในคลังพัสดุสำหรับชิ้นส่วนจากต่างประเทศ (Block 4)

3) การประเมินผลวัดจากเวลาที่ลดได้จากการใช้เทคนิค FPA

4) ไม่รวมการควบคุมระดับพัสดุคงคลังและการสั่งซื้อชิ้นส่วนยานยนต์ของแผนกควบคุมการผลิต

## 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1) ศึกษาขั้นตอนการทำงานในคลังสินค้า และรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องสำหรับการคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์

2) ศึกษาทฤษฎี งานวิจัยและกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องเพื่อสามารถนำแนวคิดและความรู้พื้นฐานมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยดังนี้

2.1) การจัดการคลังสินค้า

2.2) การทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า (Warehouse Activity Profiling)

2.3) เทคนิค Fast-pick area

3) วิเคราะห์ข้อมูลการจัดทำบริเวณชิ้นส่วนที่มีความเคลื่อนไหวสูง

4) นำเสนอความก้าวหน้าเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการจัดทำบริเวณชิ้นส่วนที่มีความเคลื่อนไหวสูงต่อบริษัท

5) วิเคราะห์แบบจำลองและรูปแบบการจัดทำบริเวณชิ้นส่วนที่มีความเคลื่อนไหวสูง

6) รวบรวมข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

7) นำเสนอผลการวิจัยต่อมหาวิทยาลัย

8) นำเสนอผลการวิจัยการจัดทำบริเวณชิ้นส่วนที่มีความเคลื่อนไหวสูงต่อบริษัท

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) ลักษณะการจัดวางและการหยิบที่เหมาะสมกับพื้นที่ Fast Moving Area

2) การวิเคราะห์ความยืดหยุ่นของระบบ Fast Moving Area ที่ศึกษา

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ศึกษาลักษณะการนำเทคนิค FPA เข้ามาปรับปรุงกระบวนการทำงานในคลังพัสดุ

2) ลักษณะการจัดวางและการหยิบที่เหมาะสมกับสำหรับบริเวณ Fast Moving Area

3) เป็นแนวทางการนำไปใช้งาน

4) เป็นแนวทางในการขยายผลสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ในกลุ่มอื่น และกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีลักษณะเดียวกัน

# บทที่ 2
# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัย ซึ่งประกอบไปด้วย ความหมาย หน้าที่ ความสำคัญของคลังพัสดุ กิจกรรมการปฏิบัติงาน การวางผังการจัดเก็บชิ้นส่วน การจัดส่งชิ้นส่วน การทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า และเทคนิค Fast-pick area

## 2.1 ความสำคัญของคลังสินค้าต่อห่วงโซ่อุปทาน

คลังสินค้า (Warehouse) เป็นหน่วยในการเก็บรักษาสินค้าหลากหลายชนิดในปริมาณมากน้อยต่างกันในช่วงเวลาที่สินค้าอยู่ในระหว่างการผลิต และในช่วงเวลาที่สินค้านั้นเป็นที่ต้องการของลูกค้าหรือภายในองค์กรนั้นๆ [24] ปรีชา จำปารัตน์ และ ไพศาล ชัยมงคล (2520) [6] ได้กล่าวถึงหน้าที่ของคลังสินค้าว่าเป็นห่วงเชื่อมที่สำคัญในการสนับสนุนด้านพัสดุจากผู้ผลิตไปสู่ผู้บริโภค โดยเป็นเครื่องมือสำหรับรักษาอัตราการบริโภคที่ขึ้นๆลงๆอยู่เสมอให้สมดุลกับการผลิตซึ่งมีอัตราสม่ำเสมอกว่าและกล่าวถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินการเก็บรักษาพัสดุไว้ดังนี้

1) เพื่อใช้เนื้อที่ของคลังพัสดุให้ได้ประโยชน์ที่สุด

2) เพื่อประหยัดเวลาและแรงงาน

3) เพื่อสามารถเข้าถึงพัสดุได้ทุกขณะ โดยสามารถเลือกพัสดุและจัดส่งโดยเสียค่าใช้จ่ายและความพยายามน้อยที่สุด

4) เพื่อป้องกันพัสดุ คือการเก็บพัสดุในที่ซึ่งสามารถป้องกันจากการลักขโมย สภาพดินฟ้าอากาศ เพลิงไหม้ อุณหภูมิต่ำหรือสูงมาก กลิ่น หรือ แสงสว่าง เป็นต้น

## 2.2 กิจกรรมในคลังสินค้า (Warehouse Activities)

กิจกรรมในคลังสินค้าและขั้นตอนในการหยิบสินค้าสามารถจำแนกตามกลุ่มงานพื้นฐานภายในคลังพัสดุดังต่อไปนี้ [18]

1) การรับสินค้า (Receiving) คือกลุ่มกิจกรรมซึ่งประกอบไปด้วย การรับสินค้าเข้ามาในคลังสินค้า การตรวจสอบสินค้าว่าได้รับเข้ามาถูกต้องตามปริมาณและคุณภาพที่ต้องการ

2) การจัดเข้าที่ (Put away) คือการนำสินค้าไปยังพื้นที่การจัดเก็บ ซึ่งประกอบด้วย การดูแลสินค้า การยืนยันตำแหน่งจัดเก็บ และการวางสินค้า ณ ตำแหน่งที่จัดเตรียมไว้

3) การเก็บรักษา (Storage) คือการเก็บรักษาตัวสินค้าเพื่อรอการหยิบจ่ายในอนาคต วิธีเก็บรักษาขึ้นอยู่กับ ขนาด ลักษณะหีบห่อ ความยากง่ายในการดูแลสินค้า ปริมาณของสินค้า

4) การหยิบสินค้าตามรายการ (Order Picking) คือกระบวนการในการนำสินค้าออกจากพื้นที่จัดเก็บตามที่ระบุไว้ในใบสั่ง

5) การบรรจุหีบห่อ (Packaging) เป็นงานที่อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ หลังจากได้มีการหยิบสินค้าออกมาแล้ว สินค้าแต่ละรายการจะถูกคัดแยกและบรรจุเพื่อให้ง่ายสะดวกต่อการใช้งาน

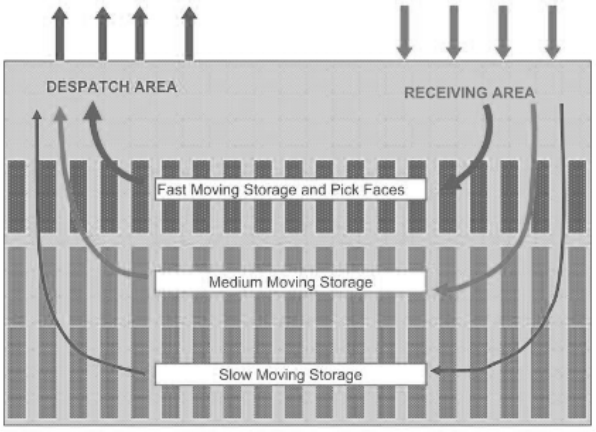
6) การคัดแยกและการรวมสินค้า (Sortation and/or Accumulation) คือการคัดแยกสินค้าจากที่เป็นกองรวม และการรวมจากชิ้นย่อยรวมเข้าเป็นกองเดียวกัน โดยจะเกิดขึ้นเมื่อใบหยิบสินค้านั้นๆระบุความต้องการสินค้ามากกว่าหนึ่งชนิด

7) การจัดกลุ่มและการจัดส่ง (Unitizing and Shipping) ประกอบไปด้วยงานต่อไปนี้ การตรวจสอบความสมบูรณ์ตรงตามใบสั่งงาน การบรรจุหีบห่อสินค้าในบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมต่อการขนส่ง การจัดเตรียมเอกสารการขนส่ง การชั่งน้ำหนักเพื่อคิดค่าขนส่ง การรวบรวมรายการสั่งสินค้าแยกตามผู้ขนส่ง และการขนสินค้าขึ้นรถบรรทุก

## 2.3 ผังคลังสินค้า (Warehouse Layout)

### 2.3.1 คลังสินค้าแบบรูปตัวยู (U-Shape Layout)

คลังสินค้าแบบรูปตัวยู คือคลังสินค้าที่มีการออกแบบให้มีลักษณะการไหลของสินค้าเป็นรูปตัวยูเป็นรูปแบบมาตรฐานโดยสินค้าจะไหลเข้ามาที่บริเวณรับสินค้าแล้วผ่านไปบริเวณเก็บสินค้าที่อยู่ด้านหลังของคลังสินค้าไปสู่พื้นที่จัดส่งซึ่งอยู่ติดกับบริเวณรับสินค้าในฝั่งเดียวกันของอาคาร




ภาพที่ 2.1 คลังสินค้าแบบรูปตัวยู (U-Shape Layout) [9]

การออกแบบคลังสินค้าแบบรูปตัวยู มีข้อได้เปรียบหลายประการเช่น

1) สามารถใช้ประโยชน์จากการรับและส่งสินค้าโดยใช้ประตูท่าร่วมกันได้

2) สะดวกในการส่งผ่านสินค้าเนื่องจากสามารถใช้ประโยชน์ร่วมกันจากท่ารับ-ส่งสินค้าที่อยู่ติดกัน

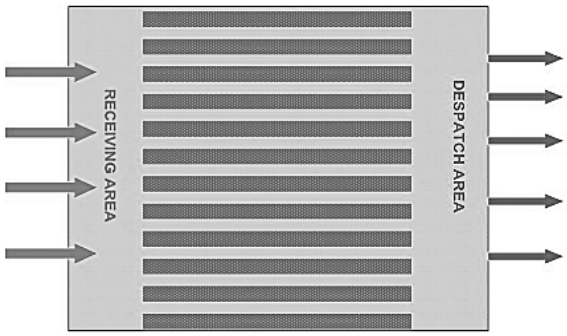
3) ใช้ประโยชน์จากรถยกโดยรวมเที่ยวการนำสินค้าเก็บเข้าที่และเบิกจ่ายออกมาได้โดยง่ายเนื่องจากตำแหน่งในการจัดเก็บที่อยู่ติดกับท่ารับและท่าส่งสินค้าซึ่งเหมาะที่จะเก็บสินค้าที่เคลื่อนไหวเร็ว

4) เพิ่มโอกาสขยายได้ 3 ทิศทาง

5) มีความปลอดภัยสูงเนื่องจากทางเข้าออกอาคารมีเพียงด้านเดียว

### 2.3.2 คลังสินค้ารูปตัวไอ (I-Shape Layout)

คลังสินค้ารูปตัวไอ คือคลังสินค้าที่มีการออกแบบให้มีลักษณะการไหลผ่านของสินค้าเป็นรูปตัวไอ รูปแบบการไหลเช่นนี้เหมาะกับการส่งผ่านสินค้าเพียงอย่างเดียวหรือการดำเนินงานที่มีการรับและส่งสินค้าคราวละมากๆแต่มีจุดอ่อนคือยากในการใช้ประโยชน์จากวิธีการจัดเก็บสินค้าแบบ ABC

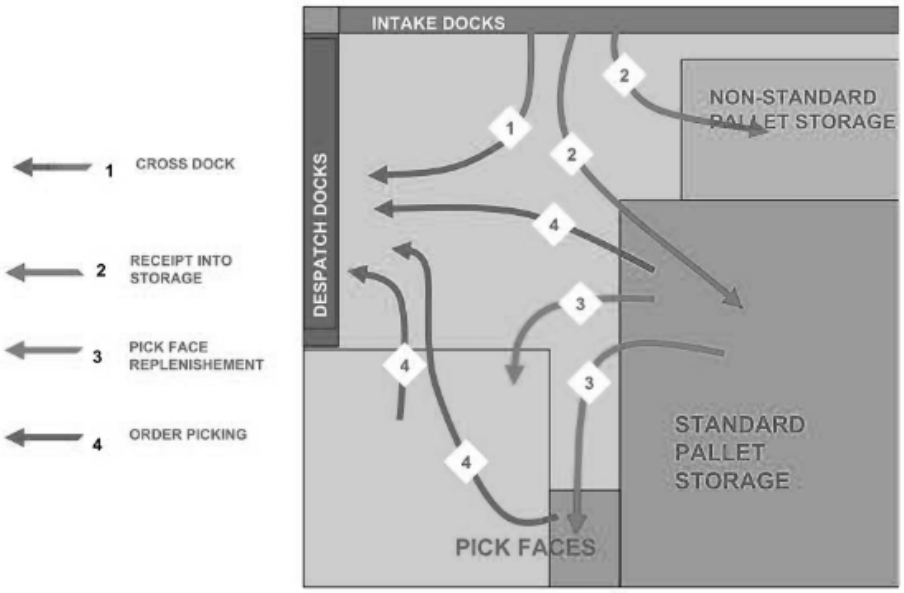



ภาพที่ 2.2 คลังสินค้าแบบรูปตัวไอ (I-Shape Layout)

ที่มา: Colin Airdrie (Logistics Bureau)’s lecture on “An Introduction to Warehouse Design and Operations.” [9]

### 2.3.3 คลังสินค้าแบบผสม (Custom Layout)

คลังสินค้าแบบผสม คือคลังสินค้าที่มีการออกแบบให้มีลักษณะการไหลผ่านของสินค้าผสมผสานระหว่างรูปตัวยูและรูปตัวไอแบ่งตามลักษณะการไหลสินค้า




ภาพที่ 2.3 คลังสินค้าแบบผสม (Custom Layout)

ที่มา: Colin Airdrie (Logistics Bureau)'s lecture on "An Introduction to Warehouse Design and Operations." [9]

## 2.4 ระบบการจัดเก็บสินค้า (Storage Assignment)

การแบ่งประเภทการจัดเก็บสินค้าสามารถแบ่งได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีหนึ่งที่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายนำเสนอโดย Hausman et al (1976) [23] ได้แบ่งวิธีการจัดเก็บสินค้าออกเป็น 3 แบบ ได้แก่

### 2.4.1 การจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage or Shared Storage)

การจัดเก็บแบบสุ่ม คือการจัดเก็บสินค้าที่สามารถจัดเก็บแบบสุ่มในบริเวณใดก็ได้ที่มีพื้นที่ว่างสำหรับการจัดเก็บ โดยการจัดเก็บวิธีนี้จำเป็นต้องมีระบบการจัดเก็บที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

### 2.4.2 การจัดเก็บแบบกำหนดพื้นที่ตายตัว (Dedicated Storage)

การจัดเก็บสินค้าแบบกำหนดพื้นที่ตายตัวนั้น สินค้าแต่ละชนิดจะถูกกำหนดให้จัดเก็บในบริเวณที่กำหนดเท่านั้นและสินค้าอื่นๆไม่สามารถนำมาจัดเก็บแทนที่ในบริเวณที่กำหนด

นี้ การจัดเก็บโดยวิธีนี้มีข้อดีคือทำให้พนักงานหยิบสินค้ามีความคุ้นเคยกับสินค้าที่จัดเก็บในบริเวณนั้นๆ [14]

### 2.4.3 **การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่ม** (Class-Based Storage)

การจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่ม คือการแบ่งกลุ่มสินค้าตามเกณฑ์ของแต่ละคลังสินค้าและจัดเก็บสินค้าแต่ละกลุ่มไว้ในแต่ละบริเวณที่กำหนดซึ่งสินค้าแต่ละชนิดจะถูกจัดเก็บแบบสุ่มภายในกลุ่ม การจัดเก็บวิธีนี้อาศัยหลักการของพาเรโต (Pareto's method) กล่าวคือมีสินค้าเพียง 15% ในคลังสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงคลอบคลุมความเคลื่อนไหว 85% ของทั้งคลังสินค้า โดยส่วนใหญ่มักแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ กลุ่มสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงจัดอยู่ในกลุ่ม A รองลงมาคือกลุ่ม B และกลุ่ม C ตามลำดับ ทั้งนี้สามารถแบ่งกลุ่มได้มากกว่า 3 กลุ่มตามความเหมาะสมของแต่ละคลังสินค้า [17]

Choe and Sharp [14] ได้เปรียบเทียบการจัดเก็บทั้ง 3 วิธี โดยกล่าวว่าการจัดเก็บแบบสุ่มสามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่จัดเก็บได้สูงกล่าวคือใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อยแต่มีข้อเสียด้านระยะทางในการเดินทางไปหยิบสินค้าที่อยู่ไกลกันจะทำให้ใช้เวลามาก ส่วนการจัดเก็บแบบกำหนดพื้นที่ตายตัวประหยัดเวลาในการเดินทางมากที่สุดในกลุ่มแต่ก็มีข้อเสียคือใช้ประโยชน์จากพื้นที่จัดเก็บได้น้อยกว่าแบบสุ่ม ส่วนการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มถูกจัดอยู่ระหว่างสองแบบแรก ทั้งนี้การเปรียบเทียบดังกล่าวยังไม่เป็นข้อสรุปเนื่องจากมีปัจจัยอีกหลายๆปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพของการจัดเก็บในแต่ละแบบ

## 2.5 ระบบการหยิบสินค้า (Order Picking)

ระบบการหยิบสินค้าสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลักๆคือ

### 2.5.1 ระบบพนักงาน-ถึง-สินค้า (Picker-to-stock (PTS) System)

ระบบการหยิบสินค้าแบบพนักงาน-ถึง-สินค้าเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดคือพนักงานจะเดินทางไปยังบริเวณหยิบสินค้าเพื่อหยิบสินค้า [15] โดยสามารถแบ่งได้เป็นสอง ประเภทคือ low-level picking และ High-level picking โดยการหยิบแบบ low-level picking พนักงานหยิบจะหยิบสินค้าจากชั้นวางกล่อง (Bin Shelving) หรือชั้นวางแบบ Rack ในขณะที่เดินทางไปหยิบสินค้าตามใบงาน ส่วน High-level picking คือการหยิบสินค้าในที่สูงโดยเป็นการปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากปริมาตรและพื้นที่ของอาคารอาศัยระบบยกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลง

โดยวิธีเก็บสินค้าที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสามวิธีสำหรับระบบ พนักงาน-ถึง-สินค้า ได้แก่

1) ชั้นวางกล่อง (Bin Shelving) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสำหรับสินค้าขนาดเล็กเนื่องจากราคาไม่แพง สามารถปรับเปลี่ยนวิธีการใช้งานได้โดยง่ายและบำรุงรักษาน้อย แต่มีข้อเสียคือใช้ประโยชน์จากพื้นที่ได้น้อยเนื่องจากพื้นที่ว่างภายในชั้นวางและความสูงของชั้นวางถูกจำกัดให้ไม่สูงเกินเอื้อมของพนักงานหยิบ นอกจากนี้พนักงานต้องเดินในระยะทางที่ไกลมากขึ้นหากมีพื้นที่มาก

2) ชุดตู้ลิ้นชัก/ตู้เก็บ (Modular Storage Drawers/Cabinets) ในแต่ละตู้เก็บสินค้าจะมีลิ้นชักที่แบ่งเก็บสิ้นค้าออกเป็นชุด ข้อได้เปรียบระหว่างชุดตู้ลิ้นชัก/ตู้เก็บที่เหนือกว่าชั้นวางกล่องคือสามารถเก็บสินค้าได้มากกว่า พนักงานหยิบสามารถมองเห็นสินค้าได้ชัดเจนในพื้นที่ขนาดเล็กๆ และหยิบสินค้าได้ง่าย ช่องจัดเก็บแบบลิ้นชักจึงเหมาะสมสำหรับการเก็บสินค้าที่ไม่ต้องเก็บเป็นจำนวนมากและงานที่มีค่าใช้จ่ายเรื่องพื้นที่สูง ต้องการความปลอดภัยและการป้องกันสำหรับสินค้านั้นๆ

3) ชั้นวางแบบไหลด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Flow Rack) เหมาะกับสินค้าเป็นชิ้นๆไม่เต็มลังที่มีความเคลื่อนไหวเร็วและมีการจัดเก็บในกล่องที่มีขนาดและรูปทรงที่ค่อนข้างแน่นอน กล่องสินค้าจะถูกใส่ทางด้านหลังของชั้นที่ทำไว้สำหรับเติมสินค้าโดยสินค้าจะเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเองเมื่อกล่องที่อยู่ด้านหน้าถูกหยิบออกไป โดยการเคลื่อนไหวแบบ Back-to-front นี้เป็นการการหมุนเวียนสินค้าในลักษณะเข้าก่อนออกก่อน (FIFO)

วิธีการหยิบสินค้าแบบพนักงาน-ถึง-สินค้า ประกอบไปด้วย

1) รถเข็น ใช้ในการรวบรวม คัดแยก และ/หรือบรรจุสินค้าตามรายการสั่งซื้อโดยพนักงานหยิบเดินไปตามเส้นทางเดิน รถเข็นสำหรับหยิบสินค้าคราวละมากๆจะถูกออกแบบให้สามารถหยิบสินค้าได้ได้ครั้งละหลายคำสั่งซื้อในการเดินทางไปหยิบสินค้าเพียงครั้งเดียว

2) การใช้ลังหรือกล่องในการหยิบสินค้า โดยลังใส่สินค้าจะมีไว้สำหรับรวมสินค้าในรายการคำสั่ง โดยใช้สายพานลำเลียงในการขนลังตั้งแต่บริเวณพื้นที่ในการหยิบสินค้าไปตลอดเส้นทาง

3) ระบบยกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลง สามารถทำได้โดยให้พนักงานขับรถหยิบสินค้าหรือใช้เครื่องจัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติ (AS/RS) ที่สามารถเคลื่อนที่พาพนักงานหยิบไปสู่ที่เก็บสินค้า

ระดับความสูงได้ แต่ระบบนี้เป็นเครื่องจักรที่มีราคาสูงที่สุด ดังนั้นคลังที่จะใช้ระบบนี้ควรมีความหนาแน่นการจัดเก็บและมีงานใช้งานอย่างคุ้มค่า

4) การหยิบสินค้าด้วยแขนกล โดยรถหยิบแบบมีแขนกลจะเคลื่อนที่ไปหยิบสินค้าตามตำแหน่งเก็บตามลำดับโดยอัตโนมัติ แต่มีงานไม่กี่ประเภทเท่านั้นที่เหมาะที่จะนำระบบการหยิบสินค้าด้วยแขนกลมาใช้งาน

### 2.5.2 ระบบ สินค้า-ถึง-พนักงาน (Stock-to-picker (STP) System)

จุดเด่นที่สำคัญของระบบสินค้า-ถึง-พนักงานที่เหนือกว่าระบบพนักงาน-ถึง-สินค้า คือสามารถกำจัดเวลาที่เสียไปในระหว่างการเคลื่อนไปหยิบสินค้าของพนักงานหยิบได้โดยการทำให้พนักสามารถหยิบสินค้าจากชั้นหมุนได้อย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าระบบดังกล่าวไม่ได้รับการออกแบบมาอย่างเหมาะสมอาจทำให้พนักงานหยิบสินค้าว่างงานเป็นระยะๆจากการรอระบบเพื่อรับคำสั่งการหยิบสินค้าลำดับต่อๆไป กรณีเช่นนี้จะทำให้ผลิตภาพในการหยิบสินค้าตกต่ำกว่าที่พบในระบบพนักงาน-ถึง-สินค้า โดยระบบ สินค้า-ถึง-พนักงาน มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบได้แก่

1) ชั้นหมุน แบ่งเป็น ชั้นหมุนแนวราบ และ ชั้นหมุนแนวดิ่ง โดย ชั้นหมุนแนวราบ คือชุดเครื่องจักรที่มีกล่องหมุนที่อยู่ในชั้นวาง มีชุดมอเตอร์ขับเคลื่อนติดตั้งอยู่ทิศทางในการหมุนจะอยู่ในแนวตั้งฉากกับพื้น สินค้าจะถูกหยิบออกจากชั้นหมุนโดยมีพนักงานหยิบสินค้าที่ยืนประจำอยู่หน้าเครื่องจักรมีหน้าที่ในการควบคุมการหมุนของชั้นหมุนหรือควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนชั้นหมุนแนวดิ่งคืออุปกรณ์ชั้นหมุนแนวราบที่พลิกกลับด้าน โดยทางทฤษฎีชั้นหมุนแนวดิ่งจะใช้เวลาในการหยิบสินค้าน้อยกว่าชั้นหมุนแนวราบเนื่องจากของที่จะหยิบนั้นอยู่ในความสูงระดับเอวของพนักงานหยิบสินค้าเสมอทำให้หยิบได้ง่าย ส่วนราคาของชั้นหมุนแนวดิ่งจะแพงกว่าชั้นหมุนแนวราบเนื่องจากโครงสร้างและยังสิ้นเปลืองไฟฟ้ามากกว่าในการเคลื่อนชั้นหมุนสวนทางกับแรงโน้มถ่วงโลก

2) ระบบการจัดเก็บ/เบิกสินค้าขนาดเล็กแบบอัตโนมัติ (Mini-load Automated Storage and Retrieval System) เครื่องเก็บ/เบิกสินค้า หรือ S/R จะเคลื่อนที่ทั้งแนวราบและแนวดิ่งไปพร้อมๆกันภายในซอยเพื่อเคลื่อนย้ายสินค้า ด้วยความทันสมัยของระบบทำให้ระบบนี้มีราคาแพงที่สุด ใช้เวลาในการออกแบบทางวิศวกรรมและความต้องการการบำรุงรักษาระบบมาก

## 2.6 การทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า (Warehouse Activity Profiling)

การเก็บข้อมูลโดยละเอียดของสินค้าคงคลังสามารถช่วยให้ทราบถึงธรรมชาติและเข้าใจถึงลักษณะความเป็นไปของสิ่งที่สัมพันธ์กันในคลังสินค้านั้นๆ ซึ่งสามารถเผยให้เห็นถึงปัญหาและโอกาสที่จะปรับปรุงการจัดการสินค้าคงคลังและใช้ในการหาทางแก้ไขและวางแผนระบบการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า โดยข้อมูลทั่วไปที่นิยมทำเหมืองข้อมูลแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลักคือ

1) Item Master สำหรับจัดเก็บข้อมูล รายละเอียดของแต่ละสินค้า หรือ SKUs (Stock Keeping Units)

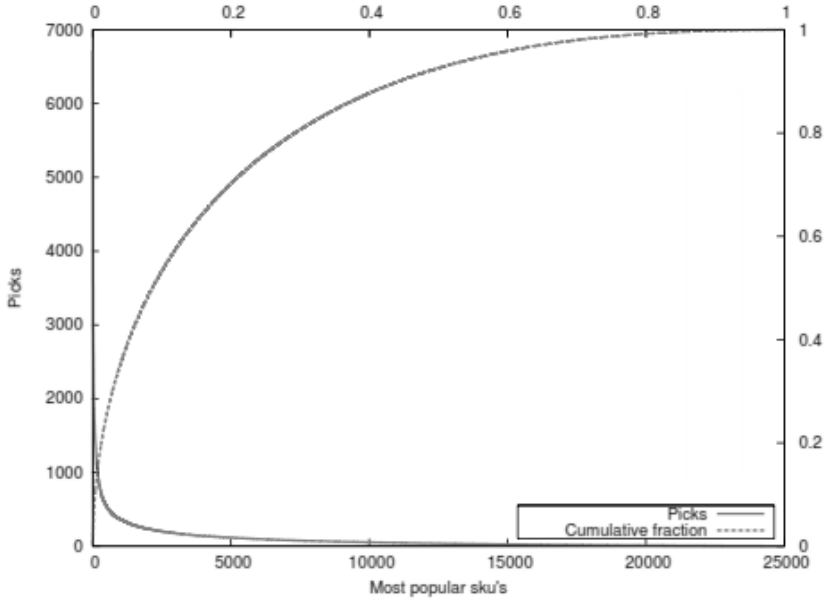
2) Location Master สำหรับเก็บข้อมูลด้าน สินค้าคงคลังและตำแหน่งจัดเก็บสินค้า

3) Order Master เป็นข้อมูลสินค้าที่เข้า-ออกจากคลังสินค้า

ภาพที่ 2.4 แสดงความเชื่อมโยงการทำเหมืองข้อมูลในคลังสินค้า

### 2.6.1 การกระจายของสินค้าคงคลังตามความนิยมกลุ่มสินค้า (Item Popularity Distribution)

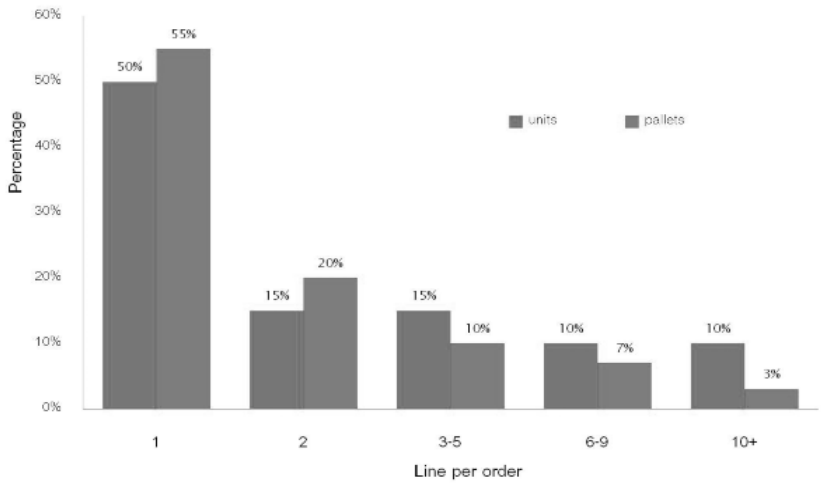
การศึกษาการกระจายของสินค้าคงคลังตามความนิยมกลุ่มสินค้าแสดงให้เห็นถึงระดับความถี่ในการหยิบหยิบสินค้าซึ่งสามารถแบ่งสินค้าออกได้เป็น สามกลุ่ม คือ A ,B และ C ตามความนิยมในการหยิบจากมากไปน้อย โดยรูปแบบการกระจายนี้สามารถนำไปออกแบบการจัดเก็บสินค้าตามความเหมาะสมได้โดยสินค้าที่มีความนิยมสูงสุดควรจัดให้อยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายที่สุดในคลังสินค้าเป็นต้น




ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการกระจายตามความนิยมของสินค้า

### 2.6.2 การกระจายของจำนวนรายการสินค้าต่อใบสั่งซื้อ (Line Per Order Distribution)

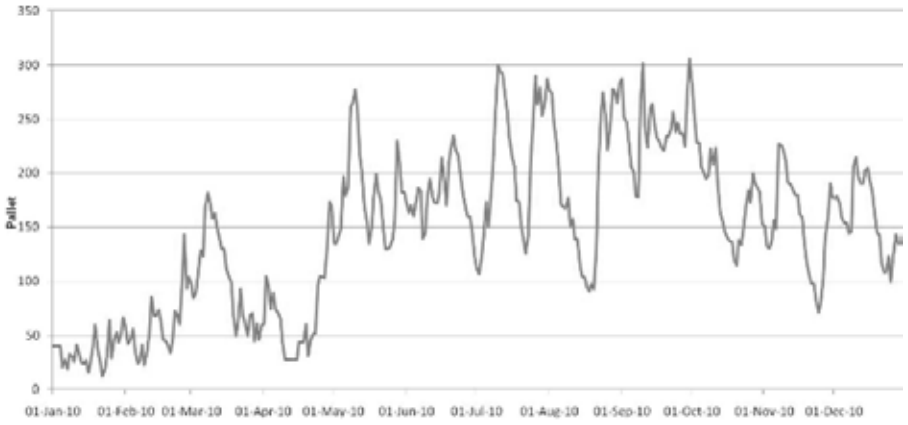
การกระจายของจำนวนรายการสินค้าต่อใบสั่งซื้อเป็นการกระจายของจำนวนรายการต่อใบสั่งซื้อ แสดงให้เห็นถึงภาพของกิจกรรมการหยิบสินค้าประจำวันโดยทั่วไป โดยสามารถนำไปออกแบบการมอบหมายการหยิบสินค้าให้กับพนักงานได้อย่างเหมาะสม




ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการกระจายของจำนวนรายการต่อใบสั่งซื้อ

### 2.6.3 การกระจายตามฤดูกาล (Cycle of Inventory)

การกระจายตามฤดูกาลสามารถแสดงให้เห็นถึงจุดสูงสุดและต่ำสุดของระดับสินค้าคงคลัง กิจกรรมการรับสินค้า การหยิบสินค้า และการรับคืนสินค้าเป็นต้น เนื่องจากระบบการจัดเก็บที่ดีต้องมีขนาดใกล้เคียงกับระดับสินค้าคงคลังสูงสุดและระบบการรับสินค้าคงคลังก็ต้องได้รับการกำหนดขนาดให้สามารถรองรับกิจกรรมที่เกิดขึ้นสูงสุดเช่นกัน เมื่อเราทราบถึงรูปแบบการกระจาย เราก็จะสามารถออกแบบระบบการจัดการสินค้าเพื่อให้สามารถรองรับปริมาณงานที่จะเกิดขึ้นได้




ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างระดับสินค้าคงคลังตามช่วงเวลาในหนึ่งปีของคลังสินค้า

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงคลังสินค้าในต่างประเทศ

มีงานวิจัยมากมายในต่างประเทศที่เกี่ยวกับการปรับปรุงคลังสินค้าโดย Gu et al. (2007) [20] ได้รวบรวมบทความวิชาการซึ่งเสนอแนะการแก้ไขปัญหาในด้านการปฏิบัติงานพื้นฐานในคลังสินค้าแบ่งออกเป็น การรับสินค้า การจัดเก็บ การหยิบสินค้า และการจัดส่งสินค้า และต่อมา Gu et al. (2010) [21] ได้มีการรวบรวมงานวิจัยเพิ่มเติมเกี่ยวกับการออกแบบคลังสินค้า การประเมินวัดผลคลังสินค้า รวมถึงกรณีศึกษาต่างๆ โดยนำเสนอ 5 ส่วนสำคัญในการออกแบบคลังสินค้าอันได้แก่ การกำหนดโครงสร้างของคลังสินค้า การกำหนดขนาด การออกแบบผังคลังสินค้า การเลือกอุปกรณ์เครื่องมือ และการออกแบบการทำงานในคลังสินค้า ในการศึกษาของ Koster et al. (2007) [17] ได้กล่าวเกี่ยวกับการหยิบสินค้าว่าเป็นกิจกรรมที่ใช้ชั่วโมงแรงงานมากที่สุดในคลังสินค้าซึ่งเป็นสัดส่วน 55% ของกิจกรรมทั้งหมดในคลังสินค้า Tompkins et al. (2003) [26] พิจารณาถึงกิจกรรมย่อยภายในการหยิบสินค้าและให้ข้อมูลว่าเวลาส่วนใหญ่ของพนักงานหยิบสินค้าสูญเสียไปกับขั้นตอนการเดินทางไปยังพื้นที่จัดเก็บสินค้าและการค้นหาสินค้าถึง 50% และ 20% ตามลำดับ

โดยวิธีการหนึ่งที่สามารถลดความสูญเสียดังกล่าวคือการประยุกต์ใช้บริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (FPA) มีงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดทำ FPA อย่างแพร่หลายในต่างประเทศมาเป็นระยะเวลานาน โดย Bozer (1985) [12] เป็นผู้แรกที่นำเสนอปัญหาการแยกการจัดเก็บ pallet rack ออกเป็นพื้นที่จัดเก็บทั่วไปและพื้นที่จัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงต่อมา Hackman and Rosenblatt (1990) [22] ได้เสนอการคัดเลือก SKU เพื่อจัดเก็บในบริเวณสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงที่จำกัดพื้นที่ในบริเวณหนึ่งและจัดสรรพื้นที่การจัดเก็บสำหรับแต่ละ SKU ด้วยวิธี Knapsack-Based ฮิวริสติกส์ โดยมีวัตถุประสงค์ในการลดต้นทุนการหยิบและการเติมสินค้า ต่อมามีการใช้หลักการ FPA ในการจัดทำบริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงในศูนย์กระจายสินค้า Defense Distribution Center Sanjoaquin โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ที่พิจารณาเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่การจัดเก็บสินค้ากับต้นทุนการเติมสินค้า ผลจากการศึกษาพบว่าการจัดทำ FPA สามารถช่วยลดต้นทุนการหยิบและการเติมสินค้าได้ [13]

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงคลังสินค้าในประเทศ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงคลังสินค้าในประเทศในด้านการจัดการคลังสินค้าขั้นพื้นฐาน โดยจุฬาลักษณ์ ตั้งวิวัฒน์วงศ์ (2542) [1] ได้เสนอเกณฑ์สำหรับการวัดผลการปฏิบัติงานในคลังสินค้าซึ่งประกอบไปด้วย ระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยของกิจกรรม, ระยะเวลาในการนำพัสดุออกจากที่จัดเก็บ, ระยะทางการเคลื่อนที่เฉลี่ย, ระยะทางการหยิบพัสดุ 1 รอบโดยเฉลี่ย, อัตราส่วนความผิดพลาดในการรับพัสดุ-การหยิบพัสดุ, การใช้ประโยชน์จากพื้นที่, ระยะทางเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงาน ผลิตผลแรงงาน, ความถูกต้องในการปฏิบัติงาน, ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน, สัดส่วนของเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงานและอรรถประโยชน์เครื่องมือยกขน

ด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการคลังสินค้าด้านการจัดเก็บ-จัดจ่ายในอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิเช่น อุตสาหกรรมหม้อแปลงไฟฟ้าสำเร็จรูปมีการออกแบบแผนผังการจัดเก็บหม้อแปลงไฟฟ้าสำเร็จรูปและวางแผนการใช้พื้นที่เพื่อให้มีการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายอย่างเกิดประโยชน์สูงสุด การกำหนดตำแหน่งจัดเก็บสินค้าที่พิจารณาถึงลักษณะรูปแบบการเคลื่อนไหวของสินค้าเข้า-ออกและออกแบบวิธีการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับระบบการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บผลการปรับปรุงสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการคลังสินค้าโดยการเคลื่อนย้ายสินค้ามีความความรวดเร็วเพิ่มมากขึ้น เวลาเฉลี่ยในการนำสินค้าออกลดลง 43% [5] และในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศได้มีการเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านพื้นที่ในการจัดเก็บ, การจัดวางและการจัดเรียงวัตถุดิบโดยโดยคำนวณหาความต้องการใช้พื้นที่จริงในการจัดเก็บชิ้นส่วนคงเหลือที่เหมาะสมแบ่งตามความถี่ในการใช้ และกำหนดปริมาณคงคลังที่เหมาะสมให้สอดคล้องกับพื้นที่ที่มี

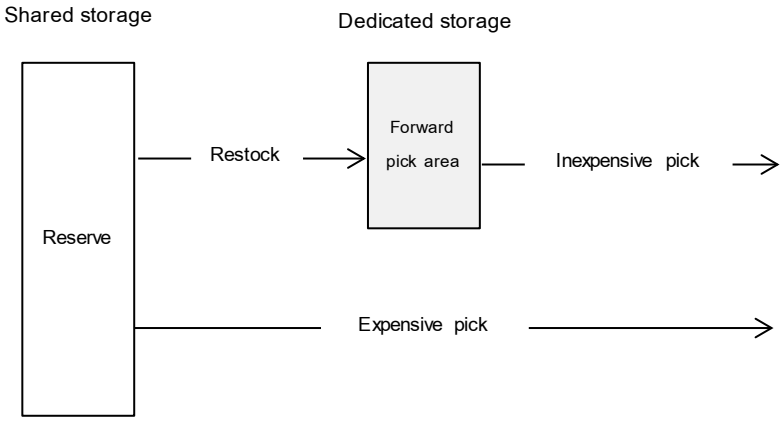
อยู่ [4] เช่นเดียวกับในอุตสาหกรรมยานยนต์มีการปรับปรุงการขนถ่ายวัสดุภายในคลังสินค้าด้วยการปรับปรุงตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่พิจารณาจากความถี่ในการเบิกจ่าย พบว่าผลของการปรับปรุงสามารถช่วยลดระยะทางการขนถ่ายวัสดุและสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้คิดเป็น 10.75% [3] และยังมีการพัฒนาการจัดการในด้านการจัดเก็บและเบิกจ่ายชิ้นส่วนยานยนต์โดยการจำลองสถานการณ์ตามปัจจัยที่ส่งผลต่อการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าสินค้ามาเป็นเกณฑ์เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยอาศัยหลักการ ABC Analysis การแบ่งกลุ่มสินค้าโดยพิจารณาความถี่การเบิกจ่ายสินค้าจากการศึกษาสามารถลดเวลาในการจัดเก็บและเบิกจ่ายสินค้าลงได้ 22.12% และ 5.08% ตามลำดับ [7]

นอกจากนี้มีการปรับปรุงวิธีการจัดเก็บสินค้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยใช้ทฤษฎี Linear Programming แบบ Fastest turning closed to the door เพื่อจัดตำแหน่งการจัดวางสินค้าที่เหมาะสมและนำหลักการ ABC Analysis มาเป็นแนวคิดในการแบ่งกลุ่มการจัดลำดับสินค้าตามยอดขายรวมทั้งเปลี่ยนรูปแบบการจัดเก็บจากแบบ Random Storage มาเป็นแบบ Commodity System ผลการปรับปรุงทำให้การใช้พื้นที่ในการเก็บสินค้าเพิ่มมากขึ้น การปฏิบัติงานมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น ระยะทางในการจัดเก็บและหยิบสินค้าสั้นลง [8]

## 2.9 บริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูง (Fast-Pick Area- FPA)

บริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงคือบริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงภายในคลังสินค้าใหญ่โดยภายในพื้นที่จะมีการจัดเก็บสินค้าแบบกำหนดพื้นที่ตายตัวที่มีความถี่ในการขายสูงแต่มีปริมาณขายต่อครั้งน้อยๆใช้พื้นที่เก็บไม่มาก โดยการจัดวางสินค้าจะจัดวางในบริเวณที่ใกล้กับบริเวณจัดส่งสินค้า ทำให้การหยิบสินค้าสามารถทำได้โดยสะดวกและสามารถกำหนดให้อยู่ในบริเวณที่ใกล้กับพื้นที่จัดส่งจึงใช้เวลาและระยะทางในการหยิบน้อยกว่าสินค้าในบริเวณอื่น โดยในภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบให้เห็นถึงลักษณะคลังสินค้าที่มีการมีการจัดเก็บแบบ FPA ซึ่งเป็นบริเวณการจัดเก็บแบบกำหนดที่ตายตัวจะทำให้ใช้เวลาและระยะทางในการหยิบและหาสินค้าที่น้อยกว่าคลังแบบปกติโดยทั่วไปที่มีการจัดเก็บสินค้าแบบสุ่มโดยสิ่งที่ต้องพิจารณาในการทำ FPA มีดังนี้ [11]

1) ขนาดของพื้นที่ทั้งหมดที่จะจัดทำบริเวณ FPA
2) สินค้าที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA
3) ปริมาณสินค้าแต่ละชนิดที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA




ภาพที่ 2.8 เปรียบเทียบคลังสินค้าที่มีการจัดเก็บแบบ Random Storage กับการจัดเก็บแบบ Dedicated Storage

### 2.9.1 หลักการในการวิเคราะห์ FPA

การพิจารณาหาสินค้าที่จำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA จะใช้หลักการของไหล (Fluid Model) ในการวิเคราะห์ขั้นต้น กล่าวคือสินค้าแต่ละ SKU จะถูกสมมุติว่าเป็นเสมือนของไหลที่ผ่านเข้ามาในคลังสินค้าจำนวนครั้งที่เติมสินค้าเป็นสัดส่วนของความต้องการสินค้าต่อปริมาณสินค้าใน FPA และแบบจำลองยังสมมุติว่าสินค้าจะถูกหยิบจนหมดก่อนมีการเติมครั้งต่อไป

### 2.9.2 ประโยชน์และข้อจำกัดของการทำ FPA

ประโยชน์ในการจัดทำบริเวณ FPA คือสินค้าที่มีการหยิบบ่อยๆสามารถถูกกำหนดไว้ในพื้นที่ที่สะดวกที่สุดในการหยิบทำให้ช่วยลดเวลาในการค้นหาและการเดินทางไปหยิบสินค้า และการจัดเก็บแบบกำหนดพื้นที่ตายตัวสามารถช่วยให้พนักงานมีความคุ้นเคยตำแหน่งสินค้าที่อยู่ในบริเวณ FPA ได้ อย่างไรก็ตามผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตามหลักการ FPA ยังมีข้อจำกัดระหว่างธรรมชาติของของไหลกับสินค้าที่จัดเก็บในคลังสินค้า เนื่องจากในการจัดวางสินค้าจริงจะมีพื้นที่ว่างเกิดขึ้นจากลักษณะบรรจุภัณฑ์ของสินค้าและการจัดเก็บ ซึ่งแตกต่างจากคุณสมบัติของของไหล ดังนั้นค่าที่ได้จากการคำนวณจึงเป็นเพียงค่าประมาณซึ่งไม่ใช่ค่าที่แท้จริง ทั้งนี้สินค้าที่ไม่เหมาะกับการจัดเก็บแบบ FPA คือสินค้าที่มีขนาดใหญ่ สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวน้อย โดยสินค้าดังกล่าวควรจัดเก็บในบริเวณจัดเก็บสินค้าทั่วไป

### 2.9.3 การพิจารณาคัดเลือกสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA

การคัดเลือกสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA หาได้จากการเรียงลำดับค่า Labor Efficiency, $v$ ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนครั้งการหยิบสินค้าและปริมาณการขายโดยแสดงสมการค่า $v$ ดังสมการที่ (1)

$$v = \frac{p_i}{\sqrt{f_i}} \quad (1)$$

โดย $v$ = Labor Efficiency หรือค่า Viscosity

$p_i$ = จำนวนครั้งการหยิบสินค้า i ในช่วงระยะที่พิจารณา

$f_i$ = ปริมาณการหยิบทั้งหมดของสินค้า i ในช่วงระยะที่พิจารณา

ค่า $v$ นั้นบ่งบอกถึงการเคลื่อนไหวของสินค้า โดยสินค้าที่มีค่า $v$ มากแสดงว่าจำนวนการหยิบของสินค้านั้นมีค่ามากในปริมาณการหยิบที่น้อยซึ่งเหมาะที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA จากนั้นทำการคัดเลือกสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA โดยพิจารณาจากค่าที่ให้ผลลัพธ์ในการลดค่าใช้จ่ายได้มากที่สุด กล่าวคือการเลือกหาจำนวนสินค้าที่นำมาจัดเก็บแล้วให้ค่าผลรวมของการประหยัด Net Benefit สูงที่สุดจากการคำนวณสมการที่ (2) ดังนี้

$$\text{Net Benefit} = \sum_{i \in F}[sp_i - c_r \frac{f_i}{v_i}] \quad (2)$$

โดย $S$ = ค่าใช้จ่ายในการหยิบสินค้าที่ลดลงเมื่อนำสินค้านั้นๆมาจัดเก็บในบริเวณ FPA

$c_r$ = ค่าใช้จ่ายในนำสินค้ามาเติมในบริเวณ FPA

$v_i$ = ปริมาณการจัดเก็บสินค้า i ในบริเวณ FPA

โดยค่า Net Benefit ในสมการที่ (2) คือผลรวมของผลลัพธ์ในการลดค่าใช้จ่ายซึ่งได้จากผลต่างระหว่างค่าใช้จ่ายที่ลดลงจากการนำสินค่ามาจัดเก็บในบริเวณ FPA ที่คำนวณจาก $S$ x $p_i$ และค่าใช้จ่ายในการเติมสินค้าที่คำนวณจาก $c_r$ x $\frac{f_i}{v_i}$ โดย $\frac{f_i}{v_i}$ คือจำนวนครั้งในการนำสินค้ามาเติมในบริเวณ FPA

### 2.9.4 การหาปริมาณของสินค้าแต่ละชนิดที่จะทำการเก็บใน FPA

เป็นการหาปริมาณที่เหมาะสมของสินค้าแต่ละชนิดที่จะนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA โดยคำนวณจากสมการที่ให้ค่า optimal จากสมการที่ (3) ดังนี้

$$v_i = \frac{\sqrt{f_i}}{\sum_i \sqrt{f_i}} V \qquad (3)$$

โดย $V$ = ปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าในบริเวณ FPA

## 2.10 สรุป

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของคลังสินค้าต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพโดยรวมของทุกกิจกรรมในคลังสินค้า โดยมีเกณฑ์การวัดผลการปฏิบัติงานได้แก่ ระยะเวลาการทำงาน การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ ระยะทางเคลื่อนที่ในการปฏิบัติงาน ผลิตผลแรงงาน ความถูกต้องในการปฏิบัติงาน ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงาน สัดส่วนของเสียที่เกิดจากการปฏิบัติงาน รวมถึงอรรถประโยชน์ในการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือ ซึ่งการเก็บข้อมูลของคลังสินค้าโดยละเอียดสามารถช่วยให้ทราบถึงลักษณะความเป็นไปของสิ่งที่สัมพันธ์กันในคลังสินค้านั้นๆได้ โดยรูปแบบการกระจายในลักษณะต่างๆภายในคลังสินค้าสามารถแสดงให้เห็นถึงปัญหาและใช้ในการหาทางแก้ไขและวางแผนระบบการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการศึกษาเกี่ยวกับการจัดทำบริเวณจัดเก็บสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงซึ่งเป็นการจัดทำคลังสินค้าย่อยในคลังสินค้าใหญ่ก็สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้ดียิ่งขึ้น

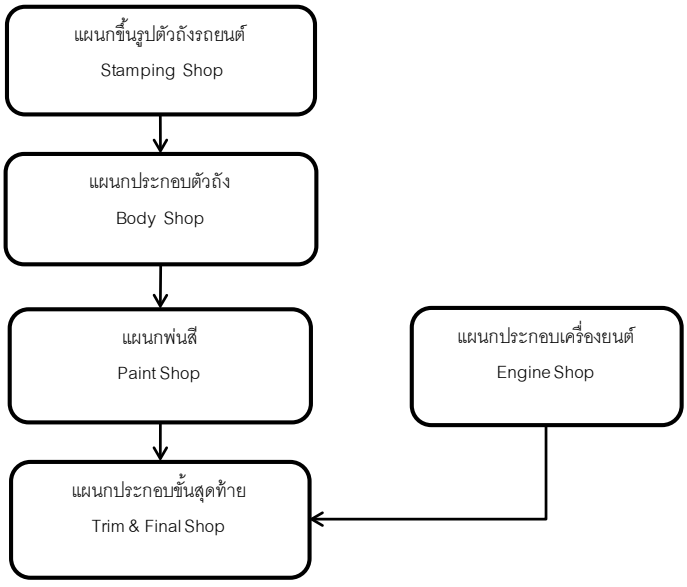
ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาแนวทางการจัดทำบริเวณสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กที่มีการเคลื่อนไหวสูงภายในคลังพัสดุสำหรับเก็บชิ้นส่วนยานยนต์จากผู้ผลิตต่างประเทศ เพื่อลดเวลาในการเดินทางและค้นหาชิ้นส่วนยานยนต์ของพนักงานหยิบ โดยการทำเหมืองข้อมูลของคลังพัสดุเพื่อศึกษาถึงรูปแบบการกระจายของชิ้นส่วนยานยนต์ และแบ่งกลุ่มชิ้นส่วนยานยนต์โดยพิจารณาจากความถี่การหยิบที่ได้จากข้อมูลในอดีต จากนั้นนำเทคนิค FPA มาใช้ โดยผู้ที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้และเติมเต็มการปรับปรุงประสิทธิภาพในคลังสินค้าต่อไป

# บทที่ 3
# บริษัทกรณีศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทั่วไปของบริษัทกรณีศึกษาและขั้นตอนการทำงานภายในครั้งพัสดุสำหรับเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ เพื่อเสริมความรู้และความเข้าใจก่อนวางระบบและออกแบบ FPA ในบทที่ 4 และ 5 ต่อไป

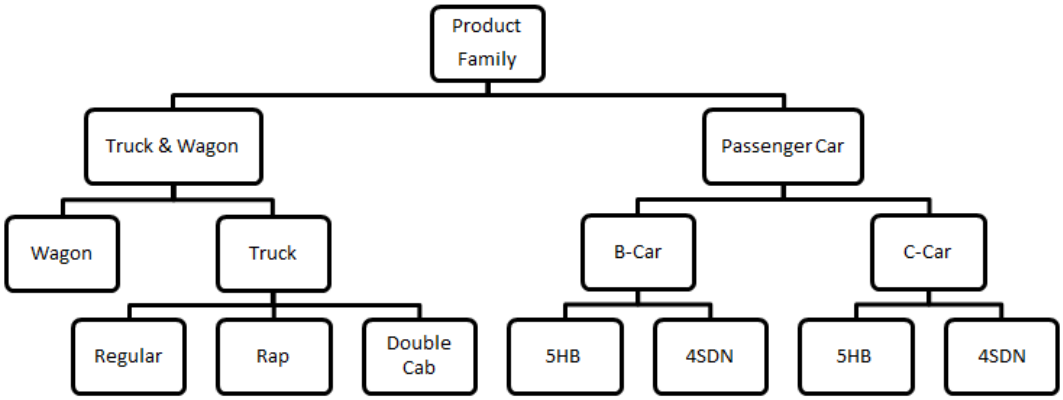
## 3.1 ข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัทผลิตรถยนต์ที่ศึกษาเป็นโรงงานประกอบรถกระบะขนาด 1 ตันและรถยนต์นั่งโดยสาร โดยจะทำการผลิตสินค้าเมื่อได้รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า (Assembled to Order) ฝ่ายการผลิตแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ โรงงานประกอบรถกระบะ 1 ตัน และ โรงงานประกอบรถยนต์นั่งโดยสาร ทั้งสองโรงงานมีลักษณะเป็นสายงานประกอบโดยใช้สายพานลำเลียง ในแต่ละสถานีงานจะประกอบไปด้วยกิจกรรมการประกอบชิ้นส่วนผลิตรถยนต์เป็นขั้นตอนต่อๆกันไปตามลำดับงาน ซึ่งประกอบด้วยแผนกต่างๆ คือ แผนกขึ้นรูปตัวถังรถยนต์ (Stamping shop) แผนกประกอบตัวถัง (Body shop) แผนกพ่นสี (Paint shop) แผนกประกอบเครื่องยนต์ (Engine shop) และแผนกประกอบขั้นสุดท้าย (Trim& Final shop) ดังแสดงในภาพที่ 3.1




ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงลำดับงานของแผนกต่างๆ

นอกเหนือจากการจำแนกบริษัทกรณีศึกษาตามแผนกที่เกี่ยวข้องกับการผลิตแล้ว บริษัทกรณีศึกษาสามารถจำแนกได้ตามกลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family) ดังแสดงในภาพที่ 3.2 ได้ดังต่อไปนี้




ภาพที่ 3.2 กลุ่มผลิตภัณฑ์ (Product Family)

กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่สำคัญของบริษัทกรณีศึกษาประกอบไปด้วย

1) รถกระบะ (Truck) โดยแบ่งเป็นรุ่นตามลักษณะตัวถังคือ กระบะตอนเดียว (REG) กระบะสี่ประตู (DBL) และกระบะมีแค็บ (RAP)

2) รถยนต์เอนกประสงค์ (Wagon)

3) รถยนต์นั่งโดยสาร (Passenger Car)

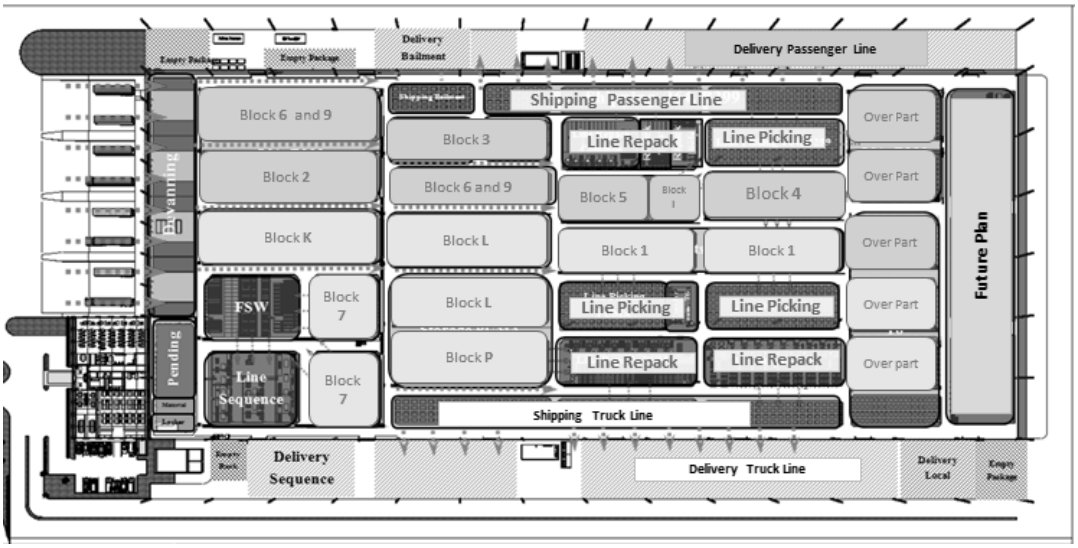
- รถยนต์นั่งโดยสารขนาดเล็ก (B-Car) แบ่งเป็นรุ่นตามลักษณะตัวถังคือ แบบสี่ประตู (SDN) และห้าประตู (5HB)
- รถยนต์นั่งโดยสารขนาดกลาง (C-Car) แบ่งเป็นรุ่นตามลักษณะตัวถังคือ แบบสี่ประตู (SDN) และห้าประตู (5HB)

โดยในรถยนต์หนึ่งคันจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนยานยนต์กว่า 10,000 ชิ้นส่วน แบ่งเป็นกลุ่มชิ้นส่วนตามหน้าที่การทำงาน ภายใต้กลุ่มชิ้นส่วนจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนยานยนต์ย่อย (Bill of materials: BOM) ที่นำมาประกอบเป็นรถยนต์

## 3.2 ข้อมูลคลังจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์

คลังพัสดุมีพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ขนาด 30,000 ตารางเมตร สำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำเข้าจากผู้ผลิตชิ้นส่วนต่างประเทศกว่า 10,000 รายการ โดยชิ้นส่วนยานยนต์ที่สั่งซื้อ

จากต่างประเทศจะถูกบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ จัดเรียงใส่ตู้คอนเทนเนอร์และขนส่งทางทะเลมายังท่าเรือแหลมฉบังจากนั้นตู้คอนเทนเนอร์จะถูกขนย้ายมาพักในพื้นที่เก็บตู้คอนเทนเนอร์ของบริษัทเพื่อรอการเรียกตู้เข้ามาเปิดและขนย้ายชิ้นส่วนประกอบไปจัดเก็บในคลังพัสดุ และจัดส่งชิ้นส่วนป้อนเข้าสู่สายการผลิตตามคำสั่งของฝ่ายควบคุมการผลิต (Production Control) โดยชิ้นส่วนยานยนต์เหล่านี้จะถูกจัดเก็บไว้ในสถานที่เฉพาะเจาะจง จำแนกตามรุ่นของรถยนต์และขนาดของบรรจุภัณฑ์ โดยการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในคลังพัสดุปัจจุบันมีการจัดเก็บแบบแบบสุ่ม (Random storage) ภายในพื้นที่ที่กำหนดไว้ตามประเภทดังแสดงในภาพที่ 3.3




ภาพที่ 3.3 แผนผังคลังพัสดุที่ใช้ในการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ

## 3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานของคลังพัสดุในปัจจุบัน

การดำเนินงานภายในคลังพัสดุแบ่งเป็น 7 ขั้นตอนหลักดังนี้

### 3.3.1 การเปิดตู้คอนเทนเนอร์รับชิ้นส่วนยานยนต์ (Devanning)

1) พนักงานเซ็นต์รับตู้ในเอกสาร devanning list
2) รถบรรทุกขนตู้คอนเทนเนอร์เข้าจอดใน dock devanning area
3) เปิดตู้คอนเทนเนอร์

4) ตรวจเช็คสภาพลังบรรจุชิ้นส่วนยานยนต์

5) รถยกย้ายลังบรรจุชิ้นส่วนประกอบลงจากตู้คอนเทนเนอร์

6) รถยกขนลังบรรจุชิ้นส่วนประกอบไปยังพื้นที่จัดเรียง

### 3.3.2 การตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ (Checking)

1) แสกนชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่ระบบ Warehouse Management System (WMS)

2) พนักงานแปะ Module label (WMS label)

3) แสกน Module label รับชิ้นส่วนยานยนต์เข้าสู่ระบบ

4) ชิ้นส่วนยานยนต์พร้อมสำหรับการขนย้ายไปยังพื้นที่จัดเก็บ

### 3.3.3 การจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ (Put Away)

1) เช็คสภาพการซ้อนของ pallet ให้อยู่ในสภาพที่ดี

2) พนักงานใช้รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์เก็บยังพื้นที่จัดเก็บ

3) จัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์ตามหลัก FIFO

4) พนักงานขับรถยกกลับมายังพื้นที่จัดเรียงเพื่อขนย้ายรอบถัดไป

### 3.3.4 การนำชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากที่จัดเก็บ (Picking)

- **สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก**

1) ดาวน์โหลดรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์จากระบบ

2) จัดเรียง pallet ตามรอบที่จะจัดส่งตามใบงาน

3) เช็คตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ใน WMS

4) ค้นหาชิ้นส่วนยานยนต์ในพื้นที่จัดเก็บตามตำแหน่งที่ระบุ

5) นำชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากพื้นที่จัดเก็บตามรายการในใบงานด้วยรถเข็น

6) จัดเรียงชิ้นส่วนลงบน pallet

7) ติด label

8) แสกนชิ้นส่วนยานยนต์

9) พันชิ้นส่วนยานยนต์ที่อยู่บน pallet ด้วยฟิล์ม

10) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนประกอบรถยนต์ไปยังพื้นที่รอการจัดส่ง

- **สำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดใหญ่**

1) ดาวน์โหลดรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์จากระบบ
2) ค้นหาชิ้นส่วนยานยนต์ในพื้นที่จัดเก็บตามตำแหน่งที่ระบุในใบงาน
3) ใช้รถยกขนชิ้นส่วนยานยนต์ที่ต้องการตามรายการในใบงานวางเรียงไว้ในพื้นที่ชั่วคราว
4) แสกนชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากพื้นที่จัดเก็บ
5) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ไปยังพื้นที่รอการจัดส่ง

### 3.3.5 การเตรียมชิ้นส่วนยานยนต์แบ่งตามลักษณะการจัดส่ง (Type of Ordering)

- **การส่งแบบ lot size และ การแกะบรรจุภัณฑ์และจัดเรียงชิ้นส่วนก่อนส่งแบบ Repacking**

1) ดาวน์โหลดรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์จากระบบ
2) นำชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากพื้นที่จัดเก็บตามรายการเรียกชิ้นส่วน
3) ไปยังพื้นที่ Repacking
4) แกะบรรจุภัณฑ์และจัดเรียงชิ้นส่วนลงบรรจุภัณฑ์ใหม่ตามกำหนด
5) พนักงาน QC ตรวจสอบสภาพบรรจุภัณฑ์ใหม่
6) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ไปยังพื้นที่รอการจัดส่ง

- **การแกะบรรจุภัณฑ์และจัดเรียงชิ้นส่วนก่อนส่งตามลำดับการผลิต (Sequencing)**

1) พิมพ์รายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์แบบเรียงลำดับการผลิตจากระบบ
2) นำชิ้นส่วนประกอบออกจากพื้นที่จัดเก็บตามรายการเรียกชิ้นส่วน
3) แกะบรรจุภัณฑ์และจัดเรียงชิ้นส่วนลงบรรจุภัณฑ์ใหม่ตามลำดับรายการ
4) พนักงาน QC ตรวจสอบสภาพการจัดเรียง
5) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ไปยังพื้นที่รอการจัดส่ง

- **การจัดส่งชิ้นส่วนประกอบย่อยที่บริษัทจัดหาให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศของบริษัท (Bailment)**

1) ดาวน์โหลดรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์จากระบบ
2) นำชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากพื้นที่จัดเก็บตามรายการเรียกชิ้นส่วน

3) จัดเรียงชิ้นส่วนลงบน pallet

4) พนักงาน QC ตรวจสอบสภาพการจัดเรียง

5) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ไปยังพื้นที่รอการจัดส่ง

### 3.3.6 การจัดเรียงบรรจุภัณฑ์ลงบน pallet เพื่อรอการจัดส่ง (Palletizing)

1) พิมพ์ Invoice สำหรับแต่ละรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์

2) จัดเรียง pallet ตามลำดับเวลาที่จะจัดส่ง

3) ตรวจสอบชิ้นส่วนใน pallet ให้ตรงกับ Invoice

4) แสกนชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากระบบ

5) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกสำหรับจัดส่ง

### 3.3.7 จัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกป้อนสายการผลิต (Loading)

1) พิมพ์ Invoice สำหรับแต่ละรายการเรียกชิ้นส่วนยานยนต์

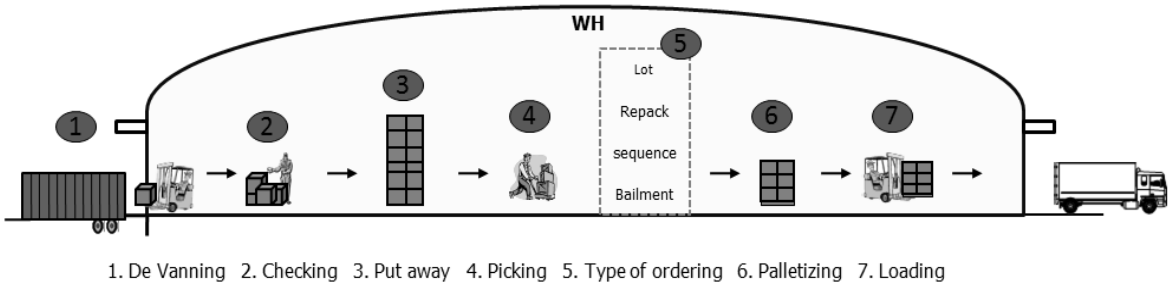
2) จัดเรียง pallet ตามลำดับเวลาที่จะจัดส่ง

3) ตรวจสอบชิ้นส่วนยานยนต์ใน pallet ให้ตรงกับ Invoice

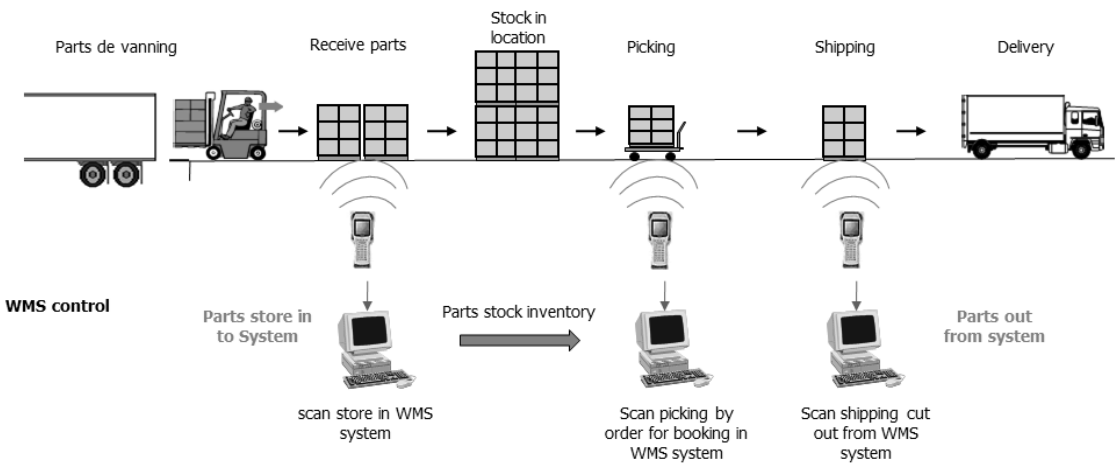
4) แสกนชิ้นส่วนยานยนต์ออกจากระบบ

5) รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกสำหรับจัดส่ง

ขั้นตอนทั้ง 7 ขั้นตอนสามารถสรุปเป็นภาพการดำเนินทางกายภาพของชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งเข้าและขาออก พร้อมทั้งกระบวนการไหลของข้อมูลที่เกี่ยวข้องในระบบ WMS ดังแสดงในภาพที่ 3.4 - 3.5 ตามลำดับ



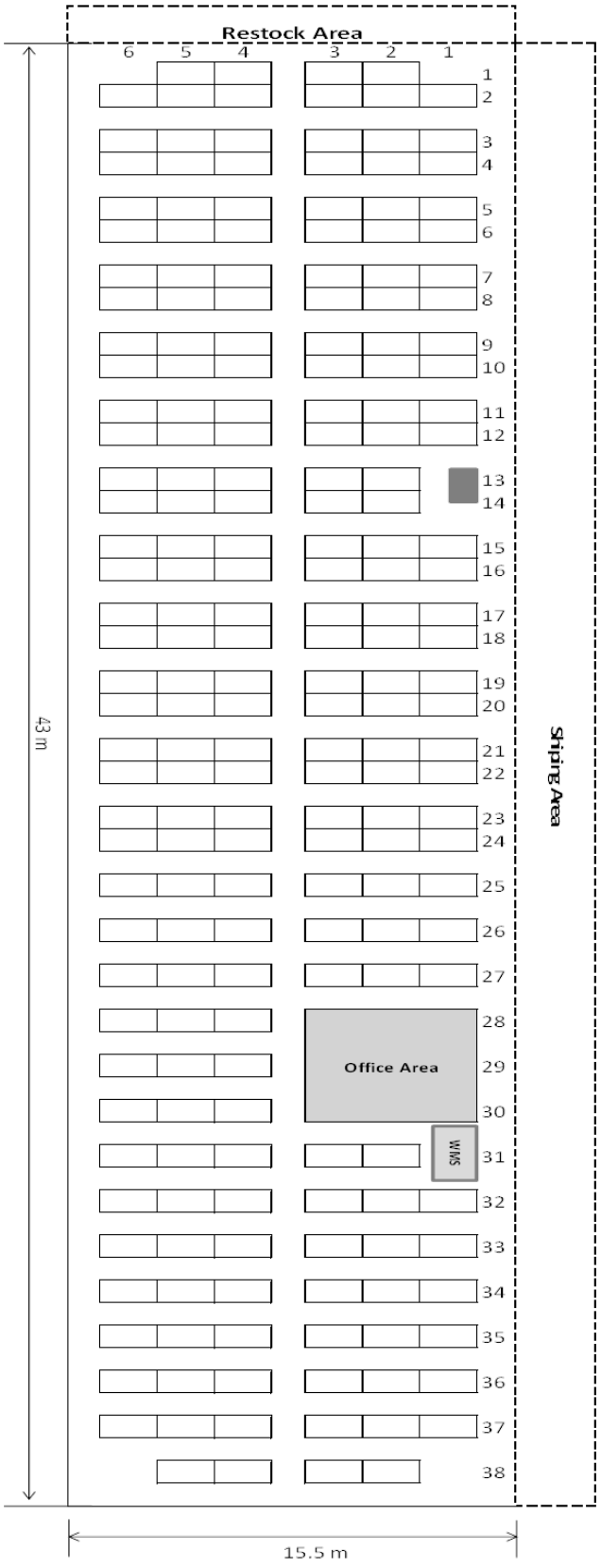

ภาพที่ 3.4 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานของคลังพัสดุ




ภาพที่ 3.5 การไหลของข้อมูลใน WMS ภายในคลังพัสดุ

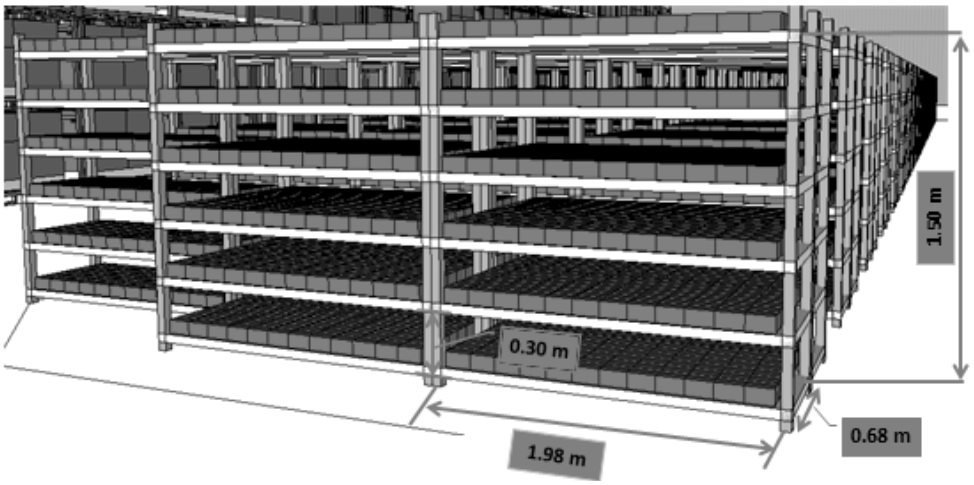
## 3.4 การจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก

ในการศึกษานี้เป็นการศึกษาการจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กของรถยนต์นั่งโดยสาร โดยหลังจากพนักงานเติมสินค้าได้ขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ด้วยรถเข็นมายังบริเวณจัดเก็บตามป้ายที่ระบุบนกล่องชิ้นส่วนยานยนต์แล้ว พนักงานเติมชิ้นส่วนยานยนต์จะจัดเก็บแบบสุ่มบนชั้นวางที่มีพื้นที่ว่างอยู่ ดังนั้นการจัดเก็บลักษณะนี้จะไม่ได้คำนึงถึงความถี่ในการหยิบและชิ้นส่วนยานยนต์ถูกจัดเก็บคละกันไป หลังจากที่พนักงานหยิบได้รับใบงานจะต้องทำการเช็คหาตำแหน่งจัดเก็บของชิ้นส่วนยานยนต์ในระบบ WMS ก่อน จากนั้นจึงเข็นรถเข็นเดินทางค้นหาชิ้นส่วนยานยนต์ตามตำแหน่งที่ระบุในระบบและหยิบชิ้นส่วนยานยนต์วางซ้อนกันลงบนรถเข็น เมื่อได้ชิ้นส่วนยานยนต์ครบตามใบงานแล้ว พนักงานหยิบเข็นรถเข็นไปยังบริเวณจัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์ และจัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์ลงบน pallet หลังจากเสร็จขั้นตอน พนักงานจะทำการจัดส่งชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกป้อนสายการผลิตโดยใช้รถยกขนย้ายชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกป้อนเข้าสู่สายการผลิตในลำดับต่อไป



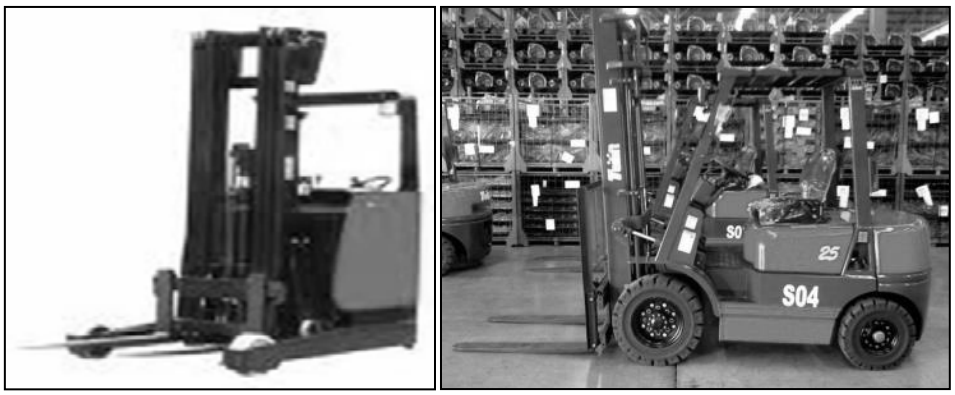

ภาพที่ 3.6 แผนผังชั้นวางชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก

ภาพที่ 3.7 การจัดเรียงชิ้นส่วนยานยนต์กล่องขนาดเล็กบนชั้นวาง




ภาพที่ 3.8 ขนาดของชั้นวางชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก

ภาพที่ 3.9 ขั้นตอนการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็ก




ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างรถยกที่ใช้ในการขนย้าย pallet ในคลังพัสดุ

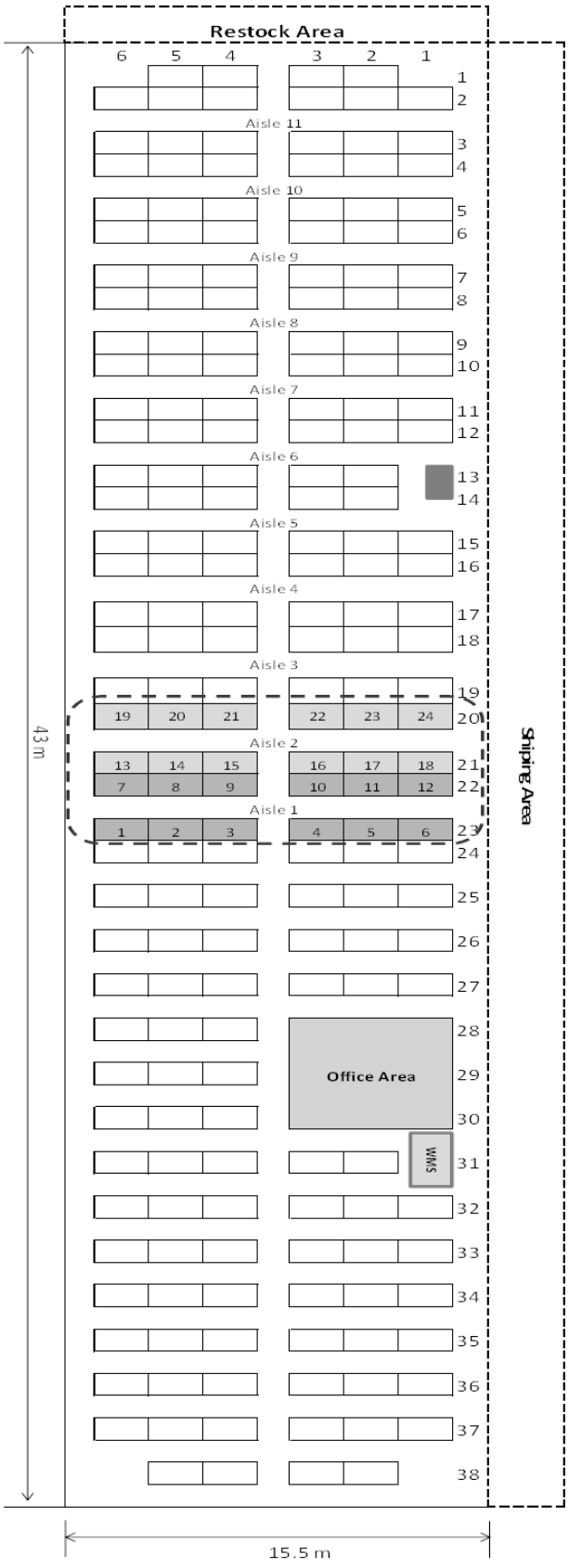
ในภาพที่ 3.6 แสดงแผนผังชั้นวางชิ้นส่วนยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กของรถยนต์นั่ง โดยสารและตัวอย่างการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์แสดงดังในภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการหยิบชิ้นส่วน ยานยนต์ประเภทกล่องขนาดเล็กแสดงดังภาพที่ 3.9 และตัวอย่างของรถยกที่ใช้สำหรับขนย้าย ชิ้นส่วนยานยนต์ขึ้นรถบรรทุกแสดงดังในภาพที่ 3.10

# บทที่ 4
# การออกแบบบริเวณหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูง

หลังจากทบทวนวรรณกรรมและการนำเสนอข้อมูลพื้นฐานของคลังสินค้าบริษัทกรณีศึกษา ในบทนี้คณะผู้วิจัยจะนำขั้นตอนการออกแบบ FPA และการวิเคราะห์ความไวของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

## 4.1 การกำหนดขนาดพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูง

ในการศึกษานี้กำหนดพื้นที่สำหรับการศึกษา FPAไว้ในบริเวณแถวที่ 20-23 ดังบริเวณที่แรเงาในภาพที่ 4.1โดยพิจารณาจากความสะดวกในการหยิบใกล้บริเวณสำนักงาน (Office Area) และจุดที่พนักงานหยิบทำการเช็คระบบ WMS เพื่อหาตำแหน่งที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ ภายในบริเวณที่ศึกษาจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 แถว (Aisle) และกำหนดให้ Aisle หมายเลข 1 และ 2 เป็น Base Case (A0) โดยมีชั้นวางจำนวน 24 ตัวเป็นชั้นวางจำนวน 144 ชั้น กำหนดให้มีปริมาตรการจัดเก็บบนชั้นวาง 80% ของชั้นวางโดยในบริเวณกรณี A0 นี้คิดเป็นพื้นที่การจัดเก็บทั้งหมดเท่ากับ 42.6540 ลูกบาศก์เมตร




ภาพที่ 4.1 แผนผังชั้นวางในบริเวณ FPA

## 4.2 การคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์

วิธีการคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับนำมาจัดเก็บในบริเวณ FPA มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) หาผลรวมของปริมาตรหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรของชิ้นส่วนยานยนต์ในช่วงระยะที่พิจารณาซึ่งในที่นี้คือ 12 เดือนเพื่อหาปริมาตรการหยิบของชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละชนิด, $\mathbf{f_i}$

2) หาผลรวมของจำนวนครั้งการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในช่วงระยะที่พิจารณาของชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละชนิด, $\mathbf{p_i}$

3) จากขั้นตอนที่ 1) และ 2) ทำการตัดเอาชิ้นส่วนยานยนต์ (SKU) ที่ไม่จำเป็นในการคำนวณออกโดยพิจารณาจาก

- ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีค่า $\mathbf{p_i}$ เป็น 0 เนื่องจากไม่มีการเรียกหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในช่วงที่ศึกษา
- ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีการยกเลิกใช้ไปแล้ว

4) นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3) มาหาค่า $\mathcal{V}$ โดยค่า $\mathcal{V}$ ของชิ้นส่วนยานยนต์จะถูกนำมาพิจารณาเรียงค่าจากมากไปน้อย

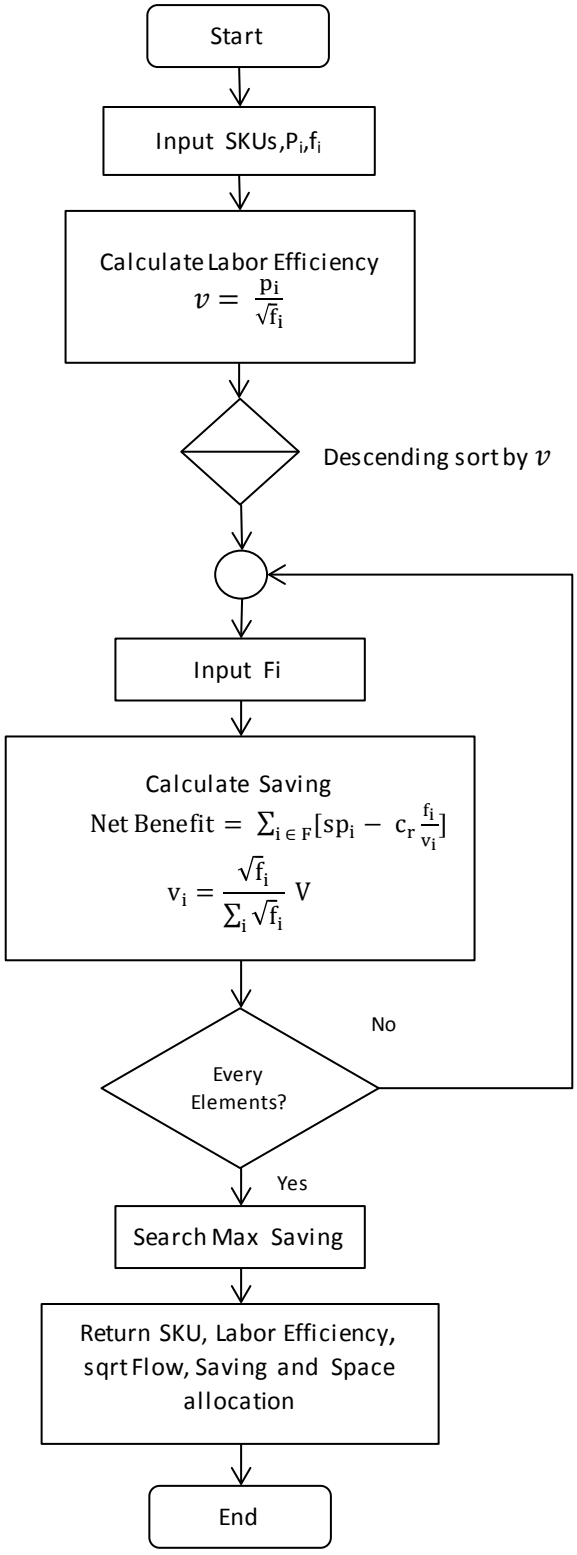
5) ทำการคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์ที่จะนำมาจัดเก็บใน FPA โดยการคิดผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ของแต่ละ SKU จากสมการที่ (2) ร่วมกับสมการที่ (3)

6) โปรแกรม R จะพิจารณาหาค่า Net Benefit โดยหากรณีที่ให้ผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ของแต่ละ SKU มากที่สุดด้วยวิธีค้นหาเชิงเส้น

โดยเมื่อสิ้นสุดขั้นตอนทำงานขั้นตอนที่ 3) มีชิ้นส่วนยานยนต์ที่นำไปคำนวณอยู่ทั้งสิ้น 702 SKUs จากชิ้นส่วนยานยนต์ที่ศึกษาทั้งหมด 1,031 SKUs อนึ่งการทำงานในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 3 เป็นเพียงการกรองข้อมูลธรรมดาซึ่งอาศัยโปรแกรมฐานข้อมูลร่วม (Database Application) เช่น MS Access ร่วมกับโปรแกรมแผนภาพ (Spreadsheet Application) เช่น MS Excel แต่สำหรับขั้นตอนที่ 4 ถึงขั้นตอนที่ 6 เป็นการคำนวณแบบอาศัยการวิธีการคำนวณค่าซ้ำ (Iterative Method) ซึ่งทางผู้จัดทำได้เลือกโปรแกรม R [10,25] เพื่อใช้ในการคำนวณดังกล่าว โดยค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม R จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- ส่วนที่ 1 คือค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ซึ่งแสดงเป็นหน่วยเดียวกับค่าเวลาหยิบที่ประหยัดได้ หรือเป็นนาที
- ส่วนที่ 2 คือจำนวน SKU ที่ถูกคัดเลือกนำมาจัดเก็บใน FPA
- ส่วนที่ 3 ปริมาตรพื้นที่หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรสำหรับจัดเก็บแต่ละ SKU ใน FPA

สำหรับแผนผังแสดงการการทำงานของโปรแกรม R ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4.2




ภาพที่ 4.2 ผังแสดงการคัดเลือก SKUs สำหรับจัดเก็บในบริเวณ FPA ด้วยโปรแกรม R [11]

## 4.3 ผลที่ได้จากการคำนวณและการผลการวิเคราะห์ FPA ในกรณี Base Case (A0)

หลังจากที่อธิบายการคำนวณการค่าประกอบต่างๆและการเลือก SKU ที่เหมาะสมในบริเวณ FPA แล้วในลำดับต่อไปจะเป็นการเลือก SKU สำหรับกรณี Base Case (A0) ซึ่งเป็นกรณีที่จะนำไปเปรียบเทียบความไวและประยุกต์ในการออกแบบและทดสอบบริเวณ FPA ต่อไป โดยค่าที่ป้อนในโปรแกรม R คือ

1) V คือพื้นที่สำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 42.6540 ลูกบาศก์เมตร

2) s คือเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving time) จากการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA โดยในกรณี A0 มีเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้เท่ากับ 1.81 นาที

3) cr คือเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวางต่อ 1 รอบการเติม (Restock time) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14.95 นาที

เมื่อสั่งให้โปรแกรม R ทำงานจะได้ผลออกมาดังต่อไปนี้

- ส่วนที่ 1 คือค่า ผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ซึ่งแสดงเป็นผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ โดยในกรณีนี้ได้ค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้เท่ากับ 222,643.4 นาที
- ส่วนที่ 2 คือจำนวน SKUs ที่ถูกคัดเลือกนำมาจัดเก็บใน FPA โดยมีทั้งหมด 77 รายการดังแสดงในตารางที่ 4.1
- ส่วนที่ 3 บอกปริมาณพื้นที่หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรสำหรับจัดเก็บแต่ละ SKU (Volume, $m^3$) ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการคัดเลือก SKU ที่นำมาจัดเก็บใน FPA กรณี A0

| SKU ID | pick | flow | Labor Efficiency | sqrt Flow | Area ,$m^3$ | Box Size,$m^3$ | L, m | W, m | H, m | Bin Qty. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 3742 | 15.09 | 963.29 | 3.88 | 0.530035 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 131 |
| 4 | 3126 | 12.60 | 880.65 | 3.55 | 0.484334 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 120 |
| 7 | 3043 | 12.27 | 868.72 | 3.50 | 0.477949 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 118 |
| 6 | 2998 | 12.09 | 862.22 | 3.48 | 0.474431 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 117 |
| 8 | 2126 | 6.99 | 804.13 | 2.64 | 0.360743 | 0.003289 | 0.23 | 0.13 | 0.11 | 109 |
| 1 | 9894 | 159.57 | 783.24 | 12.63 | 1.723595 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 106 |
| 3 | 7874 | 126.99 | 698.73 | 11.27 | 1.537604 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 95 |
| 10 | 1871 | 7.54 | 681.38 | 2.75 | 0.374667 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 92 |
| 13 | 1666 | 6.72 | 642.67 | 2.59 | 0.353708 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 87 |
| 16 | 1589 | 6.41 | 627.62 | 2.53 | 0.345453 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 85 |
| 5 | 6330 | 102.09 | 626.49 | 10.10 | 1.378641 | 0.016128 | 0.24 | 0.56 | 0.12 | 85 |
| 15 | 1468 | 5.92 | 603.34 | 2.43 | 0.331987 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 82 |
| 21 | 1462 | 5.89 | 602.41 | 2.43 | 0.331144 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 82 |
| 27 | 1271 | 5.12 | 561.71 | 2.26 | 0.308741 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 76 |
| 31 | 1119 | 4.51 | 526.92 | 2.12 | 0.289766 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 71 |
| 39 | 1050 | 4.23 | 510.53 | 2.06 | 0.280627 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 69 |
| 32 | 1238 | 5.93 | 508.39 | 2.44 | 0.332267 | 0.004788 | 0.28 | 0.19 | 0.09 | 69 |
| 37 | 991 | 4.00 | 495.50 | 2.00 | 0.272891 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 67 |
| 17 | 1974 | 15.92 | 494.74 | 3.99 | 0.544416 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 67 |
| 42 | 983 | 3.96 | 493.98 | 1.99 | 0.271523 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 67 |
| 38 | 980 | 3.95 | 493.09 | 1.99 | 0.271180 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 67 |
| 41 | 928 | 3.74 | 479.86 | 1.93 | 0.263873 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 65 |
| 25 | 1770 | 14.27 | 468.56 | 3.78 | 0.515432 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 63 |
| 46 | 875 | 3.53 | 465.72 | 1.88 | 0.256358 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 63 |
| 48 | 871 | 3.51 | 464.91 | 1.87 | 0.255631 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 63 |
| 58 | 772 | 3.07 | 440.60 | 1.75 | 0.239072 | 0.003971 | 0.22 | 0.19 | 0.10 | 60 |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| SKU ID | pick | flow | Labor Efficiency | sqrt Flow | Area ,$m^3$ | Box Size,$m^3$ | L, m | W, m | H, m | Bin Qty. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 | 1563 | 12.60 | 440.33 | 3.55 | 0.484334 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 60 |
| 53 | 775 | 3.12 | 438.76 | 1.77 | 0.241011 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 59 |
| 62 | 766 | 3.09 | 435.76 | 1.76 | 0.239850 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 59 |
| 63 | 764 | 3.08 | 435.33 | 1.75 | 0.239461 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 59 |
| 56 | 744 | 3.00 | 429.55 | 1.73 | 0.236331 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 58 |
| 12 | 5656 | 182.44 | 418.74 | 13.51 | 1.842976 | 0.032256 | 0.24 | 0.56 | 0.24 | 57 |
| 66 | 699 | 2.82 | 416.25 | 1.68 | 0.229131 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 56 |
| 11 | 5540 | 178.70 | 414.43 | 13.37 | 1.823988 | 0.032256 | 0.24 | 0.56 | 0.24 | 56 |
| 64 | 685 | 2.76 | 412.32 | 1.66 | 0.226681 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 56 |
| 76 | 668 | 2.69 | 407.29 | 1.64 | 0.223788 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 55 |
| 44 | 1311 | 10.57 | 403.24 | 3.25 | 0.443606 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 55 |
| 80 | 651 | 2.62 | 402.19 | 1.62 | 0.220857 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 54 |
| 77 | 640 | 2.58 | 398.45 | 1.61 | 0.219164 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 54 |
| 71 | 639 | 2.58 | 397.82 | 1.61 | 0.219164 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 54 |
| 85 | 626 | 2.52 | 394.34 | 1.59 | 0.216601 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 53 |
| 79 | 623 | 2.51 | 393.23 | 1.58 | 0.216171 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 53 |
| 34 | 2057 | 28.44 | 385.72 | 5.33 | 0.727653 | 0.013824 | 0.48 | 0.12 | 0.24 | 52 |
| 36 | 2052 | 28.37 | 385.25 | 5.33 | 0.726757 | 0.013824 | 0.48 | 0.12 | 0.24 | 52 |
| 93 | 547 | 2.02 | 384.87 | 1.42 | 0.193926 | 0.003696 | 0.24 | 0.14 | 0.11 | 52 |
| 81 | 590 | 2.38 | 382.44 | 1.54 | 0.210498 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 52 |
| 14 | 4676 | 154.66 | 376.00 | 12.44 | 1.696870 | 0.033075 | 0.45 | 0.35 | 0.21 | 51 |
| 57 | 1139 | 9.18 | 375.93 | 3.03 | 0.413410 | 0.008064 | 0.24 | 0.14 | 0.24 | 51 |
| 92 | 568 | 2.29 | 375.35 | 1.51 | 0.206480 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 51 |
| 9 | 8662 | 558.80 | 366.43 | 23.64 | 3.225432 | 0.064512 | 0.56 | 0.48 | 0.24 | 49 |
| 97 | 532 | 2.15 | 362.82 | 1.47 | 0.200069 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 49 |
| 98 | 532 | 2.15 | 362.82 | 1.47 | 0.200069 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 49 |

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| SKU ID | pick | flow | Labor Efficiency | sqrt Flow | Area ,$m^3$ | Box Size,$m^3$ | L, m | W, m | H, m | Bin Qty. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 19 | 3609 | 102.86 | 355.85 | 10.14 | 1.383831 | 0.028500 | 0.38 | 0.30 | 0.25 | 48 |
| 104 | 507 | 2.04 | 354.97 | 1.43 | 0.194883 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 48 |
| 40 | 1989 | 32.08 | 351.17 | 5.66 | 0.772817 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 47 |
| 75 | 982 | 7.92 | 348.94 | 2.81 | 0.383992 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 47 |
| 112 | 474 | 1.91 | 342.97 | 1.38 | 0.188572 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 46 |
| 113 | 474 | 1.91 | 342.97 | 1.38 | 0.188572 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 46 |
| 78 | 943 | 7.60 | 342.06 | 2.76 | 0.376155 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 46 |
| 20 | 3746 | 120.83 | 340.78 | 10.99 | 1.499847 | 0.032256 | 0.24 | 0.56 | 0.24 | 46 |
| 24 | 3566 | 110.23 | 339.65 | 10.50 | 1.432549 | 0.030912 | 0.56 | 0.24 | 0.23 | 46 |
| 23 | 3694 | 119.15 | 338.42 | 10.92 | 1.489384 | 0.032256 | 0.24 | 0.56 | 0.24 | 46 |
| 109 | 460 | 1.85 | 338.20 | 1.36 | 0.185586 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 46 |
| 115 | 460 | 1.85 | 338.20 | 1.36 | 0.185586 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 46 |
| 43 | 1807 | 29.14 | 334.74 | 5.40 | 0.736554 | 0.016128 | 0.24 | 0.56 | 0.12 | 45 |
| 117 | 451 | 1.82 | 334.30 | 1.35 | 0.184075 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 45 |
| 116 | 445 | 1.79 | 332.61 | 1.34 | 0.182552 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 45 |
| 28 | 3284 | 97.73 | 332.19 | 9.89 | 1.348881 | 0.029760 | 0.4 | 0.31 | 0.24 | 45 |
| 121 | 444 | 1.79 | 331.86 | 1.34 | 0.182552 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 45 |
| 122 | 444 | 1.79 | 331.86 | 1.34 | 0.182552 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 45 |
| 126 | 487 | 2.29 | 321.82 | 1.51 | 0.206480 | 0.004704 | 0.24 | 0.14 | 0.14 | 43 |
| 30 | 3285 | 105.96 | 319.13 | 10.29 | 1.404529 | 0.032256 | 0.24 | 0.56 | 0.24 | 43 |
| 49 | 1633 | 26.34 | 318.18 | 5.13 | 0.700273 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 43 |
| 163 | 238 | 0.56 | 318.04 | 0.75 | 0.102107 | 0.002352 | 0.24 | 0.14 | 0.07 | 43 |
| 54 | 1616 | 26.06 | 316.56 | 5.10 | 0.696541 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 43 |
| 94 | 792 | 6.39 | 313.31 | 2.53 | 0.344913 | 0.008064 | 0.28 | 0.24 | 0.12 | 42 |
| 114 | 385 | 1.55 | 309.24 | 1.24 | 0.169873 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 42 |

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาตรและจำนวนบรรจุภัณฑ์ที่สามารถจัดเก็บได้ในบริเวณ FPA จำนวน 2 Aisles ด้วยสัดส่วนการวางชิ้นส่วนยานยนต์ 80% จะได้ว่าปริมาตรที่ได้จากการคำนวณของชิ้นส่วนแต่ละ SKU นั้นมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันขึ้นอยู่กับค่า $\sqrt{flow}$ และเมื่อเปลี่ยนปริมาตรที่ถูกจัดลงในบริเวณ FPA ตามขนาดบรรจุภัณฑ์แล้วพบว่า SKU มีการจัดเก็บในพื้นที่ FPA ระหว่าง 42-131 กล่อง หากพิจารณาผลดังกล่าวแล้วจะพบว่าบาง SKU มีการจัดเก็บเหลื่อมกัน หรือบาง SKU มีการจัดเก็บมากกว่า 1 แถวซึ่งผลดังกล่าวเป็นเพราะข้อจำกัดของแบบจำลองของไหล (Fluid Model) ซึ่งจะให้ค่าคำตอบโดยมิได้พิจารณาบรรจุภัณฑ์ ทางคณะผู้จัดวิจัยจะนำลักษณะบรรจุภัณฑ์ประกอบการเปรียบเทียบผลด้วยการจำลองสถานการณ์ในบทที่ 5 เพื่อนำผลการออกแบบไปทดสอบ

ในส่วนถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของบริเวณ FPA (Volume) และ เวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving time) จากการหยิบสินค้าใน FPA

## 4.4 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ของ FPA ต่อค่าเวลาหยิบที่ประหยัดได้

ในการออกแบบบริเวณ FPA จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องกำหนดขนาดพื้นที่ที่เหมาะสมเพราะค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาที่ใช้ในการหยิบในบริเวณ FPA และค่าเฉลี่ยเวลาหยิบที่ประหยัดได้ซึ่งจะมีค่าขึ้นอยู่กับบริเวณ FPA ขึ้นศึกษานี้จะพิจารณาการเพิ่มหรือลดปริมาตรการจัดเก็บบนชั้นวางโดยการเพิ่มหรือลดจำนวนแถว ที่ใช้จัดเก็บสินค้าในบริเวณ FPA ภายใน Aisle หมายเลข 1-11 ซึ่งมีสัดสัดส่วนการจัดชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง 80% เวลาที่ใช้หยิบนอกบริเวณ FPA และ เวลาที่ใช้หยิบในบริเวณ FPA และค่า Saving time แปรพกผันกับจำนวนแถวดังแสดงในตารางที่ 4.2

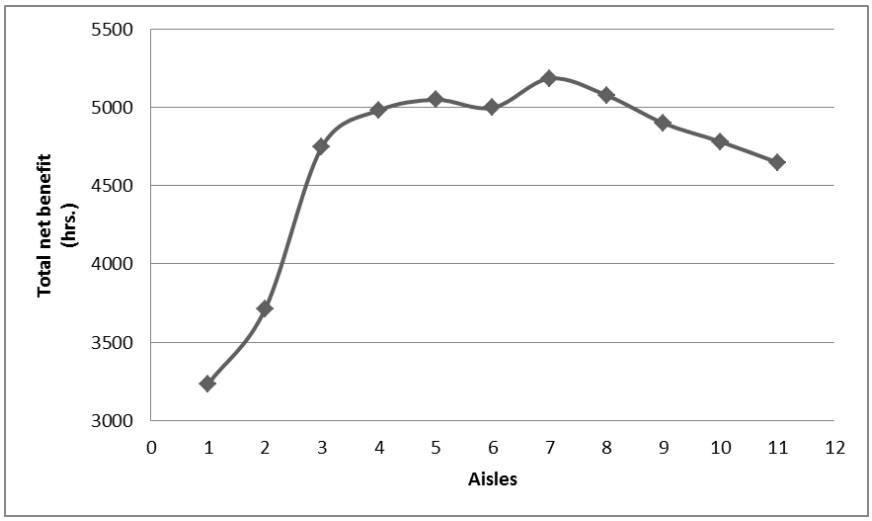
ตารางที่ 4.2 ปริมาตรการจัดเก็บแบ่งตามแถวและค่า Saving time

| Area | V ($m^3$.) | Pick Time (mins) | Pick Time @ FPA (mins) | Saving Time (mins.) |
|---|---|---|---|---|
| 1 Aisle | 21.327 | 2.21 | 0.36 | 1.85 |
| 2 Aisles | 42.654 | 2.21 | 0.40 | 1.81 |
| 3 Aisles | 63.981 | 2.21 | 0.43 | 1.78 |
| 4 Aisles | 85.308 | 2.21 | 0.48 | 1.73 |
| 5 Aisles | 106.635 | 2.21 | 0.53 | 1.68 |
| 6 Aisles | 127.962 | 2.21 | 0.59 | 1.62 |
| 7 Aisles | 149.289 | 2.21 | 0.65 | 1.56 |
| 8 Aisles | 170.616 | 2.21 | 0.71 | 1.50 |
| 9 Aisles | 191.943 | 2.21 | 0.78 | 1.43 |
| 10 Aisles | 213.27 | 2.21 | 0.83 | 1.38 |
| 11 Aisles | 234.597 | 2.21 | 0.88 | 1.33 |

จากความสัมพันธ์ของพื้นที่ของ FPA ต่อค่าเวลาหยิบที่ประหยัด (Saving time) สามารถทำการคำนวณผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ (Total Net Nenefit) ตามขั้นตอนที่กล่าวมาในหัวข้อที่ 4.3 ได้ดังแสดงตารางที่ 4.3 และ ภาพที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของปริมาตรการจัดเก็บบนชั้นวางที่ต่างกัน

| Area | V ($m.^3$) | Saving (mins.) | Restock (mins.) | Total net benefit (hrs.) | Last SKUs | FTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Aisle | 21.3270 | 1.85 | 14.95 | 3,234 | 77 | 1.38 |
| 2 Aisles | 42.6540 | 1.81 | 14.95 | 3,711 | 77 | 1.58 |
| 3 Aisles | 63.9809 | 1.78 | 14.95 | 4,749 | 171 | 2.02 |
| 4 Aisles | 85.3080 | 1.73 | 14.95 | 4,981 | 171 | 2.12 |
| 5 Aisles | 106.6350 | 1.68 | 14.95 | 5,048 | 171 | 2.15 |
| 6 Aisles | 127.9620 | 1.62 | 14.95 | 4,997 | 171 | 2.13 |
| 7 Aisles | 149.2890 | 1.56 | 14.95 | 5,184 | 206 | 2.21 |
| 8 Aisles | 170.6160 | 1.50 | 14.95 | 5,076 | 206 | 2.16 |
| 9 Aisles | 191.9430 | 1.43 | 14.95 | 4,898 | 206 | 2.09 |
| 10 Aisles | 213.2700 | 1.38 | 14.95 | 4,780 | 206 | 2.04 |
| 11 Aisles | 234.5970 | 1.33 | 14.95 | 4,647 | 206 | 1.98 |




ภาพที่ 4.3 แสดงผลรวมเวลาที่ประหยัดได้เมื่อเพิ่มหรือลดปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวาง

จากผลดังแสดงในตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.3 พบว่าจำนวน SKU ที่เหมาะสมมีจำนวน 77 171 และ 206 รายการสำหรับจำนวนแถว 1-2 จำนวนแถว 3-6 และ จำนวนแถว 7-11 ตามลำดับ โดยที่จำนวน SKU ที่เท่ากันผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อเพิ่มจำนวนชั้นที่เก็บสินค้าแถวเนื่องจาก ค่าเวลาหยิบที่ประหยัดได้ ลดลง ในบางกรณีแม้ว่าค่า เวลาหยิบที่ประหยัดได้จะมีลดลงแต่ค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้อาจเพิ่มขึ้นได้เนื่องจากมีจำนวน SKU ในบริเวณ FPA เพิ่มขึ้น

โดยสรุปเมื่อเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บบนชั้นวาง จะได้ผลลัพธ์คือผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้เพิ่มขึ้นและจำนวน SKUs ที่นำมาจัดเก็บในพื้นที่เพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งถึงจุดที่ เวลาหยิบที่ประหยัดได้ ลดลงไปถึงค่าหนึ่งในขณะที่ Restock ยังคงมีค่าเท่าเดิมจะส่งผลให้ผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้มีค่าลดลงอันเนื่องมาจากสูตรในสมการที่ (2) และพบว่าเมื่อพื้นที่การจัดเก็บบนชั้นวางเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้จำนวน SKUs ที่ถูกคัดเลือกสำหรับจัดเก็บใน FPA มากขึ้นและพบลักษณะจำนวน SKUs ที่มีแนวโน้มคงเดิมเป็นช่วงๆ

## 4.5 การวิเคราะห์ความไวของ FPA

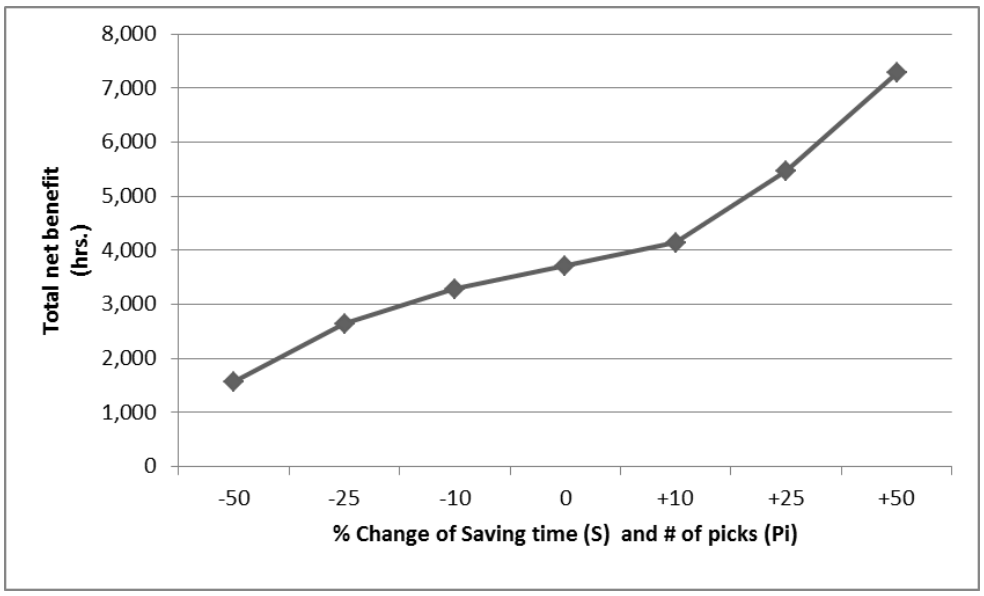
หลังการได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพื้นที่ของ FPA ต่อค่าเฉลี่ยเวลาหยิบที่ประหยัดได้แล้วในช่วงต่อไปจะเป็นการนำกรณี A0 ในการทดสอบความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์ 3 ตัวที่ใช้ในการศึกษา

- การวิเคราะห์ความไวในกรณีที่ เวลาหยิบที่ประหยัดได้ (Saving time) เพิ่มขึ้นและลดลงจากเดิม 10%, 25% และ 50% ตามลำดับ
- การวิเคราะห์ความไวในกรณีที่ค่าเวลาในการเติมชิ้นส่วน(Restock time) เพิ่มขึ้นและลดลงจากเดิม 10%, 25% และ 50% ตามลำดับ
- การวิเคราะห์ความไวในกรณีที่ปริมาณครั้งที่หยิบชิ้นส่วนยานยนต์ ($p_i$) เพิ่มขึ้นและลดลงจากเดิม 10%, 25% และ 50% ตามลำดับ

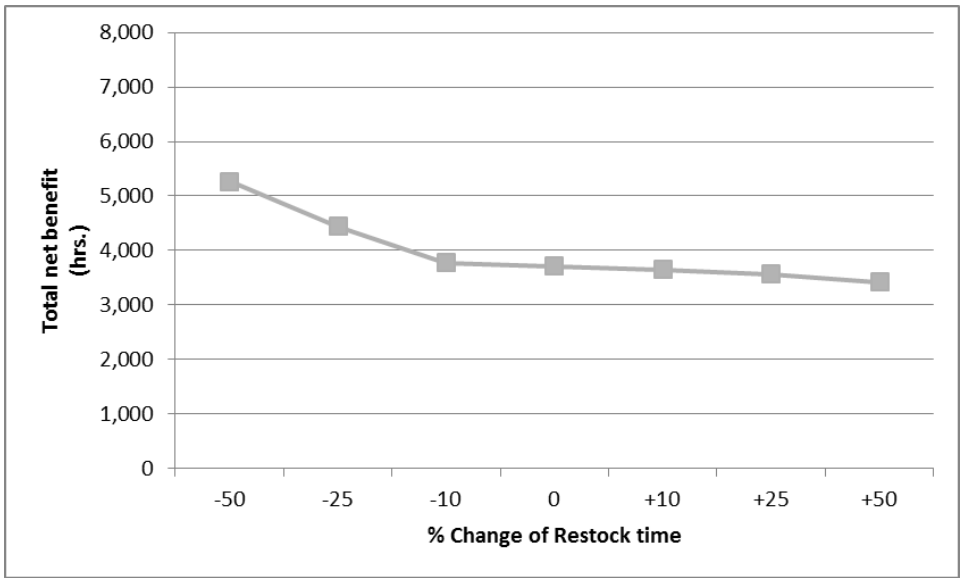
การวิเคราะห์ความไวของาพารามิเตอร์ 3 ตัวสามารถทำตามขั้นตอนที่กล่าวมาในส่วนที่ 4.3 ได้ดังแสดงตารางที่ 4.4 และ ภาพที่ 4.4-4.5

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความไว

| | Case | Saving time (Mins.) | Restock (Mins.) | Total net benefit (Hrs.) | SKUs | FTE |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A0 | Base case | 1.81 | 14.95 | 3,711 | 77 | 1.58 |
| B1 | Saving time -50% | 0.91 | 14.95 | 1,570 | 77 | 0.67 |
| B2 | Saving time -25% | 1.36 | 14.95 | 2,640 | 77 | 1.13 |
| B3 | Saving time -10% | 1.63 | 14.95 | 3,283 | 77 | 1.4 |
| B4 | Saving time +10% | 1.99 | 14.95 | 4,140 | 78 | 1.76 |
| B5 | Saving time +25% | 2.26 | 14.95 | 5,473 | 119 | 2.33 |
| B6 | Saving time +50% | 2.72 | 14.95 | 7,285 | 171 | 3.11 |
| C1 | Restock time -50% | 1.81 | 7.48 | 5,268 | 171 | 2.25 |
| C2 | Restock time -25% | 1.81 | 11.21 | 4,441 | 119 | 1.89 |
| C3 | Restock time -10% | 1.81 | 13.46 | 3,770 | 78 | 1.61 |
| C4 | Restock time +10% | 1.81 | 16.45 | 3,654 | 77 | 1.56 |
| C5 | Restock time +25% | 1.81 | 18.69 | 3,568 | 77 | 1.52 |
| C6 | Restock time +50% | 1.81 | 22.43 | 3,425 | 77 | 1.46 |
| D1 | Pi -50% | 1.81 | 14.95 | 1,570 | 77 | 0.67 |
| D2 | Pi -25% | 1.81 | 14.95 | 2,640 | 77 | 1.13 |
| D3 | Pi -10% | 1.81 | 14.95 | 3,283 | 77 | 1.4 |
| D4 | Pi +10% | 1.81 | 14.95 | 4,140 | 78 | 1.76 |
| D5 | Pi +25% | 1.81 | 14.95 | 5,473 | 119 | 2.33 |
| D6 | Pi +50% | 1.81 | 14.95 | 7,285 | 171 | 3.11 |




ภาพที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความไวของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ (Total Net Benefit) เมื่อเพิ่มหรือลด เวลาหยิบที่ประหยัดได้ (Saving Time) และปริมาณครั้งที่หยิบ (Pick)




ภาพที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ความไวของผลรวมเวลาที่ประหยัด (Total Net Benefit) ได้เมื่อเพิ่มหรือลด เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติม (Restock Time)

จากตารางที่ 4.4 ภาพที่ 4.4 และ 4.5 พบว่าการเปลี่ยนแปลง Saving time หรือปริมาณครั้งที่หยิบชิ้นส่วนยานยนต์ ($p_i$) จะให้ผลลัพธ์เดียวกันเนื่องจากสูตรในสมการที่ (2) และพบว่าเมื่อ เวลาหยิบที่ประหยัดได้ หรือปริมาณครั้งที่หยิบเพิ่มขึ้นหรือลดลงจะส่งผลให้ผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลงแปรผันกับ เวลาหยิบที่ประหยัดได้ และปริมาณครั้งที่หยิบที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อพิจารณาจำนวน SKUs ที่นำมาจัดเก็บมีจำนวนเกือบคงที่ที่ 77-78 รายการ ในช่วงการเปลี่ยนแปลง เวลาหยิบที่ประหยัดได้ -50% ถึง +10% จากนั้นเมื่อเพิ่มการเปลี่ยนแปลงเป็น +25% ถึง +50% จำนวนรายการ SKUs เพิ่มขึ้นเป็น 119 และ 171 รายการตามลำดับ สอดคล้องกับผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้โดยในช่วงการเปลี่ยนแปลง -50% ถึง +10% ค่าผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้จะเพิ่มขึ้นตาม เวลาหยิบที่ประหยัดได้ และปริมาณครั้งในการหยิบที่เพิ่มขึ้นด้วยความชันที่คงที่ จากนั้นที่การเปลี่ยนแปลง +25% และ +50% ค่าผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้เพิ่มขึ้นด้วยความชันที่มากขึ้นกว่าช่วงการเปลี่ยนแปลง -50% ถึง +10% เนื่องจากจำนวน SKUs ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้เพิ่มขึ้นตาม

เมื่อพิจารณาผลของการเปลี่ยนแปลง เวลาในการเติมชิ้นส่วนพบว่าเมื่อ เวลาในการเติมชิ้นส่วนเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ค่าผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้มีแนวโน้มลดลง และปริมาณ SKUs ที่จัดเก็บใน FPA ลดลงเช่นกัน โดยในช่วง -50% ถึง -10% ผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้มีค่าลดลงด้วยความชันที่มากเป็นผลจากจำนวน SKUs ที่ลดลงจาก 171 รายการเป็น 78 รายการ และในช่วงตั้งแต่ -10% ถึง +50% ผลรวมของเวลาที่ประหยัดได้ลดลงแต่ค่าไม่เปลี่ยนแปลงมากนักเนื่องจากจำนวน SKUs คงที่ที่ 77 รายการ

# บทที่ 5
# การจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการนำผลที่ได้จากบทที่ 4 มาทำการจำลองความต้องการสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อทำนายผลลัพธ์สำหรับเป็นข้อมูลในการตัดสินใจก่อนจัดทำบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงของบริษัทกรณีศึกษา

## 5.1 การจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์

ในการศึกษานี้จะเป็นการนำผลการจัดทำ FPA ที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 4 มาประยุกต์เข้ากับแบบจำลองสถานการณเพื่อจำลองความต้องการ (Demand) ชิ้นส่วนยานยนต์จากการหยิบและวิเคราะห์รอบการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็ก (Restock) โดยอาศัยข้อมูลการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสะสม (Cumulative Probability Distribution Function: CDF) จากข้อมูลในอดีต (ซึ่งเป็นข้อมูลช่วงเดียวกับที่ใช้ในการพิจารณาทำ FPA ในบทที่ 4) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1) หาปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวางแต่ละ SKU ของทั้ง 77 SKU จากพื้นที่การจัดเก็บที่ได้จากการคำนวณโปรแกรม R ในบทที่ 4 โดยการจัดเรียงกล่องชิ้นส่วนยานยนต์จะพิจารณาขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงเพื่อให้วางได้จำนวนกล่องบนชั้นวางมากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 5.2

2) สร้างการกระจายข้อมูลสะสมในอดีตของปริมาณความต้องการ โดยวิเคราะห์ความถี่ในการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กร่วมกับปริมานในการหยิบแต่ละครั้ง

3) สร้างการกระจายข้อมูลสะสมในอดีตของระยะห่างในการเรียกหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กในแต่ละครั้ง (Inter-Arrival Time)

4) กำหนด Order Frequency คือความถี่ของการออกใบงานเรียกหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ โดยในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 4 ชั่วโมง

5) กำหนด Lead Time คือระยะเวลารวมทั้งหมดเริ่มจากการสั่งชิ้นส่วนยานยนต์มาเติมบนชั้นวางจนกระทั่งจบการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 ชั่วโมง (60 นาที)

6) กำหนดจำนวนรอบ (Period) ที่ต้องการเก็บค่าในแบบจำลองโดยในที่นี้กำหนดให้มีการเก็บค่าในทุกๆวันโดยชั่วโมงการทำงาน คือ 16 ชั่วโมง เป็นเวลา 60 วันเมื่อนับตามจะได้จำนวนรอบทั้งหมดเท่ากับ 960 รอบ

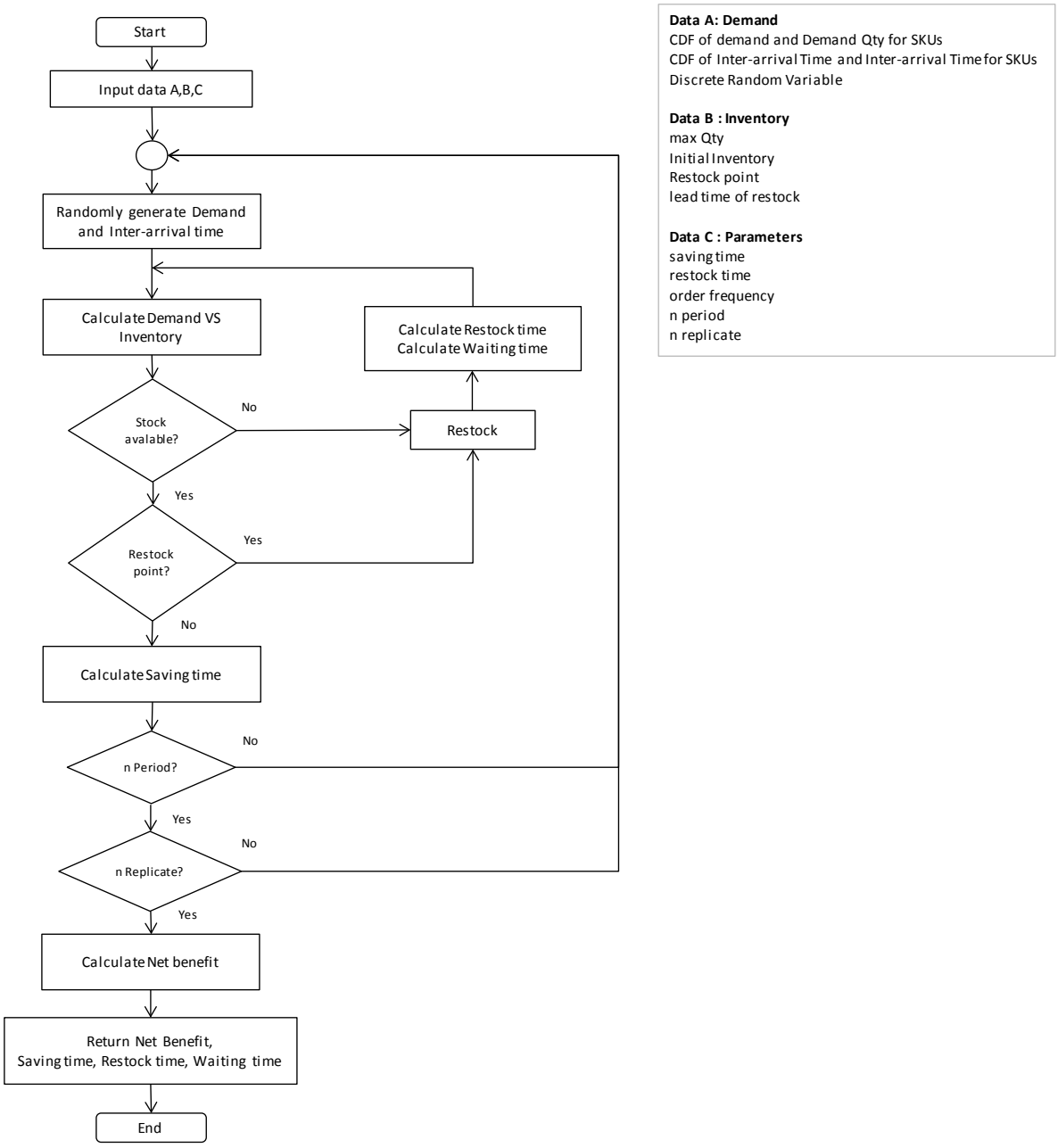
7) กำหนดค่าค่าพารามิเตอร์ต่างๆสำหรับแต่ละ SKU เพื่อใช้ในการคำนวณแบบจำลองสถานการณ์โดยค่าพารามิเตอร์เหล่านี้พิจารณาให้สอดคล้องตามนโยบายของคลังพัสดุที่ศึกษา โดยค่าพารามิเตอร์มีดังนี้

- ค่า Max Qty. คือ จำนวนการจัดเก็บมากที่สุดบนชั้นวางของแต่ละ SKU ซึ่งได้จากการหาในข้อ 1)
- ค่า Initial Inventory คือ จำนวนการจัดเก็บเริ่มต้นโดยในการศึกษานี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับค่า Max Qty.
- Restock point หรือจุดสั่งเติมชิ้นส่วนยายนต์บนชั้นวาง โดยกำหนดปริมาณชิ้นส่วนยานยนต์ส่วนหนึ่งไว้เป็นสินค้าปลอดภัย (Safety stock) ในการศึกษานี้พิจารณาจากปริมาณความต้องการแต่ละครั้งของ SKU นั้นๆในอดีต
- Restock time คือ เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง 1 รอบในที่นี้มีค่าเท่ากับ 14.95 นาที
- Saving time คือ เวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้จากการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA โดยสำหรับกรณี A0 มีค่าเท่ากับ 1.81 นาทีต่อครั้งต่อกล่อง
- กำหนดรูปแบบการกระจายสำหรับการคำนวณแบบจำลองของข้อมูลในข้อ 2) และ 3) โดยในที่นี้กำหนดให้ตัวแปรทั้งสองเป็นตัวแปรสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random Variable)

8) คำนวณแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม R โดยการใช้ข้อมูลจากข้อ 1) ถึง 7)

9) กำหนดการคำนวณแบบจำลองซ้ำ (Replicate) เท่ากับ 100 ครั้ง

โดยแบบจำลองจะสร้างความต้องการในการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์จากการกระจายข้อมูลสะสมของปริมาณความต้องการควบคู่กับการกระจายข้อมูลสะสมของระยะห่างในการเรียกหยิบด้วยการสุ่มแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete Random) เมื่อปริมาณชิ้นส่วนยานยนต์พร่องลงไปจนถึงจุดสั่งเติมระบบจะทำการเติมชั้นวางจนเต็มตามที่กำหนดและวนในลักษณะนี้ไปเรื่อยๆจนกว่าจะครบตามจำนวนรอบและวนการคำนวณซ้ำตามที่กำหนดเพื่อศึกษาค่าใช้จ่ายด้านเวลาทั้งหมดที่เกิดขึ้น โดยในที่นี้คือเวลาที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวางและเวลาที่พนักงานหยิบรอคอยชิ้นส่วนยานยนต์ในกรณีที่ของหมดชั้นวาง รวมทั้งศึกษาเวลาที่ประหยัดได้อันเป็นประโยชน์ที่ได้จากการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ใน FPA และเปรียบเทียบผลของแบบจำลองสถานการณกับค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองของไหล (Fluid Model) ในบทที่ 4 โดยผังแสดงการจำลองสถานการณ์การจัดเก็บและการหยิบ แสดงดังภาพที่ 5.1 และตัวอย่างข้อมูลที่ป้อนในระบบแสดงดังตารางที่ 5.1




ภาพที่ 5.1 ผังแสดงการจำลองสถานการณ์การจัดเก็บและการหยิบด้วยโปรแกรม R

ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างข้อมูลที่ใช้ในแบบจำลอง

| SKU ID | Int. Inventory | Restock point | Max Qty. | CDF of Pick | Pick Qty. | CDF of Inter-arrival Time | Inter-arrival Time |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 128 | 20 | 128 | 0.01,0.02,0.09,0.36,0.59,0.88,0.95,0.96,0.97, 0.98,0.99,1.00 | 4,5,6,7,8,9,10,11,15,16,17,18 | 0.90,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 4 | 128 | 20 | 128 | 0.01,0.10,0.45,0.75,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 4,5,6,7,8,12,13,14,15 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 7 | 128 | 20 | 128 | 0.01,0.02,0.04,0.21,0.50,0.76,0.93,0.95,0.96, 0.97,0.98,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,15 | 0.89,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 6 | 128 | 20 | 128 | 0.01,0.02,0.04,0.11,0.23,0.50,0.72,0.86,0.95, 0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,15 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 8 | 90 | 20 | 90 | 0.01,0.22,0.35,0.37,0.39,0.44,0.62,0.72,0.92, 0.94,0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,15,17 | 0.89,1.00 | 8,16 |
| 1 | 96 | 15 | 96 | 0.00,0.02,0.04,0.36,0.80,0.91,0.92,0.94,0.97, 0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 3 | 96 | 15 | 96 | 0.06,0.32,0.79,0.92,0.93,0.96,0.99,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 10 | 64 | 10 | 64 | 0.01,0.24,0.74,0.95,0.96,0.97,0.99,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9 | 0.90,1.00 | 8,16 |

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวางแต่ละ SKU

| SKU ID | Volume, $m^3$ | Box Size, $m^3$ | L, m | W, m | H, m | Bin Qty. | P-Face | Face Qty. (1) | Depth Qty. (2) | High Qty. (3) | Slotting Qty. | Dimention (1,2,3) | Shelf Qty. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.530035 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 131 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **128** | 8.4.2 | **2.0** |
| 4 | 0.484334 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 120 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **128** | 8.4.2 | **2.0** |
| 7 | 0.477949 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 118 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **128** | 8.4.2 | **2.0** |
| 6 | 0.474431 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 117 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **128** | 8.4.2 | **2.0** |
| 8 | 0.360743 | 0.003289 | 0.23 | 0.13 | 0.11 | 109 | 0.13 | 15 | 2 | 2 | **90** | 15.3.2 | **1.0** |
| 1 | 1.723595 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 106 | 0.24 | 8 | 2 | 1 | **96** | 8.2.1 | **6.0** |
| 3 | 1.537604 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 95 | 0.24 | 8 | 2 | 1 | **96** | 8.2.1 | **6.0** |
| 10 | 0.374667 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 92 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |
| 13 | 0.353708 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 87 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |
| 16 | 0.345453 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 85 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |
| 5 | 1.378641 | 0.016128 | 0.24 | 0.56 | 0.12 | 85 | 0.24 | 8 | 1 | 2 | **80** | 8.1.2 | **5.0** |
| 15 | 0.331987 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 82 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |
| 21 | 0.331144 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 82 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |
| 27 | 0.308741 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 76 | 0.24 | 8 | 4 | 2 | **64** | 8.4.2 | **1.0** |

## 5.2 ผลการจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์

### 5.2.1 ค่าที่ได้จากการทำแบบจำลองด้วยโปรแกรม R มีดังนี้

1) Saving time คือเวลาหยิบที่ประหยัดได้จากการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA

2) Restock time คือเวลาที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง

3) Waiting time คือระยะเวลารอคอยที่เกิดขึ้นจากการรอชิ้นส่วนยานยนต์มาเติมในกรณีที่ของหมดชั้นวาง

4) Net Benefit คือผลรวมที่ได้จากข้อ 1) - 3) โดยมีสูตรดังนี้

Net Benefit = Saving time - Restock time - Waiting time

### 5.2.2 ผลการจำลองสถานการณ์การจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บริเวณ FPA

**<u>กรณี</u>** จัดชั้นวางโดยมีชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหมด 77 SKU :

ผลที่ได้จากการจำลองของชิ้นส่วนยานยนต์จำนวน 77 SKU พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Net Benefit หรือผลรวมที่ประหยัดเวลาได้อยู่ที่ 13,580.9 นาทีหรือ 226.35 ชั่วโมงเทียบเป็นจำนวนชั่วโมงต่อปีได้เท่ากับ 1,041ชั่วโมงคิดเป็น FTE เท่ากับ 0.44 โดยค่าเฉลี่ยของ เวลาหยิบที่ประหยัดได้ เท่ากับ 25,550.12 นาทีหรือคิดเป็น 425.84 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ย เวลาในการเติมชิ้นส่วนเท่ากับ 11,937.43 นาทีหรือคิดเป็น 198.96 ชั่วโมงและมีระยะเวลารอคอยที่เกิดขึ้นจากการรอชิ้นส่วนยานยนต์มาเติมเกิดขึ้นทั้งหมด 2,700 นาทีหรือคิดเป็น 45 ชั่วโมง

## 5.3 การคัดเลือกชิ้นส่วนยานยนต์เพื่อปรับปรุงค่า Net Benefit

จากผลที่ได้ในหัวข้อ 5.2.2 พบว่าค่าเฉลี่ยของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ ต่อปีเท่ากับ 1,041 และ FTE เท่ากับ 0.44 นั้นค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 4 ซึ่งมีผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ เท่ากับ 3,711 ชั่วโมงคิดเป็น FTE เท่ากับ 1.58 เท่า จึงพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุงค่า เวลาในการเติมชิ้นส่วนและระยะเวลารอคอยที่เกิดขึ้นจากการรอชิ้นส่วนยานยนต์มาเติมให้ลดลงเพื่อเพิ่มค่า Net Benefit เมื่อวิเคราะห์รายละเอียดปริมาณการจัดเก็บของชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละ SKU พบว่าบาง SKU นั้นความต้องการในการหยิบมีค่าแปรปรวนกว่าค่าอื่นๆภายใน SKU นั้นๆและมีบาง SKUs ที่มีขนาดของกล่องค่อนข้างใหญ่กว่า SKUs อื่นๆในกลุ่มจึงพิจารณาทำการคัดบาง SKUs ออกโดยมีวิธีการดังนี้

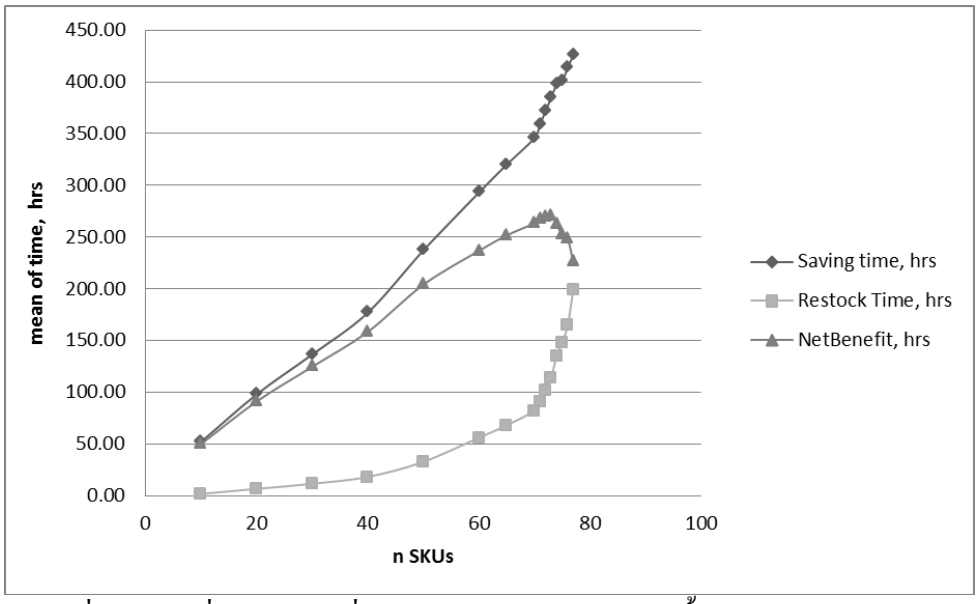
1) พิจารณา SKUs ที่มีค่าความต้องการในการหยิบแปรปรวนเพื่อคัดออกจาก FPA
2) พิจารณา SKUs ที่มีขนาดของกล่องใหญ่เพื่อคัดออกจาก FPA
3) พิจารณา SKUs ที่มีค่า Labor Efficiency ต่ำเพื่อคัดออกจาก FPA
4) SKUs ที่คัดออกไปแล้วจะไม่นำกลับมาจัดเก็บในบริเวณ FPA อีก
5) ปรับจำนวนการจัดเก็บบนชั้นวางสำหรับแต่ละ SKU ใหม่
6) ทดลองแบบจำลองสถาณการณ

จากการพิจารณาดังกล่าวคณะผู้วิจัยได้ทำการคัดเอา SKUs จำนวน 7 SKU ออกทีละ SKU โดยกลุ่มที่พิจารณาเป็นกลุ่มแรกคือ SKU 9, 12 และ 30 ซึ่งเป็น SKU มีปริมาณการหยิบที่แปรปรวนกว่าค่าอื่นและมีขนาดกล่องที่ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมาก ส่วนกลุ่มที่สองคือ SKU 14,11,1 และ 23 เป็น SKUs ที่มีขนาดกล่องที่ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากเพียงอย่างเดียว จากนั้น 70 SKUs ที่เหลือทำการทดลองต่อโดยการตัด SKUs ที่มีค่า Labor Efficiency ต่ำที่สุดครั้งละ 10 SKUs ออกโดยจะมีจำนวน SKUs ลดลงเป็น 60, 50, 40, 30, 20 และ 10 SKUs ตามลำดับ โดยในแต่ละครั้งที่ทำการคัด SKUs ออกไปจะส่งผลให้มีพื้นที่การจัดเก็บแต่ละ SKU ใน FPA มากขึ้นจึงต้องมีการปรับจำนวนการจัดเก็บบนชั้นวางสำหรับแต่ละ SKU ใหม่และทำการจำลองสถาณการณการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์สำหรับทุกกรณีที่กล่าวมาข้างต้นเพื่อศึกษาผลลัพธ์ โดยผลการจำลองสถาณการณการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บริเวณ FPA สรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5.3

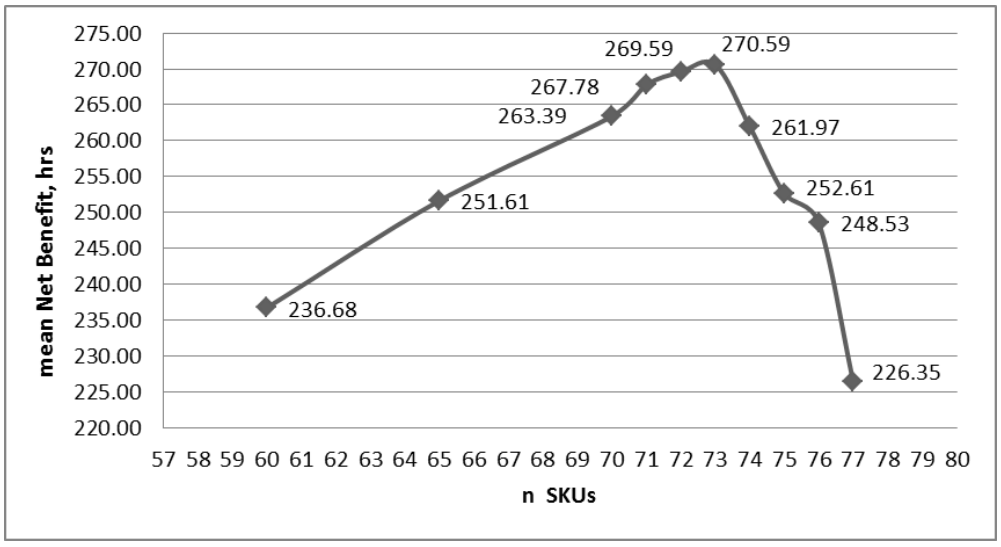
ตารางที่ 5.3 ผลการจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บริเวณ FPA

| n SKUs | Removed SKU | Replicate | Period | Saving time, hrs | | Restock Time, hrs | | Total | Net Benefit , hrs | | | | man |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mean | sd | mean | sd | Waiting time | mean | sd | per day | per year | saving |
| 77 | - | 100 | 960 | 425.84 | 1.98 | 198.96 | 1.34 | 45.00 | 226.35 | 1.65 | 3.77 | 1041.20 | 0.44 |
| 76 | 9 | 100 | 960 | 413.47 | 1.77 | 164.75 | 1.21 | 17.00 | 248.53 | 1.34 | 4.14 | 1143.22 | 0.49 |
| 75 | 9,12 | 100 | 960 | 400.85 | 1.79 | 148.01 | 1.15 | 24.00 | 252.61 | 1.48 | 4.21 | 1161.99 | 0.50 |
| 74 | 9,12,30 | 100 | 960 | 397.11 | 1.96 | 134.92 | 1.11 | 21.00 | 261.97 | 1.58 | 4.37 | 1205.08 | 0.51 |
| 73 | 9,12,30,14 | 100 | 960 | 384.42 | 1.71 | 113.67 | 0.92 | 16.00 | 270.59 | 1.24 | 4.51 | 1244.72 | 0.53 |
| 72 | 9,12,30,14,11 | 100 | 960 | 371.53 | 1.77 | 101.73 | 0.80 | 21.00 | 269.59 | 1.55 | 4.49 | 1240.11 | 0.53 |
| 71 | 9,12,30,14,11,1 | 100 | 960 | 358.56 | 1.58 | 90.68 | 0.75 | 10.00 | 267.78 | 1.29 | 4.46 | 1231.80 | 0.53 |
| 70 | 9,12,30,14,11,1,23 | 100 | 960 | 345.61 | 1.75 | 82.16 | 0.81 | 6.00 | 263.39 | 1.38 | 4.39 | 1211.61 | 0.52 |
| 65 | 9,12,30,14,11,1,23,49,163,54,94,114 | 100 | 960 | 319.90 | 1.52 | 68.23 | 0.63 | 6.00 | 251.61 | 1.38 | 4.19 | 1157.40 | 0.49 |
| 60 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114 | 100 | 960 | 292.88 | 1.51 | 56.17 | 0.66 | 2.00 | 236.68 | 1.35 | 3.94 | 1088.75 | 0.46 |
| 50 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114, 75,112,113,78,20,24,109,115,43,117 | 100 | 960 | 236.91 | 1.47 | 32.90 | 0.54 | 4.00 | 203.96 | 1.30 | 3.40 | 938.23 | 0.40 |
| 40 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114, 75,112,113,78,20,24,109,115,43,117,36,93,81,57,92,97,98, 19,104,40 | 100 | 960 | 176.81 | 1.01 | 18.39 | 0.36 | 5.00 | 158.37 | 0.97 | 2.64 | 728.51 | 0.31 |
| 30 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114, 75,112,113,78,20,24,109,115,43,117,36,93,81,57,92,97,98, 19,104,40,66,64,76,44,80,77,71,85,79,34 | 100 | 960 | 136.46 | 0.96 | 11.77 | 0.32 | 3.00 | 124.66 | 0.98 | 2.08 | 573.45 | 0.24 |
| 20 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114, 75,112,113,78,20,24,109,115,43,117,36,93,81,57,92,97,98, 19,104,40,66,64,76,44,80,77,71,85,79,34,41,25,46,48,58,33, 53,62,63,56 | 100 | 960 | 97.89 | 0.82 | 6.84 | 0.20 | 1.00 | 91.04 | 0.82 | 1.52 | 418.77 | 0.18 |
| 10 | 9,12,30,14,11,1,23,116,28,121,122,126,49,163,54,94,114, 75,112,113,78,20,24,109,115,43,117,36,93,81,57,92,97,98, 19,104,40,66,64,76,44,80,77,71,85,79,34,41,25,46,48,58,33, 53,62,63,56,15,21,27,31,39,32,37,17,42,38 | 100 | 960 | 51.92 | 0.66 | 1.98 | 0.23 | 3 | 49.91 | 0.65 | 0.83 | 229.57 | 0.10 |

จากตารางที่ 5.3 พบว่าเมื่อลดจำนวน SKUs ลงส่งผลให้ค่าเฉลี่ย เวลาหยิบที่ประหยัดได้ลดลงเมื่อนำค่าเฉลี่ยเวลาหยิบที่ประหยัดได้ เวลาในการเติมชิ้นส่วนและผลรวมเวลาที่ประหยัดสามารถแสดงในภาพที่ 5.2 -5.3




ภาพที่ 5.1 ค่าเฉลี่ย เวลาหยิบที่ประหยัดได้, เวลาในการเติมชิ้นส่วนและ Net Benefit




ภาพที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยของ Net Benefit ในช่วง จำนวน 60-77 SKU

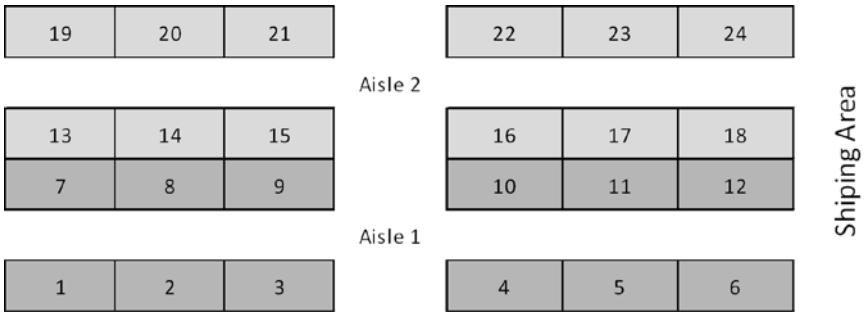
เมื่อพิจารณาภาพที่ 5.3 ซึ่งเป็นภาพขยายของภาพที่ 5.2 ในจำนวนช่วง SKUs 60-77 พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาหยิบที่ประหยัดได้ ลดลงตามจำนวน SKUs ที่ลดลงมีแนวโน้มเป็นเส้นตรง และค่าเฉลี่ยเวลาในการเติมชิ้นส่วนลดลงตามจำนวน SKUs ที่ลดลงด้วยความชันที่มากกว่า เวลาหยิบที่ประหยัดได้ ในช่วงจำนวน SKUs 70-77 และหลังจาก 60 SKUs ลงมาความชันกราฟของ เวลาในการเติมชิ้นส่วนค่อยๆลดลง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ พบว่าเมื่อลดจำนวน SKUs ลง ค่าเฉลี่ยของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งมีค่าเฉลี่ยของ Net Benefit สูงสุดที่จำนวน SKUs เท่ากับ 73 SKUs จากนั้นค่าเฉลี่ยของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ มีแนวโน้มลดลงเป็นส้นตรง เนื่องจากในช่วงจำนวน 73 SKUs ค่า เวลาในการเติมชิ้นส่วนลดลงมากกว่าเมื่อเทียบกับการลดลงของค่า เวลาหยิบที่ประหยัดได้ จึงให้ค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ สูงที่สุด จากนั้นที่จำนวน SKUs ตั้งแต่ 65 SKUs ลงมาการลดลงของผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ มีแนวโน้มลดลงแบบเป็นเส้นตรง

โดยจำนวน SKUs ที่ให้ค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้สูงสุดคือ 73 SKUs จะทำการออกแบบการจัดเรียงบนชั้นวางในหัวข้อ 5.4 ต่อไป

## 5.4 การจัดเรียงกล่องชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง

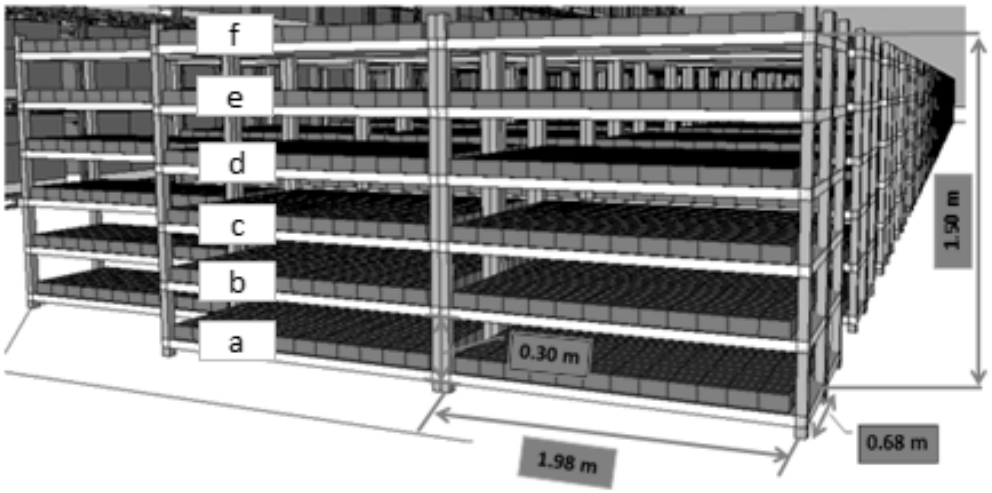
### 5.4.1 การหาปริมาณการจัดเก็บบนชั้นวางสำหรับแต่ละ SKU

ในบริเวณ FPA ที่กำหนดมีชั้นวางจำนวน 24 ตัวแสดงดังแผนผังในภาพที่ 5.4




ภาพที่ 5.3 ชั้นวางสำหรับจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA หมายเลข 1-24

หมายเลข 1-24 ในภาพที่ 5.4 แสดงชั้นวางแต่ละตัว และใช้ตัวอักษรกำกับชั้นวางแต่ละชั้นสำหรับใช้ในการกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ดังแสดงในภาพที่ 5.5 โดยในบริเวณ FPA มีจำนวนชั้นวางย่อยทั้งหมด 144 ชั้น




ภาพที่ 5.4 ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวาง

เมื่อพิจารณาขนาด กว้างxยาวxสูง ของแต่ละ SKU ประกอบกับปริมาตรพื้นที่การจัดเก็บใน ภาพที่ 5.5 สามารถแสดงการการคำนวณตามสูตร FPA ได้ดังในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ตัวอย่างจำนวนกล่องที่จัดเก็บบนชั้นวางในบริเวณ FPA

| SKU ID | Area, $m^3$ | Box Size, $m^3$ | L, m | W, m | H, m | Bin Qty. | P-Face | Face Qty. (1) | Depth Qty. (2) | High Qty. (3) | Slotting Qty. | Dimention (1,2,3) | Shelf Qty. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 0.655608 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 162 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 192 | 8.4.2 | 3.0 |
| 4 | 0.599080 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 148 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 160 | 8.4.2 | 2.5 |
| 7 | 0.591183 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 146 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 160 | 8.4.2 | 2.5 |
| 6 | 0.586830 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 145 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 160 | 8.4.2 | 2.5 |
| 8 | 0.446209 | 0.003289 | 0.23 | 0.13 | 0.11 | 135 | 0.13 | 15.23 | 2.96 | 2.73 | 135 | 15.3.2 | 1.5 |
| 1 | 2.131940 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 132 | 0.24 | 8.25 | 2.43 | 1.25 | 136 | 8.2.1 | 8.5 |
| 3 | 1.901884 | 0.016128 | 0.24 | 0.28 | 0.24 | 117 | 0.24 | 8.25 | 2.43 | 1.25 | 120 | 8.2.1 | 7.5 |
| 10 | 0.463431 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 114 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 128 | 8.4.2 | 2.0 |
| 13 | 0.437506 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 108 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 128 | 8.4.2 | 2.0 |
| 16 | 0.427296 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 105 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 96 | 8.4.2 | 1.5 |
| 5 | 1.705261 | 0.016128 | 0.24 | 0.56 | 0.12 | 105 | 0.24 | 8.25 | 1.21 | 2.50 | 104 | 8.1.2 | 6.5 |
| 15 | 0.410639 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 101 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 96 | 8.4.2 | 1.5 |
| 21 | 0.409597 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 101 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 96 | 8.4.2 | 1.5 |
| 27 | 0.381887 | 0.004032 | 0.24 | 0.14 | 0.12 | 94 | 0.24 | 8.25 | 4.86 | 2.50 | 96 | 8.4.2 | 1.5 |

ตารางที่ 5.4 แสดงข้อมูลปริมาตรพื้นที่ (Area) สำหรับจัดเก็บแต่ละ SKU ที่ได้จากการคำนวณ เมื่อนำปริมาตรพื้นที่หารด้วยปริมาตรกล่องของแต่ละ SKU จะได้จำนวนกล่อง (Bin Qty.) ที่จัดเก็บแบบเต็มปริมาตรตามผลที่ได้จากการคำนวณ แต่เมื่อนำกล่องมาจัดวางบนชั้นวางจริงจะมีข้อจำกัดของขนาดชั้นวางและปริมาตรของกล่องทำให้ไม่สามารถจัดเรียงแบบเต็มปริมาตรตามสูตรที่คำนวณได้ จึงทำการจัดวางกล่องชิ้นส่วนยานยนต์พิจารณาตามขนาดความกว้าง ความยาว และความสูงของกล่อง เพื่อให้วางได้จำนวนกล่องบนชั้นวางมากที่สุด จากนั้นทำการกำหนดด้านของกล่องที่จะหันออกด้านหน้าของพนักงานหยิบ (P-Face) กำหนดวิธีการจัดเรียงตาม กว้างxยาวxสูง และจัดกล่องชิ้นส่วนยานยนต์แต่ละ SKU บนชั้นวาง (Slotting Qty.) ให้ได้ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้ โดยจำนวนชั้นวางย่อย (Shelf Qty.) ต้องอยู่ภายในจำนวน 144 ชั้นตามที่กำหนด

### 5.4.2 ผลการจัดเรียงชั้นวาง

ในการจัดเรียงกล่องชิ้นส่วนยานยนต์บนชั้นวางมีการพิจารณาดังนี้

1) ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความถี่การหยิบสูงๆจัดให้อยู่ในชั้นที่หยิบง่าย c, d และ e โดยอยู่ในระดับเอว-กลางอกของพนักงานซึ่งเป็นระดับที่พนักงานหยิบของได้สะดวก (Golden Zone)

2) เก็บกล่องที่มีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากไว้ด้านล่าง

3) ชิ้นส่วนยานยนต์ที่มักมีการหยิบพร้อมกันนำมาจัดเรียงไว้ใกล้กัน

โดยผลการจัดเรียงกล่องชิ้นส่วนยานยนต์แสดงดังตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ของแต่ละ SKU ในบริเวณ FPA

| SKU ID | Shelf no. | Location | Slotting Qty. | Shelf Qty. |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 19 / 20 | a,b,c,d,e,f / a,b,c | 136 | 8.5 |
| 2 | 6 | d,e,f | 192 | 3 |
| 3 | 23 / 24 | a,b,c,d,e,f / a,b | 120 | 7.5 |
| 4 | 12 | d,e,f | 160 | 2.5 |
| 5 | 5 / 4 | a,b,c,d,e,f / a | 104 | 6.5 |
| 6 | 24 | d,e,f | 160 | 2.5 |
| 7 | 18 | d,e,f | 160 | 2.5 |
| 8 | 4 | e,f | 135 | 1.5 |
| 10 | 1 | e,f | 128 | 2 |
| 11 | 2 / 3 | a,b,c,d,e,f / a,b | 64 | 8 |
| 13 | 21 | c,d | 128 | 2 |
| 15 | 3 | d,e | 96 | 1.5 |
| 16 | 3 | c,d | 96 | 1.5 |
| 17 | 4 | a,b,c | 80 | 2.5 |
| 19 | 13 | a,b,c,d,e,f | 60 | 6 |
| 20 | 15 | a,b,c,d,e | 40 | 5 |
| 21 | 8 | d,e | 96 | 1.5 |
| 23 | 17 | a,b,c,d,e | 40 | 5 |
| 24 | 9 | a,b,c,d,e | 40 | 5 |
| 25 | 21 | e,f | 64 | 2 |
| 27 | 8 | e,f | 96 | 1.5 |
| 28 | 1 | a,b,c,d | 40 | 4 |
| 31 | 24 | b,c | 96 | 1.5 |
| 32 | 22 | f | 63 | 1 |
| 33 | 14 | a,b | 64 | 2 |
| 34 | 8 | a,b,c | 60 | 3 |
| 36 | 7 | a,b,c | 60 | 3 |
| 37 | 15 | f | 64 | 1 |
| 38 | 3 | f | 64 | 1 |
| 39 | 22 | e | 64 | 1 |
| 40 | 7 | d,e,f | 48 | 3 |
| 41 | 10 | a | 64 | 1 |
| 42 | 9 | f | 64 | 1 |
| 43 | 20 | c,d,e | 40 | 2.5 |
| 44 | 14 | c,d | 64 | 2 |
| 46 | 16 | a | 64 | 1 |
| 48 | 17 | f | 64 | 1 |
| 49 | 11 | e,f | 32 | 2 |
| 53 | 16 | b | 64 | 1 |
| 54 | 14 | e,f | 32 | 2 |
| 56 | 12 | c | 64 | 1 |
| 57 | 22 | c,d | 64 | 2 |
| 58 | 18 | b | 81 | 1 |
| 62 | 12 | a | 64 | 1 |
| 63 | 12 | b | 64 | 1 |
| 64 | 11 | a | 64 | 1 |
| 66 | 10 | b | 64 | 1 |
| 71 | 10 | f | 64 | 1 |
| 75 | 4 | d,e | 48 | 1.5 |
| 76 | 18 | c | 64 | 1 |
| 77 | 11 | b | 64 | 1 |
| 78 | 16 | f | 32 | 1 |
| 79 | 16 | e | 64 | 1 |
| 80 | 10 | c | 64 | 1 |
| 81 | 10 | d | 64 | 1 |
| 85 | 10 | e | 64 | 1 |
| 92 | 18 | a | 64 | 1 |
| 93 | 16 | d | 64 | 1 |
| 94 | 20 | f | 32 | 1 |
| 97 | 22 | b | 64 | 1 |
| 98 | 22 | a | 64 | 1 |
| 104 | 11 | d | 64 | 1 |
| 109 | 6 | b | 64 | 1 |
| 112 | 21 | b | 64 | 1 |
| 113 | 21 | a | 64 | 1 |
| 114 | 12 | d | 32 | 0.5 |
| 115 | 6 | a | 64 | 1 |
| 116 | 16 | c | 64 | 1 |
| 117 | 11 | c | 64 | 1 |
| 121 | 6 | c | 32 | 0.5 |
| 122 | 6 | c | 32 | 0.5 |
| 126 | 18 | d | 32 | 0.5 |
| 163 | 24 | d | 64 | 0.5 |

ในตารางที่ 5.5 ตำแหน่งจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ของ SKU ทั้งหมด 73 SKU ในบริเวณ FPA โดยแต่ละ SKU จะถูกกำหนดตำแหน่งจัดเก็บด้วยหมายเลขชั้นวาง (Shelf no.) และตำแหน่งชั้นวางย่อย (Location) ตามจำนวน (Slotting Qty.) ที่กำหนด โดยจำนวนชั้นวาง (Shelf Qty.) ที่ใช้จัดเก็บสำหรับแต่ละ SKU มีทั้งแบบเต็มชั้นวางและไม่เต็มชั้นวาง

# บทที่ 6
# บทสรุป วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ

จากการออกแบบบริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงสามารถสรุปและวิจารณ์ผลรวมทั้งข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

## 6.1 สรุปผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ Base Case (A0) พบว่าการทำบริเวณหยิบสินค้าที่มีความเคลื่อนไหวสูงสามารถลดเวลาการหยิบสินค้าลงได้ 3,711 ชั่วโมงหรือคิดเป็นจำนวนพนักงานที่ลดลง 1.58 FTE เมื่อเทียบกับการทำงานตามลักษณะคลังสินค้าเดิม จำนวน SKUs ที่เหมาะสมนำมาจัดเก็บใน FPA อยู่ในช่วง 77 – 78 รายการจากชิ้นส่วนยานยนต์หมด 1,031 รายการ เนื่องจาก SKUs ในช่วง 77 – 78 นี้เป็นรายการที่มีแนวโน้มคงเดิมแม้ว่าการเพิ่มหรือลดปัจจัยที่ศึกษาจะเปลี่ยนแปลงไปและเมื่อพื้นที่การจัดเก็บบนชั้นวางเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้จำนวน SKUs ที่ถูกคัดเลือกสำหรับจัดเก็บใน FPA มากขึ้นและพบลักษณะจำนวน SKUs ที่มีแนวโน้มคงเดิมเป็นช่วงๆ พบว่า SKUs ที่มีขนาดกล่องเล็กจะมีโอกาสถูกคัดเลือกเข้ามาจัดเก็บในบริเวณ FPA สูง พื้นที่ที่ใช้จัดทำบริเวณ FPA คิดเป็น 11.32 % ของพื้นที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กที่ศึกษา เมื่อวิเคราะห์ความไวในกรณีที่ปัจจัยต่างๆที่ประมาณไว้เปลี่ยนแปลงไป คือ เวลาหยิบที่ประหยัดได้, เวลาในการเติมชิ้นส่วนและปริมาณครั้งที่หยิบ ผลลัพธ์ของ Net benefit ที่เกิดขึ้นมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

การจำลองการจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ในบริเวณ FPA เป็นการนำผลการจัดทำ FPA ที่ได้จากการคำนวณในบทที่ 4 มาจำลองความต้องการสินค้าโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยอาศัยข้อมูลการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบสะสม (Cummerative Distribution Frequency; CDF) ของการหยิบในอดีต เพื่อทำนายผลลัพธ์ในกรณีที่ทำ FPA ผลวิเคราะห์แบบจำลองชิ้นส่วนยานยนต์จำนวน 77 SKUs พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ Net Benefit อยู่ที่ 1,041 ชั่วโมง คิดเป็น FTE เท่ากับ 0.44 เท่าจากผลที่ได้ค่าเฉลี่ยของ Net Benefit และ FTE ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณตามแบบจำลอง FPA ซึ่งมี Net Benefit เท่ากับ 3,711 ชั่วโมงคิดเป็น FTE เท่ากับ 1.58 เท่า จึงพิจารณาหาแนวทางการปรับปรุงค่า เวลาในการเติมชิ้นส่วนและเวลารอเนื่องจากการเติมชิ้นส่วนลดลงเพื่อเพิ่มค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้จึงทำการคัดเอาบาง SKUs ที่มี ค่าความต้องการแปรปรวน และมีขนาดของกล่องที่ต้องใช้พื้นที่ในการจัดเก็บมากจำนวน ออก ผลคือจำนวน SKUs ที่ให้ค่า Net Benefit สูงสุดคือ 73 SKUs ซึ่งมี ค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้เท่ากับ 1,245 ชั่วโมงคิดเป็น FTE เท่ากับ 0.53 เท่า จากนั้นนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบการจัดเรียงบนชั้นวางในบริเวณ FPA

นำเสนอข้อมูลต่อผู้บริหารในการตัดสินใจจัดทำบริเวณจัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงของบริษัท

## 6.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณตามหลักการ FPA ยังมีข้อจำกัดระหว่างธรรมชาติของของเหลวกับสินค้าที่จัดเก็บในคลังสินค้า เนื่องจากในการจัดวางสินค้าจริงจะมีพื้นที่ว่างเกิดขึ้นจากลักษณะบรรจุภัณฑ์ของสินค้าลักษณะของชั้นวางและการจัดเก็บซึ่งแตกต่างจากคุณสมบัติของของเหลว ดังนั้นค่าที่ได้จากการคำนวณจึงเป็นเพียงค่าประมาณซึ่งไม่ใช่ค่าที่แท้จริง

การหาค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ที่เหมาะสม ด้วยวิธีค้นหาเชิงเส้น (Linear Search) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ที่มีจำนวน SKUs ไม่มากเนื่องจากการค้นหาผลลัพธ์ของทุกๆ SKU หากมีจำนวนมากจะทำให้ใช้เวลาในการวิเคราะห์นาน ซึ่งในกรณีที่ต้องมีการวิเคราะห์ SKUs จำนวนมากอาจเขียนคำสั่งให้โปรแกรมใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีอื่นที่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยลง

จำนวนรอบ (Replicate) ที่กำหนดในการจำลองสถานการณ์กำหนดไว้ที่ 100 รอบและรอบการเก็บค่า (Period) กำหนดไว้ที่ 960 ครั้งเนื่องจากหากมีค่ายิ่งมากโปรแกรมต้องใช้เวลาในการประมวลผลยิ่งนานขึ้น

## 6.3 วิจารณ์ผลงานวิจัย

ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองผู้วิจัยจึงต้องมีการทดสอบความอ่อนไหวของค่าพารามิเตอร์เพื่อศึกษาว่าเมื่อค่าค่าพารามิเตอร์เหล่านั้นเมื่อเปลี่ยนแปลงไปผลลัพธ์ที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงมากน้อยเพียงใด

สินค้าที่ไม่เหมาะกับการจัดเก็บแบบ FPA คือสินค้าที่มีขนาดใหญ่ สินค้าที่มีความเคลื่อนไหวน้อยโดยสินค้าดังกล่าวควรจัดเก็บในบริเวณจัดเก็บสินค้าทั่วไป

## 6.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากค่าประมาณที่ได้เป็นข้อมูลในอดีตจึงควรต้องมีการพิจารณาสินค้าที่จะนำมาจัดเก็บใน FPA อยู่เสมอเนื่องจากสินค้าอาจหมดความนิยมและมีสินค้าตัวอื่นที่ได้รับความนิยมมาทดแทนเพื่อให้ได้เฉพาะสินค้าที่มีความนิยมในช่วงเวลานั้นๆมาใช้ในการคำนวณสามารถลดระยะเวลาที่พิจารณาจาก 12 เดือนเป็น ทุกๆ 3 เดือนหรืออาจพิจารณาค่าในอดีตควบกับค่าพยากรณ์ความต้องการใช้สินค้าในอนาคตควบคู่กันไปเป็นต้น

ข้อเสนอแนะอื่นๆในการออกแบบ FPA ต่อจากงานศึกษานี้ได้แก่ การปรับปรุง เวลาในการเติมชิ้นส่วนการออกแบบการทดลอง (DOE) เพื่อพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่มีผลต่อค่าผลรวมเวลาที่ประหยัดได้ เพื่อคัดเลือกจำนวน SKUs ที่เหมาะสมในขั้นตอนสุดท้ายหลังจากได้จำนวน SKUs ที่ได้จากการคัดเลือกโดยใช้สูตร

# รายการอ้างอิง

**ภาษาไทย**


[1] จุฬาลักษณ์ ตั้งวิวัฒน์วงศ์. ระบบรวบรวมข้อมูลเพื่อศึกษากิจกรรมของคลังพัสดุ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[2] ดำรงศักดิ์ ชัยสนิท. การจัดจำหน่าย การกระจายผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์วังอักษร, 2537.

[3] ธีรพจน์ จรสโรจน์กุล. การปรับปรุงเส้นทางการขนถ่ายวัสดุในคลังสินค้าและการจัดส่งสินค้าในอุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[4] นำพล ตั้งทรัพย์. การปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากคลังพัสดุของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

[5] ปณิกา ไชยตะมาตร์. การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการการคลังสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

[6] ปรีชา จำปารัตน์ และ ไพศาล ชัยมงคล. การบริหารพัสดุ : ทฤษฎีและปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, 2520.

[7] ภาวิณี นิลวัชราภรณ์. การพัฒนาพื้นที่การจัดเก็บแบบยืดหยุ่นของชิ้นส่วนยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

[8] สริญญา ราวีทิพย์. การปรับปรุงประสิทธิภาพตำแหน่งการจัดวางสินค้าในคลังสินค้า กรณีศึกษาธุรกิจค้าปลีก. การวิจัยโครงการปริญญามหาบัณฑิต ,สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัยการจัดการนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2548.

**ภาษาอังกฤษ**

[9] Airdrie, C. Logistics Bureau's lecture on "An Introduction to Warehouse Design and Operations.". [Online]. Availablefrom http://www.logisticsbureau.com/Thailand/Thailand_Warehouse_Training.htm [2012, June 12]

[10] An Introduction to R. [Online]. Available from http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.html [2012, September 8]

[11] Bartholdi, J. and Hackman, S. Warehouse and Distribution Science. [Online]. 2011. Available from http://www.warehouse-science.com/ [2012, July 5]

[12] Bozer, Y.A. Optimizing throughput performance in designing order picking systems. PHD thesis, Department of Industrial and System Engineering, Georgia Institute of Technology, 1985.

[13] Burks, E.H. and Rush, M.P. Implementing a fast-pick area at Defense Distribution Center Sanjoaquin (DDJC) [Online]. 2003. Available from http://hdl.handle.net/10945/1139 [2012, December 5]

[14] Choe, K.and Sharp, G.P. Small parts order picking: design and operation. [Online]. Available from http://www2.isye.gatech.edu/~mgoetsch/cali/Logistics%20Tutorial/order/article.htm [2013, September 10]

[15] De Koster, R. How to assess a warehouse operation in a single tour. The Netherlands: RSM Erasmus University, 2004.

[16] De Koster, R. and Neuteboom, A.J. The Logistics of Supermarket Chains. Doetinchem: Elsevier, 2001.

[17] De Koster, R., Le-Duc, T. and Roodbergen, K.J. Design and control of warehouse order picking: A literature review. European Journal of Operational Research 182 (2007): 481-501.

[18] Frazelle, E.H. World-class Warehousing and Material Handling. New York: McGraw Hill, 2002.

[19] Frazelle, E.H. and Hackman, S. A review for management: Warehousing-How to benchmark Warehouse Operations. Georgia Institute of Technology: Material Handling Research Center,1992.

[20] Gu, J., Goetschalckxb M. and Leon F. McGinnisb, L.F. Research on warehouse operation: A comprehensive review, European Journal of Operational Research 177 (2007): 1-21.

[21] Gu J., Goetschalckxb, M. and McGinnisb, L.F. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. European Journal of Operational Research 203 (2010): 539–549.

[22] Hackman, S.T. and Rosenblatt, M.J. Allocating items to an automated storage and retrieval system. IIE Transaction 22 (1990): 7-14.

[23] Hausman, W.H., Schwarz, L.B., and Graves, S.C. Optimal storage assignment in automatic warehousing systems. Management Science 22 (1976): 629-638.

[24] Mulcahy, D.E. Warehouse Distribution and Operation Handbook. New York: McGraw Hill, 1994.

[25] R Studio IDE [Online]. Available from http://www.rstudio.com/ide/download/ [2012, Sep 8]

[26] Tompkins, J.A., White, J.A., Bozer, Y.A., Frazelle, E.H., and Tanchoco, J.M.A.Facilities Planning. NJ: John Wiley & Sons, 2003.

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก
# ตัวอย่างการคำนวณ

**1. ตัวอย่างการคำนวณค่า** Labor Efficiency, $v$

กรณี SKU หมายเลข 2

$f_i$ = 15.09 ลูกบาศก์เมตร

$p_i$ = 3742 ครั้ง

$v = \frac{3742}{\sqrt{15.09}}$ = 963.2947

**2. ตัวอย่างการคำนวณ Net Benefit ด้วยวิธี Linear Search**

กรณีที่ 1 : F {2}

| SKU | vi (m3) | Saving (s x pi) | Restock cost (cr x fi/vi) | Net Benefit (mins) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 42.654 | 1.81 x 3,742 | 14.95 x (15.09/42.654) | 6,767.7 |

ผลลัพธ์ของกรณีที่ 1 เป็นผลจากการจัดเก็บเฉพาะ SKU หมายเลข 2 ซึ่งมีค่า Labor Efficiency สูงที่สุดเพียงรายการเดียวใน FPA โดยผลการคำนวณจะได้ Total Net Benefit เท่ากับ 6,767.7 นาที หรือ 112.80 ชั่วโมง

จากนั้นทำการเพิ่ม SKU ถัดไปที่มีค่า Labor Efficiency รองลงมาและคำนวณ Total net Benefit ไปเรื่อยๆจนครบทุก SKUs แล้วหาจำนวน SKUs ที่ให้ค่า Total Net Benefit มากที่สุด

กรณีที่ 2 : F {2,4}

| SKU | vi (m3) | Saving (s x pi) | Restock cost (cr x fi/vi) | net benefit (mins) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 22.543 | 1.81 x3,742 | 14.95 x (15.09/22.543) | 6763.0 |
| 4 | 20.111 | 1.81 x3,126 | 14.95 x (12.60/20.111) | 5648.7 |
| | | | Total net benefit | 12,411.7 |

ผลลัพธ์ของกรณีที่ 2 เป็นผลจากการจัดเก็บ SKU หมายเลข 2 และหมายเลข 4 ไว้ด้วยกันใน FPA โดยจะได้ total net benefit เท่ากับ 12,411.7นาที หรือ 206.86 ชั่วโมง

# ภาคผนวก ข
# ตารางการกระจายปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีต

ตารางการกระจายปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีต

| SKU ID | CDF of Pick | Pick Qty. |
|---|---|---|
| 1 | 0.00,0.02,0.04,0.36,0.80,0.91,0.92,0.94,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 |
| 3 | 0.06,0.32,0.79,0.92,0.93,0.96,0.99,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9 |
| 11 | 0.02,0.37,0.89,0.93,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7 |
| 14 | 0.08,0.62,0.92,0.96,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6 |
| 19 | 0.28,0.88,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 21 | 0.79,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 24 | 0.28,0.91,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 28 | 0.39,0.93,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 49 | 0.74,0.92,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 12 | 0.02,0.57,0.90,0.94,0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,20,30 |
| 23 | 0.25,0.90,0.95,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 39 | 0.97,1.00 | 1,2 |
| 40 | 0.83,0.99,1.00 | 1,2,3 |
| 54 | 0.94,1.00 | 1,2 |
| 62 | 0.98,1.00 | 1,2 |
| 63 | 0.98,1.00 | 1,2 |
| 93 | 0.99,1.00 | 1,2 |
| 126 | 0.98,1.00 | 1,2 |
| 5 | 0.02,0.16,0.76,0.92,0.94,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8 |
| 9 | 0.01,0.04,0.16,0.38,0.61,0.76,0.85,0.90,0.94,0.96,0.97,0.98, 0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13, 16 |
| 20 | 0.28,0.79,0.95,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6 |
| 34 | 0.84,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 36 | 0.85,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 43 | 0.70,0.94,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 58 | 0.99,1.00 | 1,2 |

ตารางการกระจายปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Pick | Pick Qty. |
|---|---|---|
| 97 | 0.99,1.00 | 1,2 |
| 98 | 0.99,1.00 | 1,2 |
| 2 | 0.01,0.02,0.09,0.36,0.59,0.88,0.95,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 4,5,6,7,8,9,10,11,15,16,17,18 |
| 4 | 0.01,0.10,0.45,0.75,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 4,5,6,7,8,12,13,14,15 |
| 6 | 0.01,0.02,0.04,0.11,0.23,0.50,0.72,0.86,0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,13,15 |
| 7 | 0.01,0.02,0.04,0.21,0.50,0.76,0.93,0.95,0.96,0.97,0.98,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9,11,12,14,15 |
| 8 | 0.01,0.22,0.35,0.37,0.39,0.44,0.62,0.72,0.92,0.94,0.97,0.98, 0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,15,17 |
| 10 | 0.01,0.24,0.74,0.95,0.96,0.97,0.99,1.00 | 2,3,4,5,6,7,8,9 |
| 15 | 0.02,0.05,0.12,0.17,0.24,0.51,0.73,0.93,0.95,0.96,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15 |
| 17 | 0.13,0.62,0.95,0.96,0.97,0.99,1.00 | 3,4,5,6,8,9,11 |
| 25 | 0.02,0.31,0.83,0.96,1.00 | 2,3,4,5,8 |
| 31 | 0.06,0.58,0.96,0.97,0.98,1.00 | 2,3,4,5,6,7 |
| 33 | 0.03,0.45,0.95,0.96,0.98,0.99,1.00 | 2,3,4,5,7,8,9 |
| 37 | 0.06,0.78,0.96,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,7 |
| 38 | 0.07,0.79,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 41 | 0.12,0.85,0.96,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 42 | 0.09,0.78,0.96,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 46 | 0.19,0.91,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 48 | 0.19,0.89,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 53 | 0.33,0.96,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 56 | 0.28,0.96,0.98,1.00 | 1,2,3,4 |
| 57 | 0.02,0.55,0.96,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6 |
| 64 | 0.20,0.47,0.96,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6 |
| 66 | 0.49,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 71 | 0.18,0.91,0.98,1.00 | 1,2,3,4 |

ตารางการกระจายปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Pick | Pick Qty. |
|---|---|---|
| 75 | 0.08,0.79,0.96,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 76 | 0.54,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 77 | 0.63,0.98,1.00 | 1,2,3 |
| 79 | 0.64,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 80 | 0.58,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 81 | 0.67,0.97,1.00 | 1,2,3 |
| 85 | 0.63,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4 |
| 109 | 0.90,1.00 | 1,2 |
| 114 | 0.77,0.98,1.00 | 1,2,3 |
| 115 | 0.88,0.99,1.00 | 1,2,3 |
| 116 | 0.93,1.00 | 1,2 |
| 117 | 0.91,1.00 | 1,2 |
| 121 | 0.92,1.00 | 1,2 |
| 163 | 0.05,1.00 | 1,2 |
| 16 | 0.01,0.07,0.56,0.95,0.96,0.97,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7,8 |
| 27 | 0.01,0.33,0.90,0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7 |
| 30 | 0.01,0.03,0.09,0.41,0.70,0.80,0.90,0.96,0.97,0.98,1.00 | 3,4,5,6,7,8,9,10,12,14,15 |
| 32 | 0.01,0.36,0.94,0.97,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5,6,7 |
| 78 | 0.09,0.78,0.96,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 92 | 0.75,0.98,1.00 | 1,2,3 |
| 94 | 0.32,0.91,0.98,0.99,1.00 | 1,2,3,4,5 |
| 104 | 0.85,0.99,1.00 | 1,2,3 |
| 112 | 0.91,0.99,1.00 | 1,2,3 |
| 113 | 0.87,0.99,1.00 | 1,2,3 |
| 122 | 0.93,0.99,1.00 | 1,2,3 |

ตารางการกระจายปริมาณความต้องการจากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Pick | Pick Qty. |
|---|---|---|
| 13 | 0.15,0.53,0.93,0.96,0.98,0.99,1.00 | 4,5,6,7,10,11,12 |
| 44 | 0.28,0.85,0.96,0.97,0.99,1.00 | 2,3,4,5,6,7 |

# ภาคผนวก ค

## ตารางการกระจายของ Inter-arrival Time จากข้อมูลในอดีต

ตารางการกระจายของ Inter-arrival Time จากข้อมูลในอดีต

| SKU ID | CDF of Inter-arrival Time | Inter-arrival Time |
|---|---|---|
| 1 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 3 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 11 | 0.95,0.97,0.98,1.00 | 2,4,8,10 |
| 14 | 0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 19 | 0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 21 | 0.94,0.97,0.99,1.00 | 2,4,8,10 |
| 24 | 0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 28 | 0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 49 | 0.64,0.82,0.90,0.94,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18 |
| 12 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 23 | 0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 39 | 0.33,0.79,0.92,0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16 |
| 40 | 0.83,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 54 | 0.72,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 62 | 0.15,0.52,0.80,0.89,0.93,0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,22 |
| 63 | 0.16,0.49,0.79,0.91,0.94,0.96,0.98,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16 |
| 93 | 0.06,0.22,0.50,0.78,0.87,0.90,0.93,0.97,0.98,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,24 |
| 126 | 0.12,0.53,0.86,0.91,0.96,0.98,0.98,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16 |
| 5 | 0.95,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,8,10,12 |
| 9 | 0.95,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 20 | 0.92,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 34 | 0.86,0.95,0.96,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 36 | 0.87,0.95,0.96,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12 |
| 43 | 0.74,0.88,0.91,0.95,0.96,0.97,0.98,1.00 | 2,4,6,8,10,12,16,18 |

ตารางการกระจายของ Inter-arrival Time จากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Inter-arrival Time | Inter-arrival Time |
|---|---|---|
| 58 | 0.12,0.46,0.82,0.89,0.95,0.96,0.97,0.98,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20 |
| 97 | 0.10,0.23,0.44,0.69,0.83,0.89,0.93,0.95,0.97,0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22 |
| 98 | 0.10,0.24,0.47,0.74,0.85,0.89,0.91,0.93,0.95,0.97,0.98, 0.99,1.00 | 2,4,6,8,10,12,14,16,18,20,22,24,26 |
| 2 | 0.90,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 4 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 6 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 7 | 0.89,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 8 | 0.89,1.00 | 8,16 |
| 10 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 15 | 0.86,0.98,0.99,1.00 | 8,16,24,32 |
| 17 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 25 | 0.92,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 31 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 33 | 0.92,1.00 | 8,16 |
| 37 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 38 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 41 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 42 | 0.90,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 46 | 0.90,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 48 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 53 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 56 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 57 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 64 | 0.76,0.89,0.93,0.96,1.00 | 8,16,24,32,40 |

ตารางการกระจายของ Inter-arrival Time จากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Inter-arrival Time | Inter-arrival Time |
|---|---|---|
| 66 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 71 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 75 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 76 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 77 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 79 | 0.90,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 80 | 0.91,1.00 | 8,16 |
| 81 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 85 | 0.90,1.00 | 8,16 |
| 109 | 0.85,1.00 | 8,16 |
| 114 | 0.89,1.00 | 8,16 |
| 115 | 0.84,1.00 | 8,16 |
| 116 | 0.84,1.00 | 8,16 |
| 117 | 0.83,0.97,1.00 | 8,16,24 |
| 121 | 0.81,0.97,1.00 | 8,16,24 |
| 163 | 0.06,0.11,0.23,0.78,0.89,1.00 | 8,16,24,32,40,48 |
| 16 | 0.93,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 27 | 0.92,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 30 | 0.92,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 32 | 0.93,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 78 | 0.93,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 92 | 0.92,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 94 | 0.91,0.99,1.00 | 8,16,24 |
| 104 | 0.88,0.99,1.00 | 8,16,24 |

ตารางการกระจายของ Inter-arrival Time จากข้อมูลในอดีต (ต่อ)

| SKU ID | CDF of Inter-arrival Time | Inter-arrival Time |
|---|---|---|
| 112 | 0.88,0.98,1.00 | 8,16,24 |
| 113 | 0.84,0.98,1.00 | 8,16,24 |
| 122 | 0.83,0.97,1.00 | 8,16,24 |
| 13 | 0.94,1.00 | 8,16 |
| 44 | 0.93,1.00 | 8,16 |

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวบริรักษ์ ยงประเสริฐ เกิดวันที่ 6 สิงหาคม 2525 ที่จังหวัดลำพูน จบการศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตในสาขาวิชาเคมีอุตสาหกรรม ภาควิชาเคมีอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีการศึกษา 2548 จากนั้นได้ปฏิบัติงานในอุตสาหกรรมผลิตรถยนต์เป็นเวลา 8 ปี ในตำแหน่ง พนักงานฝ่ายควบคุมและวางแผนการผลิต ได้เข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2553