การออกแบบพื้นที่หยิบความเร็วสูงสำหรับผลิตภัณฑ์แสงสว่าง

นายจินตชาติ ชาติพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Designing of a Fast Picking Area for Lighting Products

Mr. Jintachart Chartpanich

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบพื้นที่หยิบความเร็วสูงสำหรับผลิตภัณฑ์แสงสว่าง
โดย	นายจินตชาติ ชาติพาณิชย์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริศรา เจียมสงวนวงศ์)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จินตชาติ ชาติพาณิชย์ : การออกแบบพื้นที่หยิบความเร็วสูงสำหรับผลิตภัณฑ์แสงสว่าง. (Designing of a Fast Picking Area for Lighting Products) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย

ศูนย์กระจายสินค้าเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญในการควบคุมการไหลของสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ในระดับค่าใช้จ่ายกับค่าแรงงานที่เหมาะสม ศูนย์กระจายสินค้าจึงต้องทำความเข้าใจและใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์รูปแบบความต้องการลูกค้าจากข้อมูลในอดีตดังเช่นศูนย์กระจายสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างของบริษัทกรณีศึกษาที่ทำหน้าที่จัดเก็บและกระจายสินค้าที่มีขนาดน้ำหนักและรูปทรงที่แตกต่างกันอีกทั้งยังแตกหักง่ายจึงต้องอาศัยความระมัดระวังในการขนย้าย จากสภาพและธรรมชาติของสินค้าที่กล่าวมาข้างต้นส่งผลให้กิจกรรมการหยิบเป็นกิจกรรมที่อาศัยชั่วโมงแรงงาน-คนมากที่สุดโดยสูญเสียไปกับการเดินทางและการค้นหาสินค้า นอกจากการวิเคราะห์ข้อมูลของศูนย์กระจายสินค้าที่ศึกษาเบื้องต้นพบว่ารูปแบบคำสั่งซื้อส่วนใหญ่ของลูกค้ามีลักษณะที่มีจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้อและปริมาณสินค้าอยู่ในระดับที่ต่ำในขณะที่อาศัยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มและจัดเก็บในหน่วยของพาเลทความไม่สอดคล้องกันของรูปแบบความต้องการและวิธีการจัดเก็บส่งผลให้เวลาเฉลี่ยในการหยิบต่อคำสั่งซื้ออยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ผู้บริหารกำหนดไว้ที่ 10 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้ Fast Picking Area (FPA) เพื่อลดเวลาในการเดินทางลงสำหรับการออกแบบการทดลองจะพิจารณาปัจจัยด้านขนาดพื้นที่ของ FPA, การจัดอันดับสินค้า, การปันส่วนพื้นที่สินค้า และ การจัดวางสินค้าโดยอาศัยการนำข้อมูลในอดีตไปทดสอบแบบจำลองสถานการณ์แบบ Monte Carlo เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลการออกแบบซึ่งผลการออกแบบที่ดีที่สุดสามารถลดเวลาการทำงานเฉลี่ยรวมต่อปีลงได้ 2768 ชั่วโมงเทียบเท่ากับการลดแรงงานคนลง 1.33 FTE ส่งผลให้เวลาเฉลี่ยในการหยิบต่อคำสั่งซื้ออยู่ที่ 7.9 นาทีต่อคำสั่งซื้อซึ่งเร็วกว่าเวลาที่ทำได้ในปัจจุบันที่ 10 นาทีต่อคำสั่งซื้อ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

6070140321 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEYWORD: Warehouse Management, Fast Picking Area, Simulation, Picking Activity, Fluid Model

Jintachart Chartpanich : Designing of a Fast Picking Area for Lighting Products. Advisor: Asst. Prof. Oran Kittithreerapronchai, Ph.D.

A distribution center has proofed to be a strategic infrastructure in a supply chain that regulates product flow and to ensures quick response time at affordable operating costs, similar to a case study lighting product distribution center. Lighting products are varied in sizes, weights, and shapes. Some products are fragile and require delicate handling. These contribute to huge loss in picking activity due to traveling and searching. From the historical shipping data, a preliminary analysis reveals that few items per order concentrated on low numbers of brands are often picked while the distribution center is using a random storage policy and stored in pallet load. This contradiction of demand pattern and storage policy leads to an inefficient picking activity with an average of 10 minutes per order which is slower than the management standard requirement. As a result, this thesis proposes a dedicated zone for these popular items called fast picking area (FPA) to reduce traveling time. By experimenting within configurations, mainly the size of FPA, ranking index, space allocation policy, and slotting policy. The historical data are embedded into the Monte Carlo Simulation model to compare and analyze the configuration. The best combination can reduce 2768 hours of operating time per year which is equal to reducing 1.33 FTE. Resulting in picking time of 7.9 minutes per order which is faster than the current performance at 10 minutes per order.

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

Academic Year: 2019 Advisor's Signature .....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีข้าพเจ้าขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่คอยให้คำปรึกษาและชี้นำแนวทางเมื่อข้าพเจ้าพบเจอกับอุปสรรคในระหว่างการทำวิจัยซึ่งนอกจากจะให้คำปรึกษาเกี่ยวกับวิทยานิพนธ์แล้วอาจารย์โอฬารยังได้ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ชีวิตนอกรั้วมหาวิทยาลัยรวมไปถึงคอยรับฟังและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับปัญหาชีวิตข้าพเจ้าตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมาของการทำวิจัยอยู่เสมอส่งผลให้การดำเนินงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ด้วยดี ลำดับต่อไป ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วิภาวี ธรรมาภรณ์พิลาศ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อริศรา เจียมสงวนวงศ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันทชัย กานตานันทะ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก ที่ให้เกียรติมาเป็นประธานและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมไปถึงให้คำแนะนำ ตรวจสอบ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้และให้ความช่วยเหลือ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำงานวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาที่มอบโอกาสให้ข้าพเจ้าได้เข้าไปศึกษาเรียนรู้การปฏิบัติงานจริง และ เอื้อเฟื้อข้อมูลสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณนาย ธนัช จตุภัทรฉัตร ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม R

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่ นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา ห้อง Chase ทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ และกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณคุณแม่ และ น้องสาวที่คอยให้กำลังใจ และ ให้การสนับสนุนในทุกๆ ครั้งที่ข้าพเจ้ารู้สึกท้อจากการทำวิทยานิพนธ์และเกิดความสงสัยในการตัดสินใจเรียนต่อระดับมหาบัณฑิตจนทำให้สุดท้ายข้าพเจ้าสามารถสำเร็จการศึกษาได้

จินตชาติ ชาติพาณิชย์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ฎ
สารบัญตาราง ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 3
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 6
1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 6
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 7
1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย 7
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10
2.1 คลังสินค้า 10
2.1.1 หน่วยจัดเก็บในคลังสินค้า 11
2.2 ประเภทของคลังสินค้า 14
2.2.1 แบ่งตามลักษณะของการจัดวางสินค้า 14
2.2.2 แบ่งตามลักษณะการหยิบสินค้า 15
2.2.3 แบ่งตามลักษณะของหน่วยจัดเก็บ-จัดจ่ายสินค้า 17
2.3 กิจกรรมภายในคลังสินค้า 18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.1 การรับสินค้า (Receiving) 19
2.3.2 การจัดเก็บสินค้า (Put-Away) 19
2.3.3 การหยิบ (Picking) 20
2.3.4 การจัดเรียงและส่งสินค้า (Sorting and Shipping) 20
2.4 นโยบายของกิจกรรมการหยิบ (Picking Policy) 21
2.4.1 การหยิบรายคำสั่งซื้อ (Single Order Picking) 21
2.4.2 การหยิบรายกลุ่ม (Batch Picking) 21
2.4.3 การหยิบรายโซน (Zone Picking) 22
2.5 พื้นที่หยิบจ่ายความเร็วสูง (FPA) 22
2.5.1 กำหนดพื้นที่สำหรับ FPA (Defining Total FPA Volume) 25
2.5.2 จัดอันดับความสำคัญของ SKU (SKU Ranking) 26
2.5.3 เลือก SKU ที่ควรจะเข้าไปอยู่ใน FPA (Defining Suitable SKU in FPA) 27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ FPA 33
2.7 ข้อจำกัดของ COI สำหรับการหยิบแบบ Single order picking 35
2.8 แบบจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้า 35
2.8.1 ประเภทของแบบจำลอง 36
2.8.2 ส่วนประกอบของแบบจำลอง Discrete Event 37
2.9 แบบจำลองพัสดุคงคลังชนิด Probabilistic 39
2.9.1 แบบจำลองระดับการให้บริการ (Service Levels) 40
2.10 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์ 42
บทที่ 3 บริษัทกรณีศึกษาและการรวบรวมข้อมูล 45
3.1 บริษัทกรณีศึกษา 45
3.2 ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทเครื่องไฟฟ้าแสงสว่าง 46
3.3 กระบวนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้า 52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.1 กระบวนการทำงานขาเข้า 52
3.3.2 กระบวนการทำงานขาออก 54
3.4 เอกสารที่ใช้ภายในบริษัทกรณีศึกษา 55
3.4.1 การวิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าจากต่างประเทศ (IMP) 58
3.4.2 การวิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าในประเทศ (ST) 61
3.4.3 การวิเคราะห์เอกสารใบขายสินค้า (IN) 64
3.5 การวิเคราะห์รูปแบบคำสั่งซื้อ 67
3.6 การวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า 71
3.7 ปัญหาที่พบในศูนย์กระจายสินค้าและแนวทางแก้ไข 73
บทที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 75
4.1 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล 76
4.1.1 ข้อมูลสำหรับการออกแบบ FPA 76
4.1.2 ข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง 84
4.2 การออกแบบ FPA 85
4.2.1 การกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะเป็น FPA 86
4.2.2 การจัดอันดับความสำคัญ SKU ใน FPA 88
4.2.3 การปันส่วนปริมาตรของ SKU ใน FPA 90
4.2.4 การจัดวางตำแหน่ง SKU ภายใน FPA 94
4.2.5 การออกแบบ FPA รูปแบบอื่น 95
4.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ 98
4.3.1 แนวคิดของแบบจำลอง 98
4.3.2 ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง 99
4.3.2.1 การจำลองความต้องการของลูกค้า 100
4.3.2.2 ตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้า 105

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.3.2.3 กระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบ 108
4.3.2.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลอง 111
4.4 การกำหนดค่าที่บันทึกจากแบบจำลองสถานการณ์ 116
4.4.1 จำนวนครั้งของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในศูนย์ 116
4.4.2 เวลาที่ใช้ในกิจกรรมที่เกิดขึ้นในศูนย์กระจายสินค้า 117
4.4.2.1 การคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมสำหรับสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA 117
4.4.2.2 การคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมสำหรับสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA 120
4.4.3 จำนวนสินค้าค้างส่งที่เกิดขึ้นในศูนย์กระจายสินค้า 122
4.4.4 ค่า Total Net-benefits และ เวลาในการทำงานทั้งหมด 123
4.5 การตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์ 124
4.5.1 การตรวจสอบการจำลองความต้องการของลูกค้า 124
4.5.2 การตรวจสอบผลการจำลองในส่วนของเวลาที่ใช้เฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ 128
4.6 การวิเคราะห์ผลแบบจำลอง 129
4.6.1 การหยิบสินค้าใน FPA 130
4.6.2 การเติมสินค้าใน FPA 135
4.6.3 การหยิบสินค้านอก FPA 140
4.6.4 เวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้า 147
4.6.5 ค่า Total Net-benefits 150
4.6.7 การทดสอบ Tukey ของผลการออกแบบ FPA 153
4.7 สรุปผลการออกแบบ FPA 157
4.8 การทดสอบความไวของแบบจำลอง (Sensitivity Analysis) 163
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 166
5.1 สรุปผลการวิจัย 166
5.2 ข้อเสนอแนะ 168

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม.....170

ประวัติผู้เขียน.....173

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 สัดส่วนของจำนวนคำสั่งซื้อในช่วงระยะเวลา 1 ปีจำแนกตามประเภทลูกค้า 3

รูปที่ 1.2 สัดส่วนของรายได้ในช่วงระยะเวลา 1 ปีจำแนกตามประเภทลูกค้า 4

รูปที่ 1.3 การกระจายตัวของจำนวนรายการ และ แบรนด์ต่อคำสั่งซื้อ 5

รูปที่ 2.1 หน่วยจัดเก็บที่พบในคลังสินค้า **[6]** 11

รูปที่ 2.2 ภาพรวมของกิจกรรมในคลังสินค้า **[6]** 18

รูปที่ 2.3 กระบวนการออกแบบ FPA 24

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสำคัญด้วยค่า Net Benefit **[6]** 28

รูปที่ 3.1 แผนผังของศูนย์กระจายสินค้า 48

รูปที่ 3.2 อาคาร 2 ของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา 48

รูปที่ 3.3 แผนผังองค์กรของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา 49

รูปที่ 3.4 พาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลทของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา 50

รูปที่ 3.5 พาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลทและรถฟอล์คลิฟท์ของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา 50

รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการทำงานขาเข้า 52

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการทำงานขาออก 54

รูปที่ 3.8 จำนวนเอกสาร IMP รายวันจำแนกตามเดือน 58

รูปที่ 3.9 จำนวนสินค้ารับเข้าจากเอกสาร IMP รายวันจำแนกตามเดือน 59

รูปที่ 3.10 การกระจายตัวของเวลานำในการออกเอกสาร IMP 60

รูปที่ 3.11 การกระจายตัวของเวลานำในการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศจำแนกตาม SKU 60

รูปที่ 3.12 จำนวนเอกสาร ST รายวันจำแนกตามเดือน 61

รูปที่ 3.13 จำนวนสินค้ารับเข้าจากเอกสาร ST รายวันจำแนกตามเดือน 62

รูปที่ 3.14 การกระจายตัวของเวลานำในการออกเอกสาร ST 63

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3.15 การกระจายตัวของเวลานำในการนำเข้าสินค้าจากในประเทศจำแนกตาม SKU..... 63

รูปที่ 3.16 จำนวนเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือน..... 64

รูปที่ 3.17 จำนวนสินค้าจ่ายออกจากเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือน..... 65

รูปที่ 3.18 จำนวนสินค้าจ่ายออกจากเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือนหลังกรอกคำสั่งซื้อแบบโครงการ..... 66

รูปที่ 3.19 การกระจายตัวของจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้อ..... 67

รูปที่ 3.20 การกระจายตัวของจำนวนแบรนด์ต่อคำสั่งซื้อ..... 68

รูปที่ 3.21 สัดส่วนการขายของแบรนด์สินค้า..... 68

รูปที่ 3.22 จำนวนคำสั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน..... 69

รูปที่ 3.23 จำนวน SKU ที่สั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน..... 70

รูปที่ 3.24 จำนวนปริมาณสินค้าที่ถูกสั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน..... 70

รูปที่ 3.25 สัดส่วนการแบ่งประเภทลูกค้าจากความถี่สะสมในการสั่งซื้อ..... 72

รูปที่ 3.26 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า..... 74

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 75

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างขั้นตอนการจับคู่ระหว่างชื่อสินค้าของซัพพลายเออร์กับ ศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา..... 77

รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการออกแบบ FPA ในงานวิจัย..... 85

รูปที่ 4.4 แผนผังศูนย์กระจายสินค้าแบ่งตามปัจจัยขนาดพื้นที่ FPA..... 87

รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการเลือกและปันส่วนปริมาตรสำหรับ SKU ใน FPA..... 90

รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบตำแหน่งสินค้าการจัดวางสินค้า..... 95

รูปที่ 4.7 รูปแบบต่างๆ ของการออกแบบ FPA จากขั้นตอนการออกแบบ 4 ขั้นตอน..... 96

รูปที่ 4.8 การกระจายตัวของปริมาณสินค้าที่ถูกหยิบต่อวันของ SKU ที่ขายดีที่สุด 5 อันดับ..... 100

รูปที่ 4.9 การกระจายตัวของเวลานำในการสั่งซื้อสินค้าของ SKU ที่ขายดีที่สุด 5 อันดับ..... 101

รูปที่ 4.10 วิธีการจำลองความต้องการของลูกค้าในแบบจำลองสถานการณ์..... 102

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA 103

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของตำแหน่งจัดเก็บนอก FPA จากปัจจัยระยะทาง 107

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของตำแหน่งจัดเก็บนอก FPA จากปัจจัยเวลาในการหยิบ 107

รูปที่ 4.14 กระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบในแบบจำลองสถานการณ์ 109

รูปที่ 4.15 ค่า p-value จากการทดสอบ t-test ของเวลานำคำสั่งซื้อ และ จำนวนสินค้าต่อคำสั่งซื้อ 125

รูปที่ 4.16 การตรวจสอบข้อมูลการกระจายตัวของการจำลองความต้องการลูกค้าของสินค้าขายดี 3 อันดับแรก 127

รูปที่ 4.17 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA 132

รูปที่ 4.18 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA 134

รูปที่ 4.19 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA 137

รูปที่ 4.20 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA 139

รูปที่ 4.21 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA 142

รูปที่ 4.22 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10 .. 144

รูปที่ 4.23 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10 .. 146

รูปที่ 4.24 การจัดกลุ่มรูปแบบของการออกแบบ FPA 156

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ 42

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างภาพประกอบและขนาดของสินค้า 46

ตารางที่ 3.2 การรับสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า 51

ตารางที่ 3.3 ความหมายและจำนวนเอกสารที่ออกในระยะเวลา 1 ปี 55

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเอกสารในระบบฐานข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา 57

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแยกตามประเภทลูกค้า 72

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลชื่อสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่ผ่านกระบวนการขุดข้อความ 81

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลชื่อและขนาดของสินค้าของบริษัทซัพพลายเออร์ที่ผ่านกระบวนการขุดข้อความ 82

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลชื่อและขนาดของสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาหลังการจับคู่ 83

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างของตำแหน่งจัดเก็บในศูนย์กระจายสินค้าที่แปลงมาจากไฟล์ AutoCAD 84

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าด้วยค่าเลขดัชนี 89

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงตำแหน่งจัดเก็บ 92

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการปันส่วนปริมาตรจัดเก็บใน FPA ด้วยนโยบายจากแบบจำลองของไหล 93

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การออกแบบ FPA ทั้งหมดจากขั้นตอนการออกแบบ 4 ขั้นตอน 97

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของการจำลองความต้องการลูกค้า 104

ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการค่าของจุด Centroid ของ SKU ที่มีการจัดเก็บใน FPA 106

ตารางที่ 4.11 ค่าของพารามิเตอร์สินค้าในแบบจำลองสถานการณ์ 113

ตารางที่ 4.12 ค่าเวลามาตรฐานของกิจกรรมในแบบจำลองสถานการณ์ 114

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการคำนวณเวลาที่ใช้จำลองกิจกรรมใน FPA ของศูนย์กระจายสินค้า 117

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบ t-test ของการจำลองความต้องการลูกค้าของสินค้าขายดี 3 อันดับแรก 126

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.15 การทดสอบ t-test ของเวลาเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ 129

ตารางที่ 4.16 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA 131

ตารางที่ 4.17 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA..... 133

ตารางที่ 4.18 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA..... 136

ตารางที่ 4.19 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA 138

ตารางที่ 4.20 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA..... 141

ตารางที่ 4.21 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10 143

ตารางที่ 4.22 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10 145

ตารางที่ 4.23 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้า... 148

ตารางที่ 4.24 การทดสอบ Tukey’s test ของเวลาเฉลี่ยในการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้า 149

ตารางที่ 4.25 การทดสอบ Full Factorial Design ของค่า Total Net-benefits ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10..... 151

ตารางที่ 4.26 การทดสอบ Tukey’s test ของค่าเฉลี่ยของค่า Total Net-benefits..... 152

ตารางที่ 4.27 การทดสอบ Tukey’s test ในแต่ละรูปแบบของการออกแบบ FPA 154

ตารางที่ 4.28 ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้า 158

ตารางที่ 4.29 การทดสอบ Tukey’s test ของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการทำงานระหว่าง A2 และ A3 162

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบความไวของแบบจำลองสถานการณ์..... 164

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ธุรกิจหลอดไฟแสงสว่างแอลอีดี (LED Lighting) ของประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงของการเปลี่ยนแปลงในทิศทางที่โตขึ้น [1] โดยในปี 2560 มีมูลค่า 3.73 พันล้านบาทและคาดว่าจะมีการเติบโตเฉลี่ย 38% เทียบเท่ากับ 5 พันล้านบาทภายในปี 2563 ซึ่งในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาตลาดผลิตภัณฑ์หลอดไฟที่ไม่ใช่แอลอีดีมีการหดตัวลงอย่างต่อเนื่องในขณะที่ผลิตภัณฑ์หลอดไฟแอลอีดีกลับเติบโตขึ้นอย่างไรก็ตามสัดส่วนมูลค่าตลาดของผลิตภัณฑ์หลอดไฟแอลอีดีในประเทศไทยยังอยู่ที่ 18% ดังนั้นโอกาสในการขยายตัวของตลาดผลิตภัณฑ์หลอดไฟแอลอีดียังอยู่ในระดับที่สูง

ในส่วนของห่วงโซ่อุปทาน (Supply Chain) ของธุรกิจหลอดไฟแสงสว่างสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้ ส่วนที่หนึ่งส่วนต้นน้ำทำหน้าที่ผลิตชิปและชิ้นส่วนสำหรับประกอบหลอดไฟ ส่วนที่สองส่วนกลางน้ำทำหน้าที่ผลิตหลอดไฟและโคมไฟโดยรับวัตถุดิบมาจากส่วนต้นน้ำหรือนำเข้าวัตถุดิบมาจากต่างประเทศ และส่วนสุดท้ายคือส่วนปลายน้ำทำหน้าที่ออกแบบการแสดงแสงและการติดตั้งบริการ อย่างไรก็ตามในปัจจุบันผู้ประกอบการในประเทศไทยยังคงต้องอาศัยการนำเข้าจากประเทศจีนอยู่เนื่องจากต้นทุนที่ถูกกว่าซึ่งคิดเป็น 44% ของมูลค่าการนำเข้าทั้งหมด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้สภาพความไม่แน่นอนของความต้องการลูกค้าและเวลาการนำเข้าสินค้าส่งผลให้การมีศูนย์กระจายสินค้าซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งคลังสำหรับจัดเก็บสินค้าและกระจายสินค้าไปยังลูกค้าเป็นสิ่งที่ผู้ประกอบการควรให้ความสนใจเนื่องจากเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่สำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวของสินค้าเพราะนอกจากจะสร้างอำนาจในการต่อรองราคาจากการประหยัดเชิงขนาดแล้วยังสามารถช่วยรับมือกับความต้องการที่ผันผวนในห่วงโซ่อุปทานสังเกตได้จากกลุ่มสินค้าอุปโภคบริโภคและธุรกิจการค้าโมเดิร์นเทรด (Modern Trade) ดังนั้นเพื่อสร้างความรวดเร็วในการ

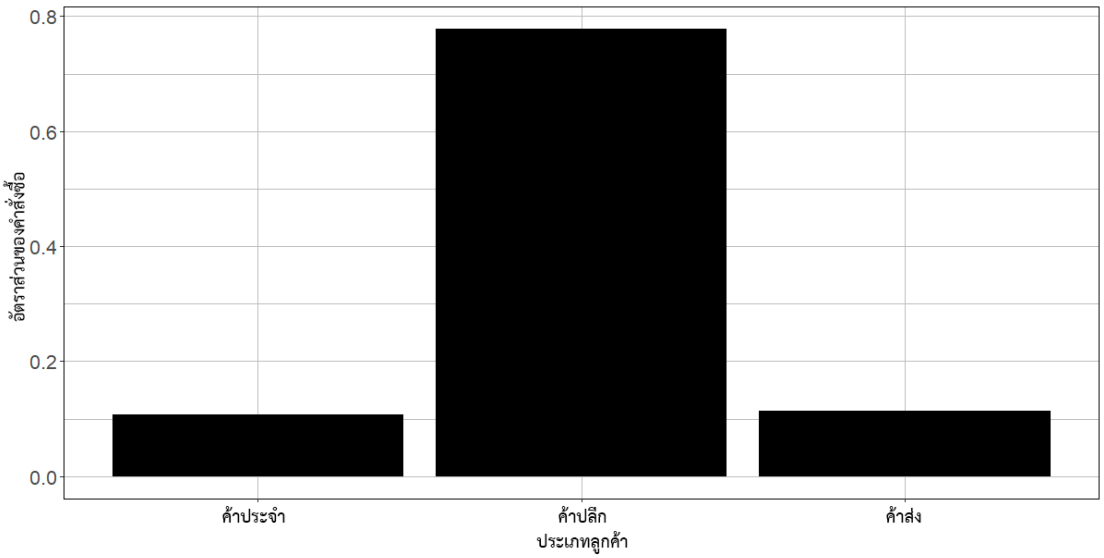
ตอบสนองและควบคุมต้นทุนการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพผู้จัดการคลังสินค้าจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเข้าใจและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลรูปแบบพฤติกรรมความต้องการของลูกค้าที่บันทึกในระบบจัดการคลังสินค้า (Warehouse Management System: WMS) **[2]** เพื่อใช้ประโยชน์ในการประกอบการตัดสินใจด้านทรัพยากรเพื่อบริหารเวลาและแรงงานของกิจกรรมต่างๆในคลังสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กิจกรรมหลักในคลังสินค้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กิจกรรมดังต่อไปนี้คือ การรับสินค้า, การจัดเก็บสินค้า, การหยิบสินค้า และการส่งสินค้า จากงานวิจัยของ Edward Frazelle **[3]** พบว่ากิจกรรมการหยิบสินค้าเป็นกิจกรรมที่มีชั่วโมงแรงงาน-คนมากที่สุด คิดเป็น 55% ของเวลาทั้งหมดในคลังสินค้าโดยสูญเสียไปกับการเดินทางและการค้นหาสินค้าซึ่งเป็นขั้นตอนการทำงานที่ไม่สร้างมูลค่า (Non-Value Added Activity) ในกิจกรรมการหยิบดังนั้นในส่วนของการพัฒนาคลังสินค้าส่วนใหญ่จึงมักเริ่มต้นด้วยการหาวิธีลดเวลาในกิจกรรมการหยิบก่อนแล้วจึงพิจารณาการพัฒนากิจกรรมส่วนอื่นต่อไป **[4]** ดังเช่นในตัวอย่างศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาซึ่งจัดเก็บและกระจายสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างไปทุกภูมิภาคของประเทศไทยโดยตัวอย่างของสินค้าภายใต้การดูแลได้แก่ หลอดไฟ สวิทช์ไฟ โคมไฟ และ สายไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับรายละเอียดของบริษัทกรณีศึกษาจะกล่าวโดยละเอียดในบทที่ 3

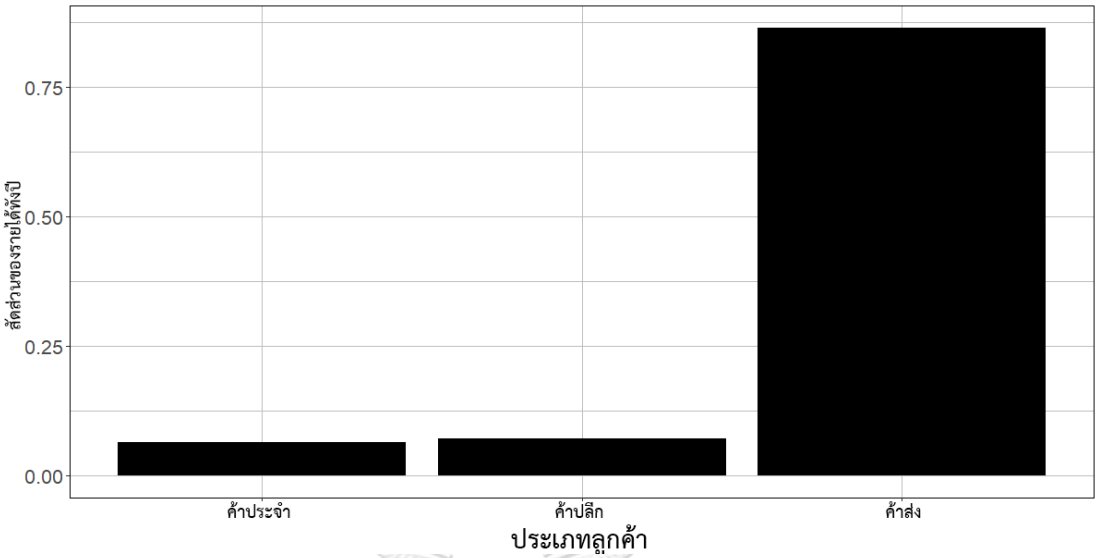
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษามีอาคารแยกเป็น 2 อาคารโดยอาคาร 1 เป็นสถานที่จัดแสดงสินค้าให้ลูกค้าเยี่ยมชมและทดลองใช้สินค้าในขณะที่อาคาร 2 เป็นคลังจัดเก็บสินค้าโดยมีสินค้าภายใต้การดูแลกว่า 2600 รายการ อาทิเช่น หลอดไฟ, โคมไฟ และ ท่อรางไฟ เป็นต้น ซึ่งจากการวิเคราะห์เบื้องต้นสามารถจำแนกประเภทของลูกค้าออกได้เป็น 3 กลุ่มตามความถี่ในการสั่งซื้อโดยสามารถสรุปสัดส่วนของจำนวนคำสั่งซื้อ และ รายได้ที่เกิดขึ้นจากลูกค้าประเภทต่างๆ ได้ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และ รูปที่ 1.2 ตามลำดับ



รูปที่ 1.1 สัดส่วนของจำนวนคำสั่งซื้อในช่วงระยะเวลา 1 ปีจำแนกตามประเภทลูกค้า

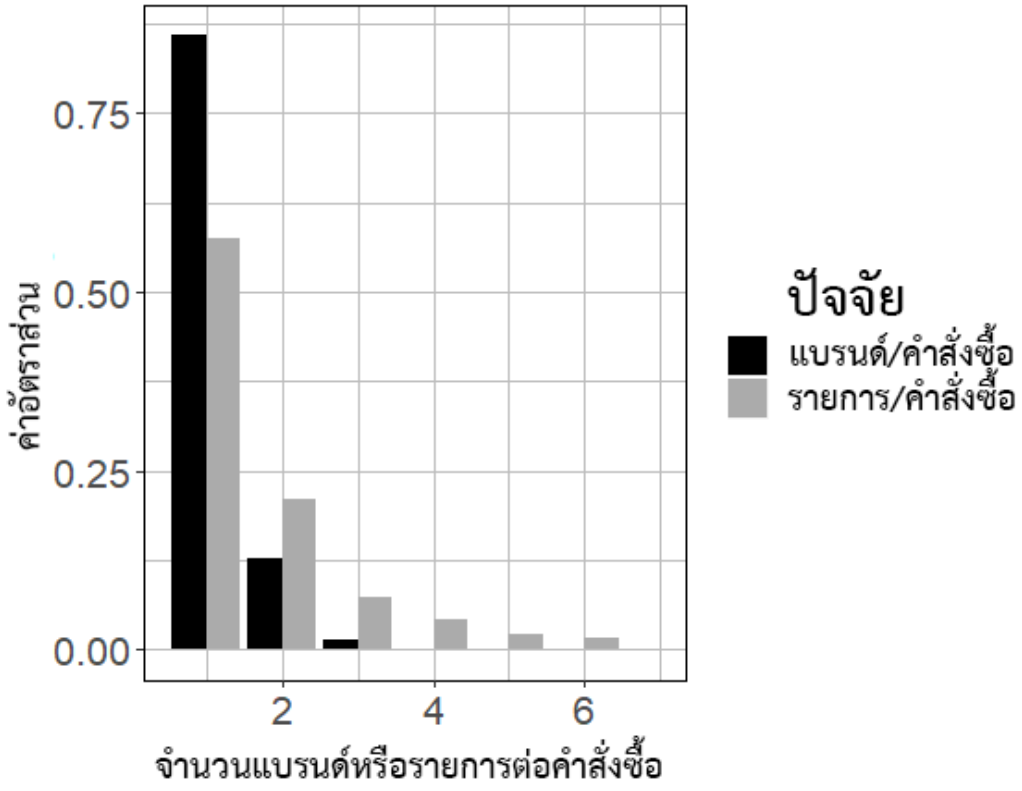


รูปที่ 1.2 สัดส่วนของรายได้ในช่วงระยะเวลา 1 ปีจำแนกตามประเภทลูกค้า

จากรูปที่ 1.1 และ รูปที่ 1.2 พบว่ามากกว่า 80% ของรายได้ที่เกิดขึ้นมาจากลูกค้ากลุ่มค้าส่ง ในขณะที่จำนวนคำสั่งซื้อที่เกิดขึ้นเกือบ 80% มาจากลูกค้าประเภทค้าโดยในส่วนของรายละเอียดการจำแนกประเภทลูกค้าจะกล่าวถัดไปในบทที่ 3

ถัดมาในส่วนของการพิจารณาคำสั่งซื้อพบว่าคำสั่งซื้อส่วนใหญ่มีจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้ออยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 3 รายการสินค้าต่อคำสั่งซื้ออีกทั้งยังมีจำนวนแบรนด์ต่อคำสั่งซื้อมากกว่า 90% ที่สั่งซื้อเพียง 1 แบรนด์ต่อคำสั่งซื้อดังแสดงในรูปที่ 1.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 1.3 การกระจายตัวของจำนวนรายการ และ แบรนด์ต่อคำสั่งซื้อ

แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของอุปกรณ์ และ วิธีการจัดเก็บพบว่าศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาได้อาศัยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มโดยจัดเก็บในหน่วยของพาเลทบนแร็คที่มีความลึก 1 พาเลทซึ่งจากวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่าจากลักษณะการสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าที่มีจำนวนรายการสินค้าต่อคำสั่งซื้อและปริมาณการสั่งซื้อในระดับที่ต่ำเป็นส่วนใหญ่ประกอบกับวิธีการจัดเก็บสินค้าที่ไม่สอดคล้องกับรูปแบบคำสั่งซื้อนำไปสู่ความล่าช้าในการตอบสนองต่อคำสั่งซื้อของลูกค้าจากเวลาที่เสียไปในกิจกรรมการหยิบ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกที่จะนำเสนอการประยุกต์ใช้ FPA เพื่อลดเวลาในกิจกรรมการหยิบเนื่องจากวิธีดังกล่าวจะจัดเก็บสินค้าในหน่วยของกล่อง หรือ ชิ้นเพื่อให้พนักงานหยิบสามารถเดินทางเข้าไปหยิบได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้าอีกทั้งยังจัดเก็บสินค้าที่มีความนิยม

สูงในบริเวณที่เข้าถึงสะดวกส่งผลให้สามารถลดเวลาเฉลี่ยในการหยิบโดยรวมลงได้ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาที่พบในปัจจุบันของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาโดยอาศัยแบบจำลองสถานการณ์ในการประเมินและเปรียบเทียบผลการออกแบบ FPA ในส่วนของรายละเอียดการวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขจะกล่าวถึงถัดไปในบทที่ 3

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบพื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อลดเวลาในการหยิบสินค้าโดยอาศัยการประยุกต์ใช้ FPA

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

- ศึกษาข้อมูลของกลุ่มสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างของบริษัทกรณีศึกษาโดยไม่พิจารณาสินค้าประเภทท่อร้อยสายไฟเนื่องจากท่อร้อยสายไฟจะถูกจัดเก็บไว้นอกอาคาร
- ครอบคลุมกิจกรรมหลังจากได้รับความต้องการของลูกค้า การหยิบสินค้าและการเติมสินค้าจากพื้นที่จัดเก็บสำรอง
- ไม่ครอบคลุมการสั่งสินค้าจากโรงงานของผู้ผลิต
- ไม่ครอบคลุมในส่วนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโยธา
- ไม่ครอบคลุมในส่วนของการออกแบบเชิงเทคโนโลยีสารสนเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- แผนผังแสดงตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าที่อยู่ใน FPA และความคุ้มค่าในการประยุกต์ใช้ FPA
- ผลการเปรียบเทียบระหว่างการออกแบบการจัดวางหลายรูปแบบของแบบจำลอง
- ลดเวลาที่ใช้ในการเดินทางสำหรับกิจกรรมการหยิบโดยรวมลงได้

1.5 ประโยชน์ของงานวิจัย

เป็นงานวิจัยที่เปรียบเทียบการออกแบบ FPA จากหลายปัจจัยในการออกแบบโดยอาศัยแบบจำลองสถานการณ์ในการวัดประเมินผลและเปรียบเทียบผลการจำลองการทำงานของทั้งศูนย์กระจายสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

1.6 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาเกี่ยวกับวิธีและขั้นตอนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าและทรัพยากรที่บริษัทมี
    - จำนวนพนักงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในคลังสินค้า (Material Handling Equipment)
    - ลำดับขั้นตอนการทำงานและการเคลื่อนที่ของเอกสารภายในศูนย์กระจายสินค้า

2. ศึกษาเกี่ยวกับระบบเทคโนโลยีสารสนเทศของบริษัทรวมถึงวิธีการดึงข้อมูลออกจากระบบฐานข้อมูลในรูปแบบที่สามารถนำไปวิเคราะห์ได้

    - เข้าอบรมการใช้โปรแกรม Business Plus ใน Module เกี่ยวกับการจัดการคลังสินค้า

    - เรียนรู้วิธีดึงข้อมูลการซื้อขายในออกจากโปรแกรม Business Plus ซึ่งเป็นระบบ Enterprise Resource Planning (ERP) ของบริษัท

3. ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสินค้าของบริษัทรวมถึงวิธีการจำแนกและการกำหนดรหัสสินค้า

4. ศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

    - ศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมพื้นฐานในศูนย์กระจายสินค้าพร้อมหาปัญหาส่วนใหญ่ที่มักพบในศูนย์กระจายสินค้า

    - ศึกษาเกี่ยวกับนโยบายและวิธีการจัดเก็บสินค้า

    - ศึกษาเกี่ยวกับข้อจำกัดและสมมุติฐานของ FPA และวิธีการจัดลำดับ SKU ทั้งจากแบบจำลองของไหล (Fluid Model) และจาก Cubic per Order Index (COI)

    - ศึกษาการสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินการออกแบบ FPA

5. เขียนโครงร่างนำเสนอวิทยานิพนธ์

6. นำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อออกแบบ FPA โดยมีการกำหนดบริเวณของ FPA ออกเป็น 3 ส่วน โดยแยกตาม Brand ดังนี้คือ BEC Blite และอื่นๆ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7. วิเคราะห์การออกแบบศูนย์กระจายสินค้าทั้งหมดด้วยแบบจำลองสถานการณ์เพื่อวัดและประเมินผลพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องระหว่างแบบจำลองกับสถานการณ์จริง

8. เปรียบเทียบผลของแบบจำลองชนิดต่างๆเพื่อหาผลที่ดีที่สุดเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

9. เสนอผลงานวิจัยร่วมกับบริษัทกรณีศึกษา

10. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

11. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงคลังสินค้าโดยเน้นไปในส่วนของรูปแบบต่างๆของกิจกรรมการหยิบ รวมไปถึงอุปกรณ์การจัดเก็บและขนถ่ายสินค้า จากนั้นจะกล่าวถึงการออกแบบ FPA และวิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

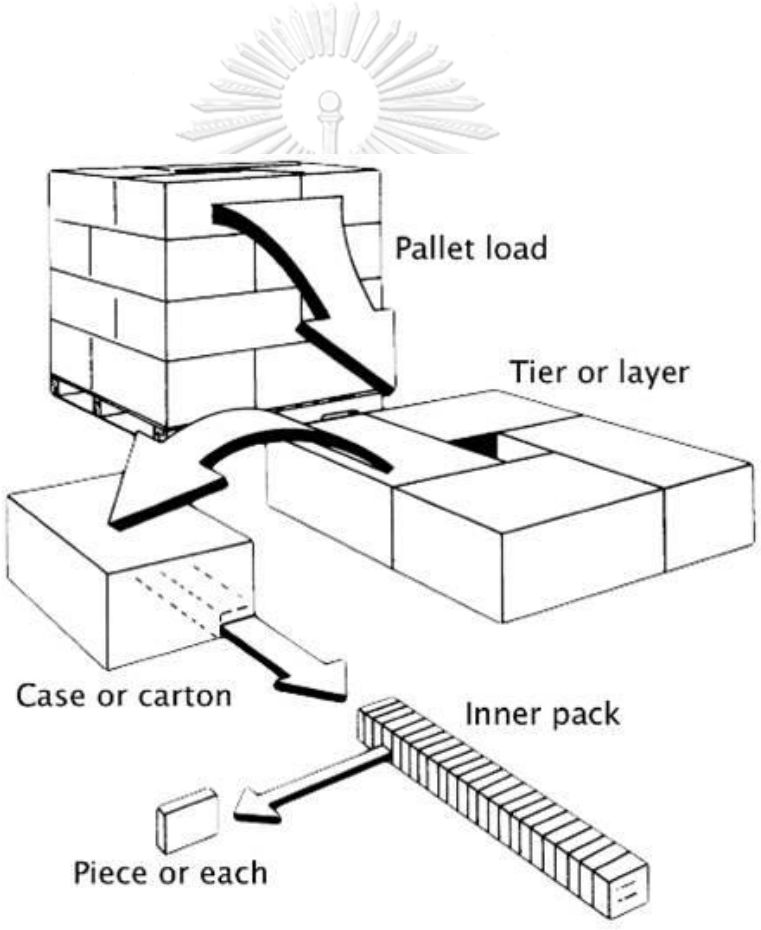
2.1 คลังสินค้า

คลังสินค้า (Warehouse) หรือศูนย์กระจายสินค้า (Distribution Center) คือสถานที่ที่สร้างขึ้นโดยมีเป้าหมายเพื่อการจัดเก็บและบำรุงรักษาวัตถุดิบ (Raw Material) สินค้าในกระบวนการผลิต (Work In Process) สินค้าสำเร็จรูป (Finish Goods) หรือชิ้นส่วนอะไหล่ (Spare Parts) ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานสำหรับการส่งสินค้าเข้าสู่กระบวนการผลิตหรือกระจายส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป นอกจากนี้ศูนย์กระจายสินค้ายังสามารถสร้างความได้เปรียบทางการค้าให้กับบริษัทอันเนื่องมากจากความได้เปรียบเชิงขนาด (Economies of Scales) จากปริมาณวัตถุดิบที่สั่งซื้อจากผู้จัดจำหน่าย (Supplier), ความสามารถในการรับมือกับความต้องการ (Demand) ที่ไม่แน่นอนของลูกค้าและความสามารถในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากการติดฉลากหรือเปลี่ยนบรรจุภัณฑ์ (Re-Packaging) เป็นต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.1.1 หน่วยจัดเก็บในคลังสินค้า

หน่วยจัดเก็บในคลังสินค้าเป็นสิ่งที่สำคัญเนื่องจากจะเป็นตัวกำหนดกระบวนการทำงานและการเลือกใช้อุปกรณ์ขนถ่ายสำหรับการปฏิบัติงานของพนักงานโดยมีความสัมพันธ์โดยตรงกับหน่วยนับของหน่วยจัดเก็บ **[5]** เนื่องจากคลังสินค้าส่วนใหญ่จะได้รับสินค้าเข้ามาในหน่วยจัดเก็บที่มีขนาดใหญ่ในขณะที่สินค้าที่จ่ายออกเพื่อส่งมอบให้กับลูกค้ามีหน่วยจัดเก็บที่เล็กกว่าตอนที่รับเข้ามาทั้งนี้ในส่วนของรูปและลำดับของหน่วยจัดเก็บได้ถูกแสดงดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 หน่วยจัดเก็บที่พบในคลังสินค้า **[6]**

จากรูปที่ 2.1 รายละเอียดของหน่วยจัดเก็บจะถูกอธิบายตามลำดับจากหน่วยจัดเก็บขนาดใหญ่ไปยังหน่วยจัดเก็บขนาดเล็กดังต่อไปนี้

- **คอนเทนเนอร์ (Container)** คือหน่วยจัดเก็บที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาหน่วยจัดเก็บที่สามารถพบได้ทั่วไปในห่วงโซ่อุปทานซึ่งมักพบที่คลังสินค้าที่มีการนำเข้าสินค้ามาจากต่างประเทศโดยสินค้ามักจะถูกบรรจุไว้บนพาเลทไม้หรือพาเลทกระดาษแบบใช้ครั้งเดียวซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้ออกเป็นอีก 2 ประเภทตามขนาดของตู้คอนเทนเนอร์นั่นคือขนาด 40 ฟุต (Full-Size Container) และ 20 ฟุต (Half-Size Container) ตามลำดับ

- **พาเลท (Pallet)** เป็นหน่วยจัดเก็บที่พบบ่อยที่สุดในบรรดาหน่วยจัดเก็บทั้งหมดเนื่องจากผู้ผลิตสินค้าส่วนใหญ่มักจะส่งสินค้าให้กับคลังสินค้าในหน่วยดังกล่าว นอกจากนี้หน่วยพาเลทยังเป็นหน่วยที่มีความสำคัญในการคำนวณปริมาตรการจัดเก็บและเพื่อการออกแบบคลังสินค้าในฐานะที่เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้การขนถ่ายสินค้าสามารถดำเนินได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

- **ไทร์ (Tier)** เป็นหน่วยจัดเก็บที่ใช้ในการบอกจำนวนกล่องในการจัดเรียงต่อชั้นและความสูงของชั้นเพื่อกำหนดขนาดและจำนวนของสินค้าที่วางอยู่บนพาเลทไม่ให้มีชิ้นส่วนล้นออกมาจากพาเลท (Overhang) และเกิดความเสียหายกับตัวสินค้าได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- **กล่อง (**Carton) เป็นหน่วยจัดเก็บที่พบบ่อยในร้านค้าปลีกโดยขนาดของกล่องมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับชนิดและประเภทของสินค้าโดยทั่วไปจะมีน้ำหนักไม่เกิน 25 กิโลกรัมและขนาดไม่เกิน 60 เซนติเมตรเพราะหากขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากกว่านี้จะส่งผลให้เคลื่อนย้ายลำบากด้วยแรงงานพนักงาน 1 คน

- **กล่องชั้นใน (Inner Box)** เป็นหน่วยจัดเก็บที่พบในสินค้าบางชนิดและมักเป็นสินค้าปลีกที่มีการรวมชิ้นสินค้าไว้ในกล่องย่อยเดียวกัน เพื่อความสวยงามหรือเพื่อให้เหมาะสมกับปริมาณการจำหน่าย

- **ชิ้น (Piece)** เป็นหน่วยเล็กที่สุดและเป็นหน่วยที่ผู้บริโภคลำดับสุดท้ายจะนำไปใช้งานทั้งนี้คลังสินค้าที่ต้องจ่ายสินค้าในหน่วยชิ้นต้องการระบบการจัดการและการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ

จากขนาดของหน่วยจัดเก็บที่ได้กล่าวไปในข้างต้นซึ่งส่งผลต่อปริมาณงานของพนักงานโดยตรงเมื่อพิจารณาการจัดเก็บที่บริเวณ Reserve Storage Area ซึ่งเก็บแบบ Pallet Load ดังนั้นต้องอาศัย Pallet Jack ถ้าความสูงอยู่ในระดับพื้นแต่ถ้าอยู่สูงขึ้นไปก็ต้องใช้ Forklift Truck ซึ่งส่งผลให้ใช้เวลาไปกับกิจกรรมดังกล่าวนานกว่าเดิมเทียบกับกิจกรรมที่เกิดขึ้นใน Forward Storage Area ซึ่งมีหน่วยจัดเก็บที่เล็กกว่าอาจจะเป็นกล่องหรือเป็นชิ้นซึ่งทำให้พนักงานสามารถเดินเข้าไปหยิบได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ขนถ่ายทำให้ใช้เวลาในกิจกรรมต่างๆ น้อยกว่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2 ประเภทของคลังสินค้า

ประเภทของคลังสินค้าสามารถแบ่งได้โดยอาศัยเกณฑ์การแบ่งที่แตกต่างกันไปโดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะขอกล่าวถึงเพียง 3 เกณฑ์ [5]

2.2.1 แบ่งตามลักษณะของการจัดวางสินค้า

- นโยบายการจัดเก็บแบบตายตัว (Dedicated Storage Policy) มีการกำหนดตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าในคลังสินค้าแบบตายตัวโดยในแต่ละตำแหน่งจัดเก็บจะมีสินค้าเพียงแค่ 1 รายการสินค้า (SKU) เท่านั้นจะไม่มีสินค้า SKU อื่นเข้ามาปะปนส่งผลให้พนักงานมีความคุ้นเคยกับตำแหน่งจัดเก็บและสามารถค้นหาสินค้าได้โดยง่ายแต่นโยบายดังกล่าวเหมาะกับคลังสินค้าขนาดเล็กที่ยังไม่มีระบบสารสนเทศในการจัดเก็บข้อมูลซึ่งนโยบายดังกล่าวมีข้อเสียคือทำให้การใช้อรรถประโยชน์ของพื้นที่ (Space Utilization) อยู่ในระดับที่ต่ำ
- นโยบายการจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage Policy) ต้องอาศัยระบบสารสนเทศในการปฏิบัติงานเพราะสินค้าจะถูกกำหนดตำแหน่งจัดเก็บเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมตามที่ระบบสารสนเทศแนะนำซึ่งข้อดีของนโยบายดังกล่าวคือความสามารถในการยกระดับการใช้อรรถประโยชน์ของพื้นที่ได้อยู่ในระดับที่สูงเนื่องจากตำแหน่งเก็บหนึ่งตำแหน่งสามารถจัดเก็บสินค้าได้มากกว่า 1 SKU ในทางตรงกันข้ามเนื่องจากความจำเป็นที่จะต้องพึ่งพาระบบสารสนเทศทั้งหมดส่งผลให้หากเกิดปัญหาขึ้นกับตัวระบบสารสนเทศกระบวนการทำงานในคลังสินค้าอาจจะหยุดชะงักลงได้เนื่องจากพนักงานมาทราบตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าที่แน่นอน

2.2.2 แบ่งตามลักษณะการหยิบสินค้า

- ระบบพนักงานเคลื่อนไปหาสินค้า (Men-to-Goods) เป็นหนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมสูงสุด เนื่องจากอาศัยเงินลงทุนต่ำโดยพนักงานหยิบจะต้องเดินทางไปยังช่องเก็บสินค้าเพื่อนำสินค้ากลับมาจัดเรียงและตรวจสอบเพื่อเตรียมส่งมอบต่อไปโดยสามารถแบ่งออกได้เป็นอีกสองประเภทย่อยคือ

  - การหยิบระดับพื้น (Low-Level Picking) การหยิบระดับพื้นพนักงานต้องสามารถเดินทางเข้าไปหยิบสินค้าได้โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าช่วยเนื่องจากอยู่ในระดับเดียวกันซึ่งเหมาะกับสินค้าที่มีความถี่ในการจ่ายสูงและมีขนาดเหมาะสมเล็กพอที่พนักงานคนเดียวสามารถถือได้
  - การหยิบในระดับสูงเหนือพื้น (High-Level Picking) การหยิบระดับสูงเหนือพื้นพนักงานหยิบจำเป็นที่ต้องอาศัยอุปกรณ์ขนถ่ายช่วยเพื่อให้สามารถเข้าถึงตำแหน่งเก็บสินค้าเพื่อหยิบสินค้าออกมาทำให้ต้องใช้เวลาและทรัพยากรมากกว่าเพื่อให้ได้มาซึ่งสินค้าแต่มีข้อดีคือการจัดเก็บในแนวดิ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บของคลังสินค้าเหมาะกับสินค้าที่มีความถี่ในการจ่ายออกต่ำ

- ระบบสินค้าเคลื่อนไปหาพนักงาน (Goods-to-Men) เป็นวิธีที่ใช้ช่วยลดเวลาในการเดินทางของพนักงานหยิบในการเข้าถึงสินค้าโดยกำหนดให้พนักงานอยู่ประจำสถานีงานและอาศัยการเคลื่อนที่ของสายพานลำเลียงหรืออุปกรณ์ขนถ่ายอัตโนมัติที่จะลำเลียงสินค้ามาให้พนักงานหยิบที่สถานีงานแทนโดยจะแบ่งออกเป็นอีกสองประเภทย่อยดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ชั้นหมุน (Carousel) ซึ่งมีทั้งการลำเลียงชั้นหมุนในแนวราบและแนวดิ่งโดยชั้นหมุนแนวราบจะประกอบด้วยชุดเครื่องจักรที่มีกล่องหมุนอยู่ในชั้นวางเป็นชุดขับเคลื่อนติดตั้งในทิศทางการหมุนที่ตั้งฉากกับพื้นและคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของชั้นหมุนในขณะที่ชั้นหมุนแนวดิ่งคือชั้นหมุนแนวราบที่ถูกพลิกในทำงานในแนวดิ่งแทนเพื่ออาศัยประโยชน์จากการจัดเก็บในแนวดิ่งซึ่งในส่วนของการติดตั้งชั้นหมุนแนวดิ่งจะมีราคาแพงกว่าเนื่องจากการออกแบบโครงสร้างและอัตราการใช้พลังงานเนื่องจากต้องออกแรงต้านกับแรงโน้มถ่วง
- ระบบการจัดเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage Retrieval System) คือระบบการจัดเก็บที่สามารถเคลื่อนที่ในแนวราบและแนวดิ่งในเวลาเดียวกันภายในช่องทางจัดเก็บพิเศษเพื่อเคลื่อนย้ายสินค้าโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการทำงานซึ่งต้องอาศัยเวลาและความละเอียดในการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สูงอีกทั้งยังต้องการการบำรุงรักษาระบบมากทำให้ระบบจัดเบิกจ่ายสินค้าอัตโนมัติต้องอาศัยการลงทุนในปริมาณมาก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.2.3 แบ่งตามลักษณะของหน่วยจัดเก็บ-จัดจ่ายสินค้า

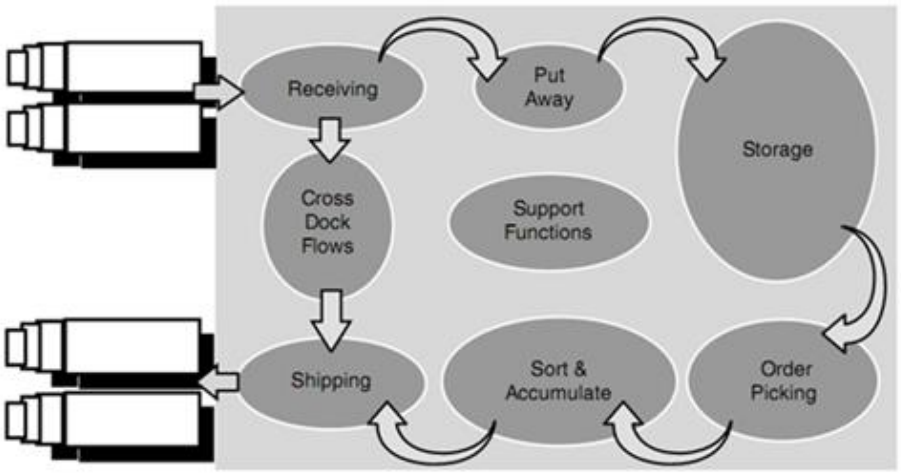
- พื้นที่จัดเก็บส่วนหน้า (Forward Storage Area) เป็นพื้นที่จัดเก็บหลักของสินค้าโดยจะมีหน่วยจัดเก็บเป็นกล่อง (Carton) หรือเป็นชิ้น (Piece) โดยอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่เหมาะสมในบริเวณดังกล่าวได้แก่ รถเข็น (Cart) และ รถลากพาเลท (Pallet Jack) ในกรณีที่อาศัยการจัดเก็บแบบ Men-to-Goods ในทางตรงกันข้ามหากเป็นการจัดเก็บแบบ Goods-to-Men อุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่มักจะพบเจอได้แก่ เครนขนาดเล็กหรือสายพานลำเลียง

- พื้นที่จัดเก็บสำรอง (Reserve Storage Area) พื้นที่จัดเก็บสำรองมีหน่วยจัดเก็บสินค้าแบบพาเลทโดยถูกออกแบบมาเพื่อเติมสินค้าให้กับพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้าโดยอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่มักพบได้แก่ รถฟอร์คลิฟท์ (Forklift Truck) หรือ รถยกรีชทรัค (Reach Truck) เนื่องจากต้องนำสินค้าที่จัดเก็บแบบเต็มพาเลทจากชั้นเก็บสำลองลงมาให้กับพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้าหรือส่งมอบสินค้าแบบเต็มพาเลทให้กับลูกค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.3 กิจกรรมภายในคลังสินค้า

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในคลังสินค้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กิจกรรมหลักดังต่อไปนี้ได้แก่ การรับสินค้า, การจัดเก็บสินค้า, การหยิบสินค้าและการส่งสินค้าตามลำดับโดยมีเป้าหมายเพื่อจัดเก็บสินค้าที่รับมาจาก Supplier ในหน่วยจัดเก็บขนาดใหญ่และจัดเรียงเพื่อจ่ายออกให้กับลูกค้าในหน่วยจัดเก็บที่เล็กลงมาให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยกิจกรรมต่างๆจะถูกอธิบายดังแสดงในรูปที่ 2.2



CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.2 ภาพรวมของกิจกรรมในคลังสินค้า **[6]**

2.3.1 การรับสินค้า (Receiving)

การรับสินค้าคือกระบวนการแรกที่เกิดขึ้นภายในคลังสินค้าและเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่สุด เนื่องจากหากไม่มีกิจกรรมดังกล่าวกิจกรรมอื่นๆ ก็ไม่สามารถดำเนินได้ซึ่งกระบวนการภายในเริ่มต้นจากการตรวจสอบสินค้าทั้งในส่วนของรายการและปริมาณหากถูกต้องก็จะทำการลงชื่อรับเพื่อเตรียมขนย้ายสินค้าเข้าไปเก็บในคลังซึ่งส่วนมากรถที่นำสินค้าเข้ามาส่งจะมีตารางเวลาที่แน่นอนแต่ในกรณีของสินค้าจำพวกสารเคมีอาจจะมีการยื่นเอกสารเพื่อทำเรื่องรับสินค้าไว้ล่วงหน้าแล้วดังนั้นเมื่อรถมาถึงก็สามารถถ่ายสินค้าลงได้ในทันทีเพื่อลดเวลาที่รถจะต้องจอดที่ท่ารับของ (Dock)

2.3.2 การจัดเก็บสินค้า (Put-Away)

การจัดเก็บสินค้าคือกระบวนการนำสินค้าเข้าไปเก็บในพื้นที่จัดเก็บภายในคลังโดยอาศัยอุปกรณ์ช่วยในการขนย้ายซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดหน่วยจัดเก็บที่รับเข้ามาซึ่งหากมีขนาดเล็กอาจสามารถใช้รถเข็น (Cart) ในการขนย้ายหรืออาจจะมีการรวมหน่วยจัดเก็บ (Palletize) ให้เป็นพาเลทเพื่อให้สามารถขนได้ปริมาณมากต่อครั้งนอกจากนี้เพื่อลดเวลาในการเดินทางอาจจะทำอินเตอร์ลีฟวิ่ง (Interleaving) เพื่อนำสินค้าเข้าไปเก็บแล้วขากลับก็หยิบสินค้าเพื่อตอบสนองคำสั่งซื้อของลูกค้าด้วยจะได้ไม่ต้องเดินเข้าออก 2 รอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3.3 การหยิบ (Picking)

การหยิบคือกิจกรรมที่มีการใช้ทรัพยากรทางด้านแรงงานสูงที่สุดมีอัตราส่วนคิดเป็น 55% ของเวลาการทำงานทั้งหมดภายในคลังสินค้าโดยมีเป้าหมายเพื่อเคลื่อนย้ายสินค้าออกจากตำแหน่งจัดเก็บเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดโดยจะเริ่มหลังจากที่ทราบความต้องการของลูกค้าซึ่งจะมีเอกสารที่เรียกว่าใบเบิกสินค้า (Pick-List) ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับรายการ ปริมาณและตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าที่ลูกค้าต้องการแต่เนื่องจากลักษณะของคลังที่แตกต่างกันในแต่ละบริษัทรวมถึงธรรมชาติของสินค้าแต่ละชนิดนั้นส่งผลให้วิธีการหยิบเพื่อนำไปสู่ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดในคลังสินค้าแต่ละแห่งแตกต่างกัน

2.3.4 การจัดเรียงและส่งสินค้า (Sorting and Shipping)

การจัดเรียงและส่งสินค้าเป็นกิจกรรมสุดท้ายก่อนที่สินค้าจะถูกส่งมอบให้กับลูกค้าโดยเป้าหมายหลักคือเพื่อทำการตรวจสอบสินค้าเพื่อเตรียมขนขึ้นรถบรรทุกอาจจะเกิดการแยกสินค้าตามคำสั่งซื้อเนื่องจากเวลาหยิบสินค้าอาจจะหยิบมารวมกันแบบรวมคำสั่งซื้อทำให้ต้องมาแยกออกภายหลังโดยในบางกรณีสินค้าจะถูกมัดรวมกันและวางบนพาเลทหรือรวมในกล่องพร้อมทำการติดบาร์โค้ดหลังจากการตรวจสอบเพื่อให้เกิดความสะดวกและความปลอดภัยในการขนส่งโดยการจัดเรียงสินค้าบนรถบรรทุกมักจะถูกเรียงลำดับแบบ Last In First Out (LIFO) ความสำคัญของการกิจกรรมการจัดเรียงสินค้าขึ้นอยู่กับรูปแบบในการหยิบสินค้าและพื้นที่วางกองสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2.4 นโยบายของกิจกรรมการหยิบ (Picking Policy)

หลังจากที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของกิจกรรมการหยิบและความสูญเสียของเวลาจากการเดินทางแล้วเนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงนโยบายการหยิบแบบต่างๆ **[6]** ที่มักนิยมใช้ในการกำจัดความสูญเสียจากกิจกรรมการหยิบโดยเรียงลำดับดังต่อไปนี้

2.4.1 การหยิบรายคำสั่งซื้อ (Single Order Picking)

การหยิบรายคำสั่งซื้อเป็นรูปแบบวิธีการหยิบที่พบเห็นได้ทั่วไปโดยพนักงานหยิบหนึ่งคนจะมีหน้าที่รับผิดชอบต่อคำสั่งซื้อหนึ่งคำสั่งซื้อโดยจะต้องทำการหยิบสินค้าตามรายการจนครบทุกรายการและนำสินค้าไปวางยังบริเวณที่จัดวางสินค้าวิธีดังกล่าวเหมาะกับคำสั่งซื้อที่ลูกค้าหนึ่งรายมีความต้องการที่หลากหลายเนื่องจากพนักงานหยิบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและไม่จำเป็นที่จะต้องทำการแยกสินค้าหลังจากที่กระบวนการหยิบเสร็จสิ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4.2 การหยิบรายกลุ่ม (Batch Picking)

การหยิบรายกลุ่มเป็นรูปแบบการหยิบสินค้าที่มักพบในศูนย์กระจายสินค้าโดยมีเป้าหมายเพื่อทำการรวมคำสั่งซื้อที่มี SKU น้อยรายการหลายๆคำสั่งซื้อเข้าด้วยกันและมอบหมายให้พนักงานหนึ่งคนรับผิดชอบต่อชุดคำสั่งซื้อโดยหลังจากที่การหยิบเสร็จสิ้นแล้วพนักงานจะต้องจัดเรียงแยกสินค้าออกมาตามความต้องการของลูกค้าแต่ละรายซึ่งจะช่วยลดเวลาในการเดินทางรวมลงแต่จะเพิ่มในส่วนของเวลาในการจัดเรียงขึ้นมาแทน

2.4.3 การหยิบรายโซน (Zone Picking)

การหยิบรายโซนเป็นรูปแบบการหยิบสินค้าที่คลังสินค้าจะทำการแบ่งพื้นที่ภายในคลังออกเป็นบริเวณต่างๆโดยที่พนักงานแต่ละคนจะได้รับมอบหมายให้ดูแลและหยิบสินค้าในบริเวณที่ตัวเองรับผิดชอบอยู่ เมื่อมีคำสั่งซื้อเข้ามาพนักงานหยิบทุกคนจะเห็น SKU เฉพาะในบริเวณที่ตนเองดูแลเท่านั้นหลังจากที่พนักงานแต่ละคนหยิบสินค้าในบริเวณของตัวเองเสร็จสิ้นแล้วจึงนำมาวางรวมกันที่บริเวณจัดเรียงสินค้าส่งผลให้เวลารวมในกิจกรรมการหยิบลดลง

2.5 พื้นที่หยิบจ่ายความเร็วสูง (FPA)

จากที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้ FPA [6, 7] คือหนึ่งในรูปแบบของการหยิบรายโซนโดย FPA เปรียบเสมือนคลังสินค้าภายในคลังสินค้าเนื่องจากเป็นบริเวณที่ดีที่สุดสำหรับกิจกรรมการหยิบเพราะอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับบริเวณทางเข้าออก (I/O) ของคลังสินค้าทำให้เวลาที่ใช้ในการเดินทางอยู่ในระดับที่ต่ำอีกทั้งคำสั่งซื้อที่เข้ามาส่วนใหญ่มักจะสามารถทำให้สำเร็จได้ภายในบริเวณดังกล่าวทั้งนี้ในส่วนของข้อจำกัดและสมมุติฐานของ FPA เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้มีดังนี้

- สินค้าจะต้องมีขนาดเล็ก เช่น มีขนาดกล่องเท่ากับกล่องรองเท้า เนื่องจากหากสินค้าที่จัดเก็บมีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากเกินจะทำให้ต้องอาศัยอุปกรณ์ช่วยซึ่งขัดกับแนวคิดที่ต้องการให้การหยิบเกิดขึ้นได้โดยเร็ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ความจุของพื้นที่จัดเก็บและปริมาณในการหยิบส่วนใหญ่น้อยกว่า 1 พาเลท (Less Than Pallet Storage) เพราะเนื่องจากหากปริมาณการหยิบมีมากกว่านี้จะต้องอาศัยอุปกรณ์เข้ามาช่วย

- ต้องอาศัยกิจกรรมการเติม (Replenishment) สินค้าจากบริเวณการจัดเก็บสำรอง (Reserve Area , Bulk Area) ซึ่งเก็บแบบ Pallet โดยจะต้องแตกย่อย (Extract) สินค้าออกเป็นหน่วยจัดเก็บที่เล็กลงเพื่อเติมให้กับบริเวณหยิบ (Forward Area , Pick Face)

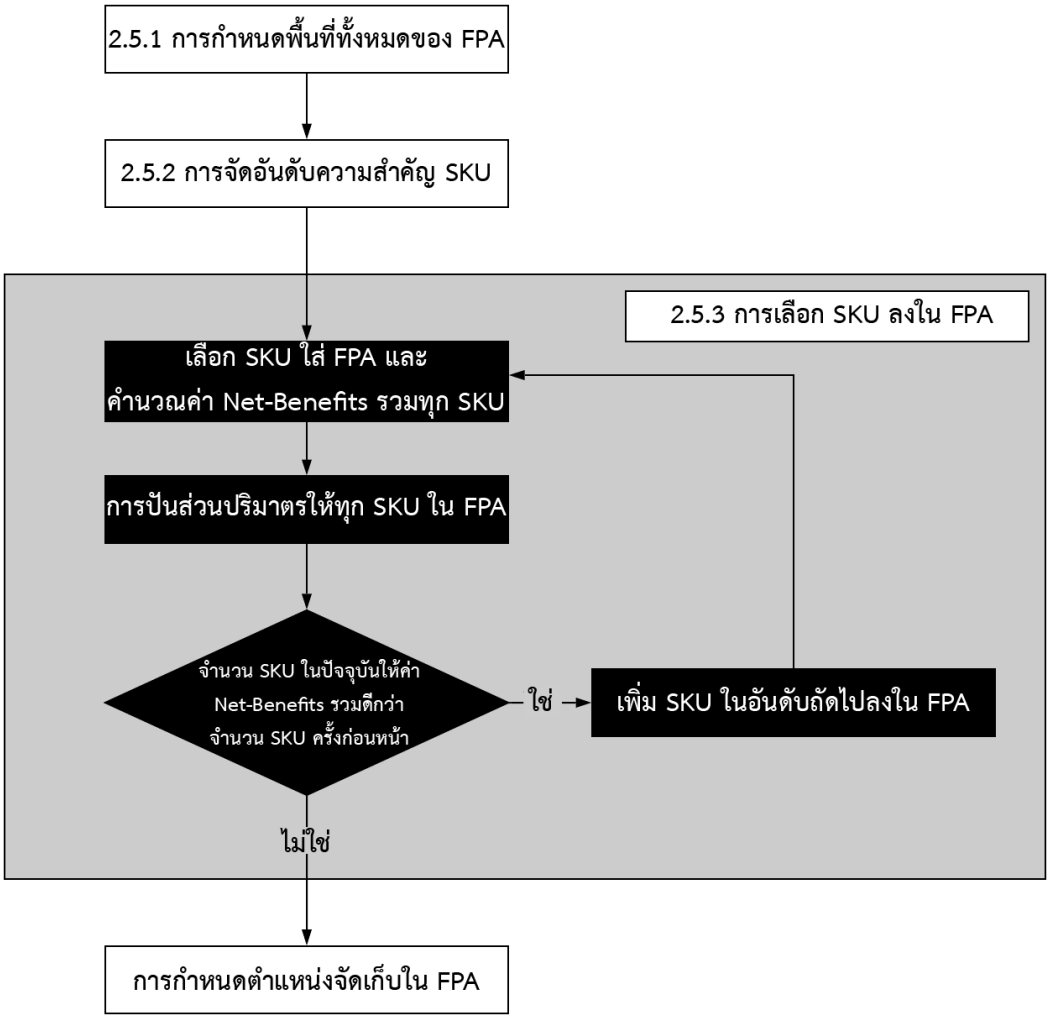
จากที่กล่าวมาการทำ FPA ต้องอาศัยการเทรด-ออฟ (Trade-off) ระหว่างเวลาที่ลดลงในกิจกรรมการหยิบเนื่องจากระยะทางที่สั้นลงกับเวลาที่เพิ่มขึ้นจากการเติมสินค้าเพื่อให้ FPA สามารถดำเนินงานได้ตามปกติโดยตัวอย่างของ FPA ได้แก่สินค้าที่วางขายหน้าเค้าเตอร์ของร้านสะดวกซื้อที่วางขนมหลายๆชนิดแต่ชนิดละไม่กี่ชิ้นเพื่อให้ลูกค้าที่เดินเข้ามาสามารถหยิบได้โดยสะดวกในขณะที่ทำการชำระค่าสินค้า ทั้งนี้สิ่งที่ต้องทราบในการออกแบบ FPA มีอยู่ 2 ส่วนได้แก่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- สินค้าชนิดใดควรถูกจัดเก็บไว้ใน FPA

- สินค้าที่จัดเก็บใน FPA ควรจัดเก็บปริมาณเท่าใด

ดังนั้นในการตอบคำถามสองข้อนี้ต้องอาศัยลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์โดยสังเขปในการออกแบบ FPA ดังแสดงในรูปที่ 2.3



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 2.3 กระบวนการออกแบบ FPA

จากรูปที่ 2.3 สามารถสรุปขั้นตอนการออกแบบ FPA ได้เป็น 5 ขั้นตอนโดยในแต่ละขั้นตอนจะมีสมการที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาค่าต่างๆในการออกแบบ FPA ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้สรุปสัญลักษณ์ตัวแปรและความหมายของตัวแปรไว้ดังรายการต่อไปนี้

หลังจากที่ได้กล่าวถึงสัญลักษณ์ของตัวแปรที่ใช้อธิบายเนื้อหาในหัวข้อนี้ถัดไปจะเป็นการอธิบายค่าการไหลของสินค้า (Flow) ที่ใช้ในการออกแบบ FPA เนื่องจากเป็นค่าที่ใช้อธิบายการเคลื่อนไหวของสินค้าภายในคลังอีกทั้งยังใช้ในการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าซึ่งจะกล่าวในส่วนถัดไป การคำนวณหาค่า Flow ของสินค้าแต่ละ SKU ภายในคลังสินค้าจะเปรียบสินค้าเสมือนของไหลโดยมีการคำนวณดังสมการที่ 1

$$\text{Flow } (f_i) = \frac{\text{Total Item Sold per Year}}{\text{Item per Carton}} \quad (1)$$

โดย

f_i = Flow ของ SKU i

หลังจากที่ทราบ Flow ขั้นตอนต่อไปของการออกแบบ FPA จะเรียงลำดับดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.5.1 กำหนดพื้นที่สำหรับ FPA (Defining Total FPA Volume)

การกำหนดพื้นที่สำหรับ FPA นิยมใช้พื้นที่แร็คชั้นล่างของคลังสินค้าเป็น FPA เนื่องจากความสะดวกในการเข้าถึงตำแหน่งจัดเก็บของพนักงานหยิบแต่ในส่วนของการกำหนดขนาด FPA อย่างง่ายจะกำหนดตามอัตราส่วนต่อพื้นที่แร็คชั้นล่างทั้งหมดของคลังสินค้าเนื่องจากยิ่งขนาดของ FPA ใหญ่มากขึ้นก็ยิ่งสามารถบรรจุจำนวน SKU และปริมาณจัดเก็บได้มากขึ้นแต่ในทางตรงกันข้ามค่าความประหยัด (Saving) ต่อการหยิบจะลดลงแต่หากต้องการจะหาขนาดพื้นที่ FPA ที่ดีที่สุด (Optimal) สามารถศึกษาเพิ่มได้จาก **[6]**

2.5.2 จัดอันดับความสำคัญของ SKU (SKU Ranking)

วิธีการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าในปัจจุบันมีอยู่ 2 ดัชนีที่ได้รับความนิยมได้แก่ COI และ Viscosity Index [7] ซึ่งการจัดอันดับความสำคัญมีจุดประสงค์ต้องการให้สินค้าที่ได้รับความนิยมสูงถูกนำไปจัดเก็บในตำแหน่งเก็บที่สามารถเข้าออกได้สะดวกเพื่อลดระยะเวลาในการเดินทาง

- COI เป็นวิธีที่มีการใช้มายาวนานโดยอาศัยการหาอัตราส่วนระหว่างปริมาตรจัดเก็บของสินค้าหารด้วยจำนวนครั้งการหยิบโดยเรียงลำดับความสำคัญจากค่า COI น้อยไปมากตามลำดับ ดังแสดงในสมการที่ 2

$$COI = f_i / p_i \tag{2}$$

โดย

f_i = Flow ของ SKU i

p_i = จำนวนครั้งการหยิบของ SKU i

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Viscosity Index เป็นอีกแนวคิดของแบบจำลองของไหลที่มองการเคลื่อนไหวของสินค้าภายในคลังเหมือนของไหลว่าในช่วงเวลาที่ผ่านมี SKU ดังกล่าวมีการเคลื่อนออกจากคลังกี่ลูกบาศก์เมตรโดยสามารถพิสูจน์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ **[6]** เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าต่ำสุด ลำดับความสำคัญของค่า Viscosity Index เรียงจากมากไปน้อยโดยคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 3

$$\text{Viscosity} = p_i \Big/ \sqrt{f_i} \tag{3}$$

โดย

f_i = Flow ของ SKU i

p_i = จำนวนครั้งการหยิบของ SKU i

2.5.3 เลือก SKU ที่ควรจะเข้าไปอยู่ใน FPA (Defining Suitable SKU in FPA)

การเลือกจำนวน SKU ให้เหมาะสมกับ FPA เป็นกระบวนการที่ต้องทำวนซ้ำไปพร้อมกับการจัดสรรปริมาตรเนื่องจากวิธีการจะเริ่มจากการเลือก SKU เข้าไปใน FPA ทีละ SKU ตามลำดับความสำคัญพร้อมกับปันส่วนพื้นที่ให้ SKU ที่ถูกเลือกโดยนำผลที่ได้ไปคำนวณหาค่าประโยชน์ (Net-Benefit) ซึ่งการเลือก SKU จะสิ้นสุดลงเมื่อค่า Net-Benefit รวมของการเติม SKU ล่าสุดมีค่าน้อยกว่าการเติม SKU ครั้งก่อนหน้าโดยค่า Net Benefit สามารถคำนวณได้ดังแสดงในสมการที่ 4

$$c_i(v) = \begin{cases} 0 & ; \text{if } v = 0 \\ sp_i - c_r\left(f_i / v_i\right) & ; \text{if } v > 0 \end{cases} \tag{4}$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดย

$c_i(v)$ = ค่า Net-Benefit ของ SKU i ใน FPA

s = เวลาที่ลดลงจากการที่ SKU i จัดเก็บใน FPA

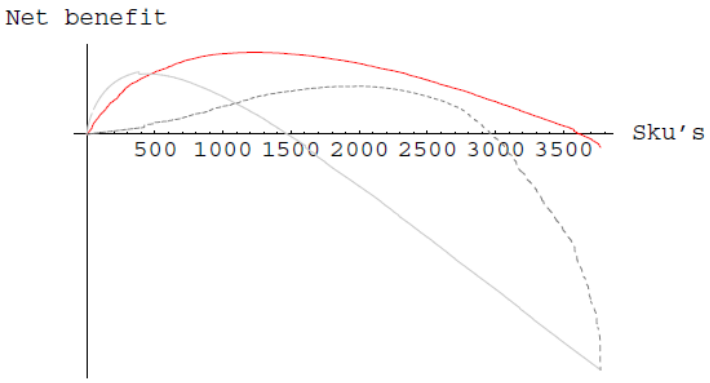
p_i = จำนวนครั้งการหยิบของ SKU i

c_r = เวลาที่เพิ่มจากกิจกรรมการเติมของ SKU i

f_i = Flow ของ SKU i

v_i = ปริมาตรที่ปันส่วนให้กับ SKU i ใน FPA

เมื่อนำค่า Net-Benefit ของแต่ละ SKU มาพล็อตโดยเรียงตามลำดับความสำคัญจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการวิเคราะห์ความสำคัญด้วยค่า Net Benefit **[6]**

จากรูปที่ 2.4 สามารถสรุปได้ว่าจำนวน SKU ที่ควรอยู่ใน FPA มีทั้งสิ้น 3600 SKU เนื่องจาก SKU ที่ 3601 ให้ค่า Net-Benefit ต่ำกว่า 0 หมายความว่าการเพิ่ม SKU ที่ 3601 ใน FPA จะทำให้เกิดโทษจากการเสียเวลาเติมสินค้ามากกว่าประโยชน์ที่ได้จากการลดเวลาเดินทาง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของการปันส่วนปริมาตรจัดเก็บให้กับสินค้าใน FPA ส่วนใหญ่ที่มักพบในปัจจุบันมีอยู่ 2 วิธีหลักดังนี้

- การจัดสรรแบบปริมาตรเท่ากัน (Equal Space Allocation) เนื่องจากเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดและไม่จำเป็นต้องทราบขนาดกล่องบรรจุภัณฑ์ของสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณซึ่งปริมาตรจัดสรรสามารถหาได้จาก สมการที่ 5

$$v_i = V / n \quad (5)$$

โดย

v_i = ปริมาตรที่ปันส่วนให้กับ SKU i ใน FPA

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

n = จำนวน SKU ทั้งหมดใน FPA

แต่เนื่องจากการจัดสรรด้วยวิธีนี้จะทำให้เวลาในการเติมสินค้าของสินค้าแต่ละ SKU ใน FPA เกิดขึ้นไม่พร้อมกันแต่สามารถคำนวณหาจำนวนครั้งการเติมสินค้าของสินค้าต่างๆได้จาก สมการที่ 6

$$r_i = nf_i / V \quad (6)$$

โดย

r_i = จำนวนครั้งการเติมสินค้าของ SKU i ใน FPA

n = จำนวน SKU ทั้งหมดใน FPA

f_i = Flow ของ SKU i

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

- การจัดสรรแบบเติมสินค้าพร้อมกัน (Equal Time Allocation) เป็นวิธีการออกแบบเพื่อให้การ Replenishment สินค้าใน FPA เกิดขึ้นพร้อมกันซึ่งวิธีการคำนวณสัดส่วนปริมาตรที่จัดสรรเป็นดัง สมการที่ 7

$$v_i = \left(\frac{f_i}{\sum_{j=1}^{n} f_j} \right) V \qquad (7)$$

โดย

v_i = ปริมาตรที่ปันส่วนให้กับ SKU i ใน FPA

f_i = Flow ของ SKU i

f_j = Flow ของ SKU j

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

แต่เนื่องจากการจัดสรรด้วยวิธีนี้จะทำให้เวลาในการเติมสินค้าของแต่ละ SKU ใน FPA เกิดขึ้นพร้อมกันซึ่งสินค้าแค่ละชนิดมีช่องในการจัดเก็บไม่เท่ากันทำให้ต้องคำนวณจำนวนสินค้าที่ต้องเติมใน FPA แยกต่างหากโดยจำนวนครั้งการเติมสินค้ารวมของการออกแบบด้วยวิธีนี้จะเป็นดังสมการที่ 8

$$r_i = \left(\sum_{i=1}^{n} f_i \right) \Big/ V \qquad (8)$$

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดย

r_i = จำนวนครั้งการเติมสินค้าของ SKU i ใน FPA

f_I = Flow ของ SKU i

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

อย่างไรก็ตามศักยภาพของการจัดสรรปริมาตรทั้งสองวิธีกลับมีค่าเท่ากันหากอาศัยการวัดจากปริมาณงานที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเติมสินค้าใน FPA ดังแสดงในสมการที่ 9

$$\sum_{i=1}^{n} r_i = n\left(\sum_{i=1}^{n} f_i\right)\Big/V \qquad (9)$$

โดย

r_i = จำนวนครั้งการเติมสินค้าของ SKU i ใน FPA

n = จำนวน SKU ทั้งหมดใน FPA

f_i = Flow ของ SKU i

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

สำหรับแนวแนวคิดแบบจำลองของไหลซึ่งมองสินค้าเปรียบเสมือนกับของไหลในอุดมคติโดยมีเป้าหมายเพื่อลดเวลาของกิจกรรมการเติมสินค้าให้ต่ำสุดโดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ **[6]** และสามารถคำนวณหาปริมาตรช่องจัดเก็บได้ดังสมการที่ 10 และมีจำนวนครั้งการเติมสินค้าดังสมการที่ 11 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

$$v_i^* = \left(\frac{\sqrt{f_i}}{\sum_{j=1}^{n} \sqrt{f_j}} \right) V \qquad (10)$$

$$r_i^* = f_i \Big/ v_i^* \qquad (11)$$

โดย

v_i^* = ปริมาตรที่ปันส่วนให้กับ SKU i ใน FPA จาก Fluid Model

f_I = Flow ของ SKU i

f_j = Flow ของ SKU j

V = ปริมาตรทั้งหมดที่กำหนดให้เป็น FPA

r_i^* = จำนวนครั้งการเติมสินค้าของ SKU i ใน FPA จาก Fluid Model

วิธีสุดท้ายนี้ได้รับการพิสูจน์มาแล้วว่าเป็นวิธีที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหากแต่ทุกวิธีที่กล่าวมาข้างต้นนั้นจำเป็นที่จะต้องมีการปรับปรุง (Update) ให้ทันต่อสภาพแวดล้อมปัจจุบันเสมอเนื่องจากสินค้าที่ถูกจัดไว้เดิมทีอาจจะมีการซื้อขายมากทำให้ต้องมีปริมาตรจัดเก็บมากแต่เมื่อเวลาผ่านไปกลับได้รับความนิยมน้อยลงดังนั้นการ Update ข้อมูลจึงมีความสำคัญอย่างมากเพื่อที่จะทำให้ FPA สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ FPA

ในส่วนของการนำ FPA ไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยของ บริรักษ์ ยงประเสริฐ [8] เป็นกรณีศึกษาของบริษัทในประเภทอุตสาหกรรมยานยนต์โดยเป็นคลังสินค้าที่จัดเก็บชิ้นส่วนยานยนต์โดยมีจำนวน SKU ที่ต้องรับผิดชอบทั้งสิ้น 1,031 รายการในขณะที่การใช้แบบจำลองของไหลแนะนำให้บรรจุสินค้าเพียง 75-78 รายการไว้ในพื้นที่ FPA โดยมีค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving Time) และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมชิ้นส่วนยานยนต์ (Restock Time) เท่ากับ 1.81 นาที และ 14.95 นาทีตามลำดับส่งผลให้สามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ 3,711 ชั่วโมงคิดเทียบเท่ากับจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent: FTE) ที่ลดลง 1.58 คนอย่างไรก็ตามในส่วนของงานวิจัยชิ้นนี้ได้จำลองและวิเคราะห์ผลเฉพาะกิจกรรมที่เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่ FPA เท่านั้นอีกทั้งยังอาศัยการจัดลำดับความสำคัญของสินค้าด้วย Viscosity Index จากแบบจำลองของไหลเพียงอย่างเดียวในขณะที่ในโลกความเป็นจริงการจำลองสถานการณ์ภายในคลังสินค้าควรคำนึงถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นในส่วนของพื้นที่จัดเก็บสำรองอีกทั้งยังมีดัชนีที่ใช้ในการจัดอันดับอีกวิธีที่ควรจะนำมาพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบในการออกแบบด้วย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

การประยุกต์ใช้ FPA ของบริษัทในอุตสาหกรรมขนส่งสินค้ากรณีศึกษาของ Gerben Stouwdam [9] ศูนย์การกระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษานี้ต้องทำการดูแลคลังที่มีความจุ 15,000 พาเลทโดยทางบริษัทได้มีการจัดทำพื้นที่ในส่วนของ FPA แต่ว่าการออกแบบพื้นที่ดังกล่าวนั้นถูกใช้มาเป็นเวลานานโดยที่ไม่มีการพัฒนาการจัดเรียงให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันนั่นคือสินค้าที่เคยได้รับความนิยมมากและอยู่ใน FPA ขณะนี้กลับได้รับความนิยมน้อยลงในทางตรงกันข้ามสำหรับสินค้าที่อยู่ใน Reserve Area บางตัวกลับได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้นซึ่งคือสาเหตุที่ทำให้คลัง

แห่งนี้มีประสิทธิภาพในการทำงานไม่ดีเท่าที่ควรดังนั้นงานวิจัยดังกล่าวจึงได้นำข้อมูลการซื้อขายล่าสุดมาออกแบบ FPA ใหม่ซึ่งให้ผลลัพธ์เปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุงได้ดังต่อไปนี้

- สามารถลดเวลาในการหยิบต่อ Carton ลงได้จากเดิมเฉลี่ย 232 นาทีต่อวันเป็น 166 นาทีต่อวันซึ่งทำให้สามารถหยิบได้เร็วขึ้นคิดเป็น 28.45%
- ได้รับประโยชน์จากการใช้ FPA มากขึ้นโดยมีค่า Net Benefit จากเดิม 1059.7 ชั่วโมงต่อปีเพิ่มขึ้นเป็น 1193.6 ชั่วโมงต่อปีนั้นคือเวลาที่เสียไปลดลงจากเดิม 12.63%

จากผลลัพธ์การปรับปรุง FPA ใหม่แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการ Update ข้อมูลให้ทันกับสถานการณ์ปัจจุบันเพื่อให้ FPA สามารถทำงานได้ประสิทธิภาพสูงสุด นอกจากนี้ยังมีในส่วนของงานวิจัยซึ่งศึกษาเกี่ยวกับข้อจำกัดของแบบจำลองของไหล**[10]** ซึ่งมอง Flow ของสินค้าเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous) ในขณะที่การหยิบสินค้าและการจัดเก็บสินค้าภายในคลังนั้นในความเป็นจริงเป็นแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ซึ่งให้ผลลัพธ์ว่าข้อจำกัดของการสมมุติ Flow ของสินค้าเป็น Continuous แทนที่จะเป็น Discrete ในแบบจำลองของไหลนั้นส่งผลกระทบน้อยมากต่อผลลัพธ์ที่ได้จากการออกแบบจนสามารถที่จะละเลยได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7 ข้อจำกัดของ COI สำหรับการหยิบแบบ Single order picking

COI เป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้ในการจัดอันดับสินค้าและสามารถประยุกต์ใช้ออกแบบพื้นที่ FPA ได้ โดยในทางทฤษฎีการจัดอันดับแบบ COI จะให้ผลอย่างมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อใช้นโยบายการหยิบแบบ Single Order Picking โดยงานวิจัยของ **[11]** พิสูจน์ข้อจำกัดของ COI หากนำไปประยุกต์ใช้กับนโยบายการหยิบแบบอื่นที่ไม่ใช่ Single Order Picking โดยผลที่ได้สำหรับการจัดอันดับด้วย COI คือเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการหยิบจะมีค่าเป็น p เท่าของเวลาที่ใช้จากนโยบายการออกแบบที่ดีที่สุด โดย p มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 1 ซึ่งหมายความว่าในกรณีที่แย่ที่สุดที่เกิดขึ้นจากการออกแบบด้วย COI ไม่สามารถประเมินค่าได้

2.8 แบบจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้า

ในการออกแบบคลังสินค้าส่วนใหญ่นิยมใช้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ (Simulation) เพื่อวัดและประเมินผลเนื่องจากการปรับเปลี่ยนมีความซับซ้อน ยุ่งยากในด้านค่าใช้จ่ายและเวลา **[12]** สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วนด้วยกันดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.8.1 ประเภทของแบบจำลอง

การจำแนกประเภทของแบบจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังต่อไปนี้ [13]

1. **จำแนกด้วยกาลเวลา** ในส่วนของการจำแนกด้วยกาลเวลาสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภทย่อยคือ

    - แบบจำลองคงที่ (Static Simulation)

แบบจำลองแบบคงที่คือเมื่อเวลาในการจำลองดำเนินไป ณ ช่วงเวลาหนึ่งของการจำลองเมื่อมีเหตุการณ์เกิดขึ้นในระบบจะเกิดจากการตัดสินใจซึ่งคงที่กับเวลาเสมอ

    - แบบจำลองเชิงพลวัต (Dynamic Simulation)

แบบจำลองเชิงพลวัตพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาซึ่งส่งผลกระทบต่อเหตุการณ์ต่างๆ หรือทำให้ตัวแปรที่สนใจมีค่าเปลี่ยนแปลงไปโดยที่การตัดสินใจในส่วนแรกของการจำลองจะส่งผลกระทบต่อการตัดสินใจในช่วงเวลาถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

2. **จำแนกตามความต่อเนื่อง** ในส่วนของของการจำแนกด้วยความต่อเนื่องสามารถแบ่งออกได้เป็นอีก 2 ประเภทตามสถานการณ์ความน่าจะเป็น (Probabilistic Simulation) ดังต่อไปนี้

    - Discrete Distribution คือ แบบจำลองซึ่งสภาวการณ์ของระบบจะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ก็ต่อเมื่อเวลาดำเนินไปจนถึงจุดหนึ่งจุดซึ่งมีการระบุค่าของตัวแปรอย่างชัดเจน

- Continuous Distribution คือ แบบจำลองซึ่งมีสภาวการณ์ของระบบเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

3. **จำแนกตามมิติความแน่นอนของข้อมูล** สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดย่อยดังต่อไปนี้

- Deterministic คือ แบบจำลองที่เหตุการณ์จะเกิดขึ้นภายใต้เงื่อนไขที่แน่นอนโดยจะมีการกำหนดเวลาตายตัวซึ่งข้อมูลนำเข้าจะเป็นค่าคงที่ในส่วนของผลลัพธ์จากการจำลองจะสามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลได้ในระดับหนึ่งเท่านั้น
- Stochastic คือ แบบจำลองที่ความน่าจะเป็นหรือความแปรปรวนได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของเวลาซึ่งข้อมูลนำเข้าจะอยู่ในรูปของการกระจายตัวเชิงสถิติส่งผลให้ผลลัพธ์จากการจำลองสามารถรองรับความเปลี่ยนแปลงของข้อมูลซึ่งอยู่ในช่วงของการพิจารณาได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.8.2 ส่วนประกอบของแบบจำลอง Discrete Event

ในการสร้างแบบจำลอง Discrete Event เพื่อจำลองสถานการณ์คลังสินค้าจะประกอบไปด้วย 3 ส่วนดังต่อไปนี้

- ฐานข้อมูล (Data Base)

ฐานข้อมูลจะประกอบไปด้วยรายการของคำสั่งซื้อและข้อกำหนดต่างๆภายในคลังสินค้า เช่น ปริมาณการสั่งซื้อ, เวลานำ (Lead Time) ในการซื้อ และ ตำแหน่งจัดวางสินค้า เป็นต้นโดยข้อมูลดังกล่าวจะทำหน้าที่เป็นตัวสร้าง (Generate) ข้อมูลนำเข้า (Input Data) แบบสุ่มเทียม (Pseudo-

Random) สำหรับแบบจำลองเมื่อผ่านการตรวจสอบและวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยผลที่ได้จากข้อมูลนำเข้าจะเป็นตัวกำหนดเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้นในแบบจำลองถัดไป

- **รายการของเหตุการณ์ในแบบจำลอง (List of Events in the Simulation Model)**

สำหรับรายการของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแบบจำลองการทำงานของคลังสินค้าจะประกอบไปด้วยกิจกรรมในคลังสินค้า เช่น การหยิบสินค้า และ การเติมสินค้า เป็นต้น เหตุการณ์จะถูกบันทึกเมื่อข้อมูลนำเข้ามาตรงกับเงื่อนไขของการเกิดเหตุการณ์ในแบบจำลองเมื่อเวลาของแบบจำลองดำเนินไปและจะสิ้นสุดการเก็บบันทึกเหตุการณ์เมื่อการจำลองสิ้นสุดลง

- **เวลาในการจำลองหรือตัวกำหนดเวลา (Simulation Timer)**

เวลาในการจำลองเป็นส่วนประกอบของแบบจำลองที่จะดำเนินไปตั้งแต่เริ่มต้นการจำลองไปจนจบการจำลองโดยจะเป็นส่วนที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆขึ้นเมื่อเวลาผ่านไปแล้วข้อมูลนำเข้าตรงกับเงื่อนไขของเหตุการณ์ที่ตั้งไว้หน่วยของเวลาขึ้นกับความละเอียดในการจำลอง

Chulalongkorn University

อย่างไรก็ตามแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นนั้นสามารถแก้ปัญหาได้โดยจำกัดจากความแตกต่างของคลังสินค้าทั้งในส่วนของรูปแบบโครงสร้างอาคารคลังสินค้า, ทรัพยากรแรงงานและอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าและข้อกำหนดอื่นๆ รวมไปถึงนโยบายการจัดเก็บสินค้าซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละกรณี

2.9 แบบจำลองพัสดุคงคลังชนิด Probabilistic

แบบจำลองปริมาณการสั่งแบบประหยัด (Economic Order Quantity: EOQ) [14] สามารถคำนวณได้หากความต้องการและเวลานำเป็นมีค่าคงที่โดยหากทราบปริมาณการสั่งสินค้าก็สามารถคำนวณหารอบการสั่งซื้อในทางตรงกันข้ามหากทราบรอบคำสั่งซื้อก็สามารถคำนวณหาปริมาณการสั่งซื้อได้เช่นกันแต่สำหรับการกำหนดนโยบายสินค้าคงคลังแบบ Probabilistic ซึ่งมีความต้องการของลูกค้าหรือเวลานำที่ไม่แน่นอนส่งผลให้การกำหนดความต้องการหรือเวลานำต้องอยู่ในรูปแบบของตัวแปรสุ่มที่ทราบรูปแบบการกระจายตัวและค่าทางสถิติโดยแบบจำลองพัสดุคงคลังชนิด Probabilistic สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

- แบบจำลองจุดสั่งซื้อและปริมาณการสั่งคงที่ (Order-point Order-quantity: OPOQ)
- แบบจำลองระดับการให้บริการ (Service Levels)
- แบบจำลองระดับคงคลังเป้าหมาย (Order-up-to Level)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเน้นไปที่แบบจำลองระดับการให้บริการซึ่งผู้ที่มีความสนใจสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก **[14]**

2.9.1 แบบจำลองระดับการให้บริการ (Service Levels)

การกำหนดระดับพัสดุคงคลังแบบระดับการให้บริการสามารถพิจารณาการเติมเต็มความต้องการของลูกค้าได้ 2 มิติด้วยกันดังต่อไปนี้ คือ มิติของจำนวนหรือปริมาณของสินค้าที่สามารถเติมเต็มความต้องการ และ มิติของความถี่ที่เกิดการร้างของพัสดุขึ้น สำหรับการคำนวณระดับพัสดุคงคลังสำรองสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 15

$$R = \mu_L + Z_{SL}\sigma_L \quad (15)$$

เมื่อ

R ระดับพัสดุคงคลังสำรอง

μ_L ความต้องการเฉลี่ยในช่วงเวลานำ

Z_{SL} ค่ามาตรฐานจากระดับการให้บริการ

σ_L ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วงเวลานำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สมมุติให้ Service Level = 80% เมื่อคำนวณหาค่า R เสร็จสิ้นค่า R หมายถึงระดับพัสดุคงคลังที่คาดว่าลูกค้า 80% จะได้รับการตอบสนองภายในช่วงระยะเวลานำก่อนที่ของที่สั่งรอบถัดไปจะมาถึง

จากการศึกษาเกี่ยวกับคลังสินค้า กิจกรรมในคลังสินค้า นโยบายของกิจกรรมการหยิบ FPA การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้า และ แบบจำลองพัสดุคงคลังแบบ Probabilistic ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์สภาพเป็นอยู่ในปัจจุบันของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาและช่วยวิเคราะห์หาทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาก่อนนำไปใช้กับปฏิบัติจริงช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาอีกทั้งยังลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาด โดยอาศัยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เข้ามาเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์และประเมินผลในการแก้ปัญหา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.10 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สรุปไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

ลำดับ	ผู้แต่ง	ปี	เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์					การนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัย		
			กิจกรรมในคลังสินค้า	Warehouse Design	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ FPA	Simulation in Warehouse	Piece Picking	Problem Analysis	Simulation Input	Output Evaluation
1	[2] โอฬาร กิตติธีรพรชัย, นระเกณฑ์ พุ่มชูศร	2013	/					/		
2	[3] Frazelle, E.	2002	/			/	/	/		
3	[4] Gu, J., Goetschalckx, M. and McGinnis, L.F.	2007	/	/				/	/	
4	[5] โอฬาร กิตติธีรพรชัย	2018	/	/	/		/	/	/	
5	[6] Bartholdi J.J., Hackman S.T.,	2017	/	/	/		/	/	/	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ (ต่อ)

ลำดับ	ผู้แต่ง	ปี	เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์					การนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัย		
			กิจกรรมในคลังสินค้า	Problem Analysis	Problem Analysis	Problem Analysis	Piece Picking	Problem Analysis	Simulation Input	Output Evaluation
6	[7] Bartholdi J.J., Hackman S.T.,	2008	/		/				/	/
7	[8] บริรักษ์ ยงประเสริฐ, โอฬาร กิติธีรพรชัย	2015			/	/			/	/
8	[9] Stouwdam, G.	2010		/	/			/	/	/
9	[10] Walter, R. Boysen, N. and Scholl, A.	2013			/		/			/

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ (ต่อ)

ลำดับ	ผู้แต่ง	ปี	เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์					การนำไปประยุกต์ใช้กับงานวิจัย		
			กิจกรรมในคลังสินค้า	Warehouse Design	งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ FPA	Simulation in Warehouse	Piece Picking	Problem Analysis	Simulation Input	Output Evaluation
10	[11] Schuur P.C.			/	/			/		
11	[12] Gagliardi, J.P. Renaud, J. and Ruiz, A.	2007	/	/		/	/		/	/
12	[13] Kelton, W.D. Sadowski, R.P. and Sturrock, D.T.	2004				/			/	
13	[14] ปวีณา เชาวลิตวงศ์	2018				/			/	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 3

บริษัทกรณีศึกษาและการรวบรวมข้อมูล

หลังจากที่ได้ทราบเกี่ยวกับความสำคัญและที่มาของปัญหารวมไปถึงงานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในส่วนหน้านี้สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงเกี่ยวกับศูนย์กระจายสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างของบริษัทกรณีศึกษา ประเภทของสินค้า การจำแนกลูกค้า การไหลของข้อมูลและสินค้าภายในคลังรวมไปถึงกระบวนการได้มาซึ่งข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไขถัดไป

3.1 บริษัทกรณีศึกษา

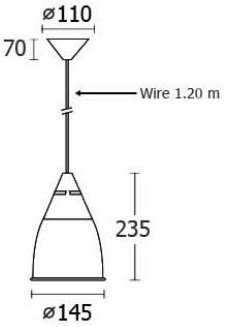
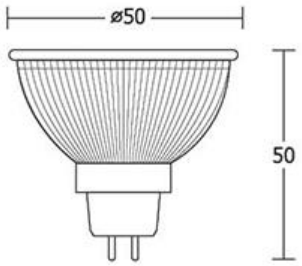
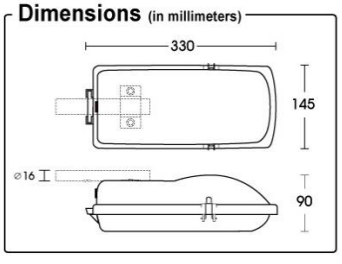
บริษัทกรณีศึกษาประกอบกิจการค้าขายผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าแสงสว่างโดยมีอาคารสำนักงานและศูนย์กระจายสินค้าตั้งแยกจากกันโดยสำนักงานตั้งอยู่ที่ เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร ในขณะที่ศูนย์กระจายสินค้าตั้งอยู่ที่ อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานีซึ่งทำหน้าที่เป็นทั้งสถานที่จัดแสดงสินค้าและคลังจัดเก็บสินค้าเพื่อเตรียมส่งมอบไปยังลูกค้าทุกภูมิภาคของประเทศไทยและเนื่องด้วยบริษัทเล็งเห็นถึงการขยายตัวของตลาดโมเดิร์นเทรด (Modern Trade) และ อี-คอมเมอร์ส (E-commerce) จึงทำให้เกิดการก่อสร้างศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ขึ้นมาเพื่อรองรับรูปแบบความต้องการดังกล่าวพร้อมกับรองรับจำนวนความต้องการที่มากขึ้นอีกทั้งบริเวณโดยรอบของตำแหน่งที่ตั้งของศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ไม่มีร้านค้าที่ขายสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างส่งผลให้การมีสถานที่จัดแสดงสินค้าจะสามารถช่วยเพิ่มปริมาณลูกค้าในพื้นที่ได้ดังนั้นศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จึงได้รับการปรับปรุงพัฒนาเรื่อยมาเพื่อให้มีความสามารถที่จะตอบสนองต่อความต้องการลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันท่วงที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

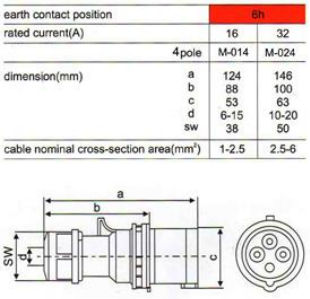
3.2 ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทเครื่องไฟฟ้าแสงสว่าง

ศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาแห่งนี้มีจำนวนสินค้าภายใต้การดูแลมากกว่า 2600 SKU อาทิเช่น หลอดไฟ โคมไฟ รางไฟ และ ปลั๊กไฟ เป็นต้นดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างภาพประกอบและขนาดของสินค้า

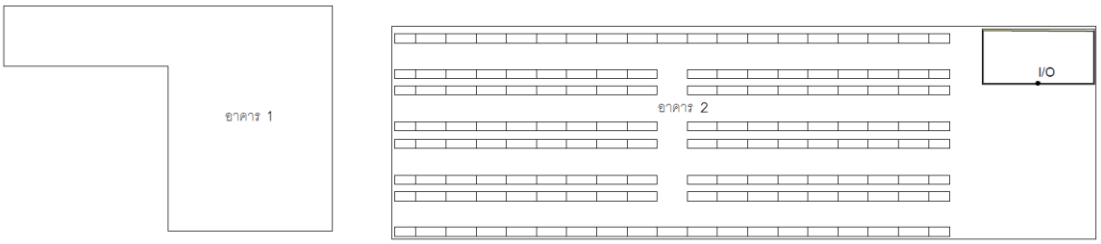
ชนิดของสินค้า	รูปภาพประกอบ	ขนาด
โคมไฟภายใน		
หลอดไฟ		
โคมไฟภายนอก		

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างภาพประกอบและขนาดของสินค้า (ต่อ)

ชนิดของสินค้า	รูปภาพประกอบ	ขนาด
พาวเวอร์ปลั๊ก		
อุปกรณ์		**บัลลาสต์สำหรับหลอดไฮเพลสเซอร์** โซเดียม ขนาด : กว้าง 78 mm สูง 68.5 mm ยาว 135 mm
อื่น		โคมไฟฉุกเฉิน LED ขนาด : กว้าง 8.5 cm สูง 21.5 cm ยาว 26 cm

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

นอกจากนี้ยังเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าอีกมากกว่า 50 แบรนด์โดยมีทั้งสินค้านำเข้าและสินค้าที่ผลิตภายในประเทศทั้งนี้ในส่วนของอาคารศูนย์กระจายสินค้าจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และรูปที่ 3.2

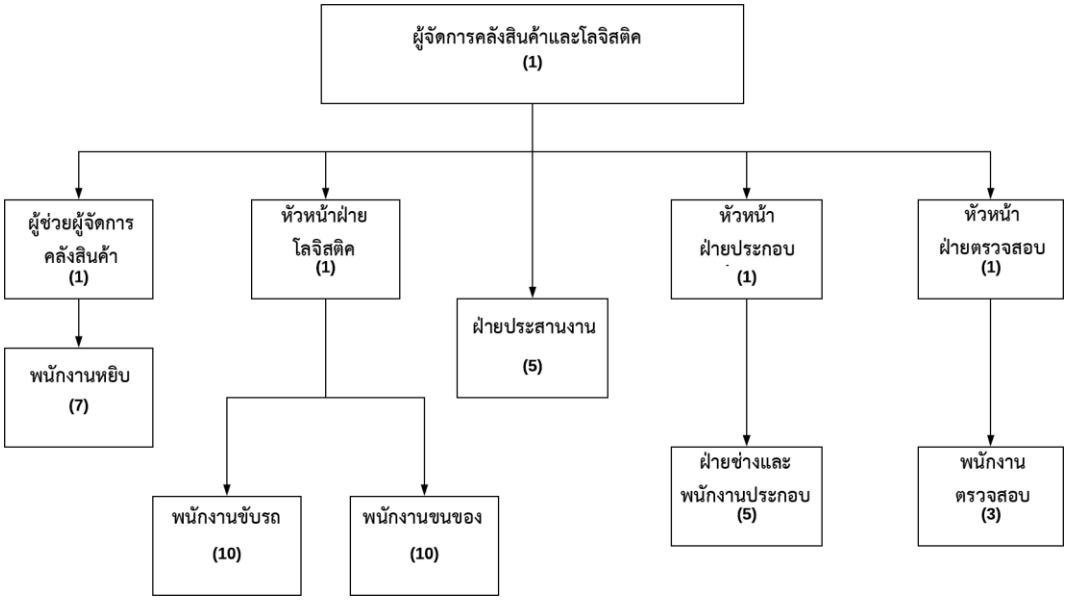


รูปที่ 3.1 แผนผังของศูนย์กระจายสินค้า

รูปที่ 3.2 อาคาร 2 ของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา

ในส่วนของอาคาร 1 ซึ่งอยู่ใกล้กับถนนจะทำหน้าที่เป็นสถานที่จัดแสดงสินค้าเพื่อให้ลูกค้าในบริเวณนั้นสามารถเข้ามาเยี่ยมชมและทดลองใช้สินค้าได้ในขณะที่อาคาร 2 ทำหน้าที่จัดเก็บและกระจายสินค้าไปยังภูมิภาคต่างๆของประเทศศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้มีท่ารถ 4 ท่าซึ่งสามารถรองรับการรับสินค้าจากรถขนส่งขนาดต่างๆได้โดยในส่วนของรายละเอียดจะกล่าวถึงถัดไป ศูนย์กระจาย

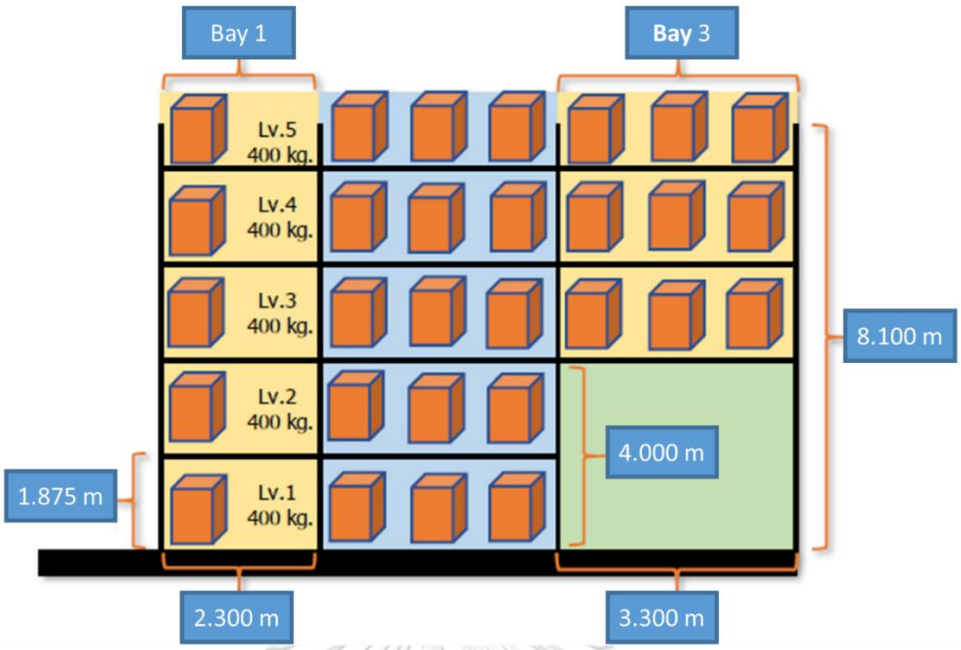
สินค้าแห่งนี้ทำงาน 5 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน มีจำนวนพนักงานในส่วนของฝ่ายปฏิบัติการ (Operational Worker) รวมทั้งสิ้น 10 คนด้วยกันโดยแบ่งเป็นพนักงานหยิบสินค้า 7 คน และพนักงานตรวจสอบ 3 คนตามลำดับ ซึ่งแผนผังองค์กรของพนักงานที่ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ได้ถูกแสดงไว้ดังรูปที่ 3.3



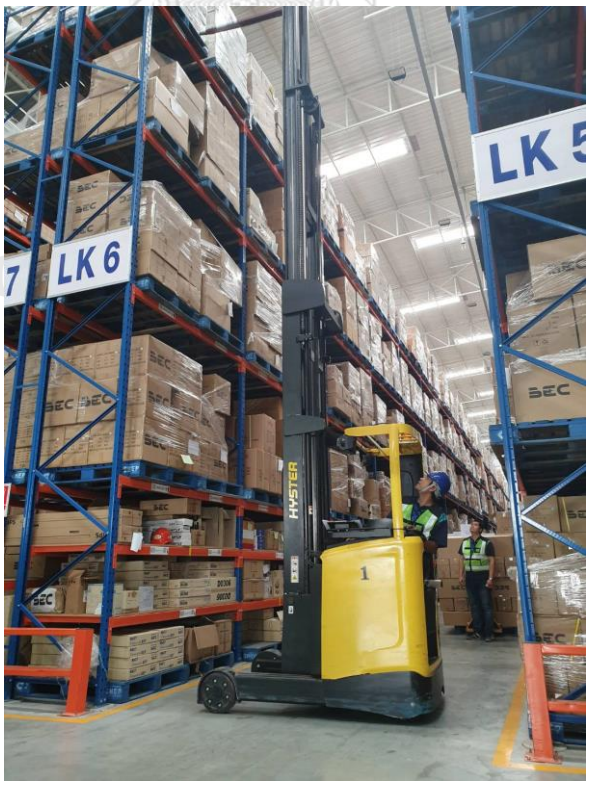
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 3.3 แผนผังองค์กรของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา

ในส่วนอุปกรณ์และความสามารถในการจัดเก็บศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้อาศัยการจัดเก็บในแนวดิ่งด้วยพาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลท (Single Deep Selective Rack) จำนวนทั้งสิ้น 8 แร็ค สามารถจัดเก็บสินค้าได้สูง 5 ชั้น (Level) แบ่งเป็นช่องทางเดินหลัก (Aisle) 4 ช่องและมีช่องจัดเก็บ (Bay) 19 ช่องโดยช่องที่ 10 จะมีลักษณะเป็นทางเชื่อม (Passage Way) สำหรับกลับรถฟอร์คลิฟท์ไฟฟ้า (Forklift) ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.4 พาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลทของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา



รูปที่ 3.5 พาเลทแร็คแบบลึก 1 พาเลทและรถฟอล์คลิฟท์ของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา

พาเลทแร็คของศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษามีความสามารถในการจัดเก็บพาเลททั้งสิ้น 2164 พาเลทและมีอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุภายในศูนย์กระจายสินค้าประกอบด้วย รถฟอร์คลิฟท์ไฟฟ้าขนาด 6000 ปอนด์ จำนวน 2 คันเพื่อใช้ขนย้ายสินค้าในแนวดิ่งและขนย้ายพาเลท และ รถลากพาเลทไฟฟ้า (Electric Pallet Jack) จำนวน 3 ตัว เพื่อใช้ขนย้ายสินค้าไม่เต็มพาเลทในแนวราบ

ในส่วนของการจัดเก็บสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาสินค้าจะถูกจัดเก็บโดยอาศัยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage) ซึ่งระบบ WMS ของศูนย์กระจายสินค้าจะแนะนำตามความเหมาะสมสถานที่จัดเก็บสินค้า ณ เวลานั้น สินค้าที่ถูกนำเข้ามาในศูนย์กระจายสินค้ามาจาก 2 แหล่งด้วยกัน โดยอาศัยรถขนส่งและเวลานำ (Lead Time) ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การรับสินค้าเข้าสู่ศูนย์กระจายสินค้า

ที่มาของสินค้า	**การขนส่ง**	**เวลานำ (วัน)**	**จำนวนเที่ยว**
นำเข้า	รถบรรทุก 18 ล้อ	60	10 - 15 ครั้ง/เดือน
ในประเทศ	รถกระบะเสริมท้าย รถบรรทุก 6 ล้อ	1-2	5 – 10 ครั้ง/วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เมื่อพิจารณาวิธีการหยิบสินค้าศูนย์กระจายสินค้าใช้นโยบายการหยิบตามคำสั่งซื้อ (Single Order Picking) โดยพนักงานหนึ่งคนจะหยิบสินค้าตามใบพิกลิสต์ที่ได้รับมอบหมายและนำมาวางรอไว้บริเวณพื้นที่หน้าท่า (Staging Area) เพื่อรอการตรวจสอบเพื่อส่งมอบให้ลูกค้าต่อไปโดยในส่วนของการจ่ายสินค้าให้กับลูกค้าเนื่องจากปริมาณความต้องการที่หลากหลายตั้งแต่หน่วยจัดเก็บระดับชิ้นไป

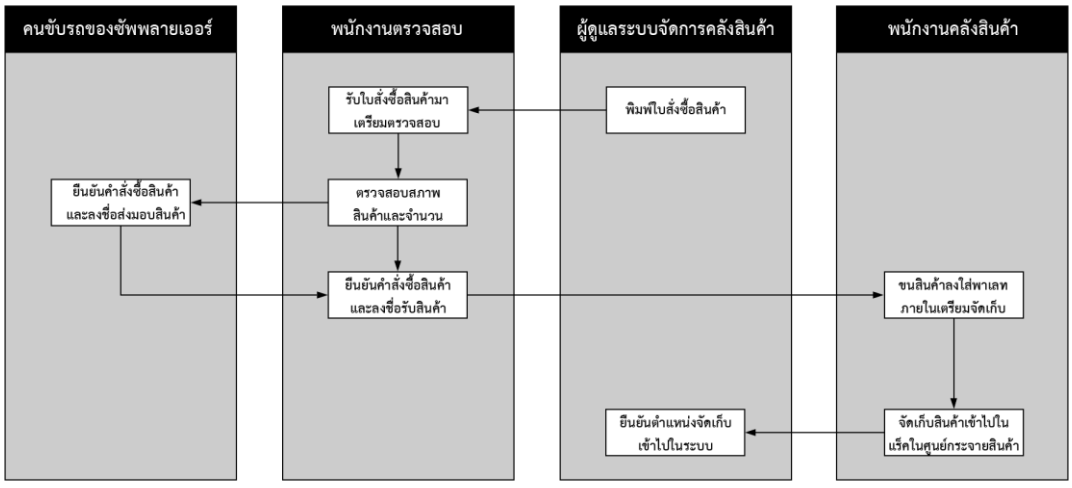
จนถึงระดับคอนเทนเนอร์ส่งผลให้ศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้ต้องรับมือกับความต้องการลูกค้าดังกล่าว โดยทั่วไปจะอาศัยรถบรรทุก 6 ล้อหรือรถกระบะเสริมท้ายในการนำสิ้นค้าไปส่งให้กับลูกค้าเจ้าต่างๆ แต่หากคำสั่งซื้อมีจำนวนรายการต่ำก็จะอาศัยการจ้างบริษัทขนส่งอย่าง Kerry Express ในการช่วยกระจายสินค้าเป็นต้น

3.3 กระบวนการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้า

สำหรับกระบวนการทำงานในศูนย์กระจายสินค้าจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือขาเข้า (Inbound) และขาออก (Outbound) โดยมีรายละเอียดของแต่ละส่วนดังต่อไปนี้

3.3.1 กระบวนการทำงานขาเข้า

ในส่วนของกระบวนการทำงานขาเข้าขั้นตอนการทำงานได้ถูกแสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการทำงานขาเข้า

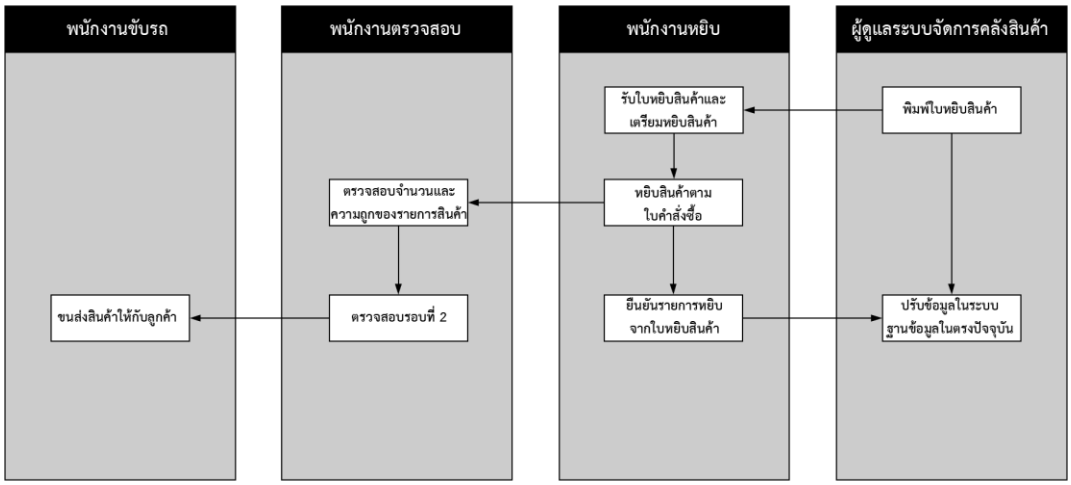
จากรูปที่ 3.6 การทำงานจะเริ่มจากการรับสินค้าจากรถบรรทุกสินค้าของซัพพลายเออร์ หากเป็นสินค้าจากต่างประเทศจะบรรทุกมาด้วยรถตู้คอนเทนเนอร์ 18 ล้อในขณะที่หากเป็นสินค้าภายในประเทศจะบรรทุกด้วยรถกระบะ 6 ล้อเสริมท้ายโดยเมื่อสินค้ามาถึงท่ารถจะมีพนักงาน 2 คน ทำหน้าที่ตรวจสอบความถูกต้องและตรวจสอบสภาพของสินค้าก่อนลงชื่อรับส่งมอบสินค้า ซึ่งภายหลังการลงชื่อรับสินค้าจะมีพนักงานคลังสินค้าทำหน้าที่ถ่ายโอนสินค้าลงบนพาเลทไม้ที่ใช้ภายในโดยหากต้องจัดเก็บบนแร็คในชั้นที่สูงกว่าชั้นที่ 2 ก็จะอาศัยรถฟอล์คลิฟท์ในการขนย้ายสินค้าในขณะที่หากจัดเก็บบนชั้นที่ 1 ก็จะใช้ Pallet Jack ในการขนย้าย

พนักงานคลังสินค้าจะทราบตำแหน่งจัดเก็บบนแร็คในศูนย์กระจายสินค้าจากเอกสารที่ใช้ในการตรวจสอบสินค้าขาเข้าซึ่งออกโดยระบบ WMS โดยกระบวนการทำงานขาเข้าจะสิ้นสุดลงเมื่อพนักงานคลังสินค้าจัดเก็บสินค้าครบทุกรายการจากคำสั่งซื้อในครั้งนั้นพร้อมทั้งยืนยันตำแหน่งจัดเก็บกับระบบ WMS

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.3.2 กระบวนการทำงานขาออก

ในส่วนของกระบวนการทำงานขาออกขั้นตอนการทำงานได้ถูกแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการทำงานในกระบวนการทำงานขาออก

จากรูปที่ 3.7 กระบวนการทำงานขาออกจะเริ่มจากข้อมูลความต้องการของลูกค้าที่ส่งมาจากสำนักงานผ่านระบบ ERP จากนั้นพนักงานดูแลจะพิมพ์ใบพิกลิสต์ (Pick-list) แล้วส่งให้กับพนักงานหยิบซึ่งใบพิกลิสจ์จะบอกรายการสินค้าที่ต้องหยิบรวมไปถึงปริมาณและตำแหน่งจัดเก็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากนั้นพนักงานหยิบจะเดินไปหยิบสินค้าตามใบพิกลิสต์โดยอาศัยรถฟอล์คลิฟท์หากต้องหยิบสินค้าจากตำแหน่งจัดเก็บที่อยู่ชั้น 2 ขึ้นไปในขณะที่หากเป็นตำแหน่งจัดเก็บในชั้นที่ 1 จะสามารถใช้ Pallet Jack ในการเข้าไปหยิบได้ในทันทีโดยหลังจากที่หยิบสินค้าครบตามใบพิกลิสต์ขั้นตอนถัดไปจะมีพนักงานตรวจสอบความถูกต้อง 2 คนมาตรวจสอบผลการหยิบหากถูกต้องก็จะถ่ายสินค้าออกจากพาเลทไม้ที่ใช้ภายในและขนขึ้นรถบรรทุกเพื่อเตรียมส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป นอกจากนี้พนักงานหยิบต้องนำใบพิกลิสต์ไปคืนและยืนยันกับพนักงานดูแลเพื่อปรับระดับสินค้าคงคลังให้ถูกต้อง

3.4 เอกสารที่ใช้ภายในบริษัทกรณีศึกษา

เอกสารที่ใช้ภายในบริษัทกรณีศึกษาจะเป็นตัวบ่งบอกสถานะจัดเก็บและการเคลื่อนที่ของสินค้าซึ่งหากสินค้าสูญหายหรือจำนวนสินค้าไม่ตรงกับฐานข้อมูลของบริษัทจะสามารถติดตามข้อมูลย้อนกลับไปหาความผิดพลาดได้จากเอกสารนี้โดยจากข้อมูล 1 ปีในอดีตของบริษัทกรณีศึกษาผู้วิจัยสามารถสรุปจำนวนและความหมายของเอกสารได้ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ความหมายและจำนวนเอกสารที่ออกในระยะเวลา 1 ปี

ตัวย่อของเอกสาร	**ความหมายของเอกสาร**	**จำนวนเอกสาร**
AIM	ใบปรับต้นทุนสินค้านำเข้า	606
DE	ลดจากการนับ	3
DFQ	ใบปรับปรุงสินค้า	6
EX	บิลตัวอย่างสำหรับลูกค้า	1320
IMP	ใบรับสินค้า (ขาย) ต่างประเทศ	204
IMPC	ใบรับสินค้า(ส่งลูกค้าตรง) ต่างประเทศ	5
IN	ใบขายสินค้า	44552
MIX	ใบแปรรูปสินค้า	617
MOV	ใบย้ายตัวเลขสินค้าเสียหาย SP	662
PIN	ใบเพิ่มหนี้	3
RCP	ใบลดหนี้ (ลดราคา)	31
REX	ใบรับคืนสินค้าตัวอย่างสำหรับลูกค้า	1475
RIMP	ใบส่งคืนสินค้า (เจ้าหนี้ต่างประเทศ)	8
RIN	ใบรับคืนสินค้า	3392
RST	ใบส่งคืนสินค้า (เจ้าหนี้ในประเทศ)	207
ST	ใบรับสินค้า (ขาย) ในประเทศ	2348
STC	ใบรับสินค้า(ส่งลูกค้าตรง) ในประเทศ	420
TRF	ใบย้ายตำแหน่งเก็บสินค้า	440

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 3.3 เอกสารที่มีความสำคัญในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าคือ IMP, IMPC, IN, ST และ STC เนื่องจากเป็นเอกสารที่บ่งบอกถึงข้อมูลปริมาณและเวลานำของสินค้าในการรับเข้าและจ่ายออกจากศูนย์กระจายสินค้าโดยมีตัวอย่างข้อมูลในอดีตที่ได้จากระบบฐานข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 3.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

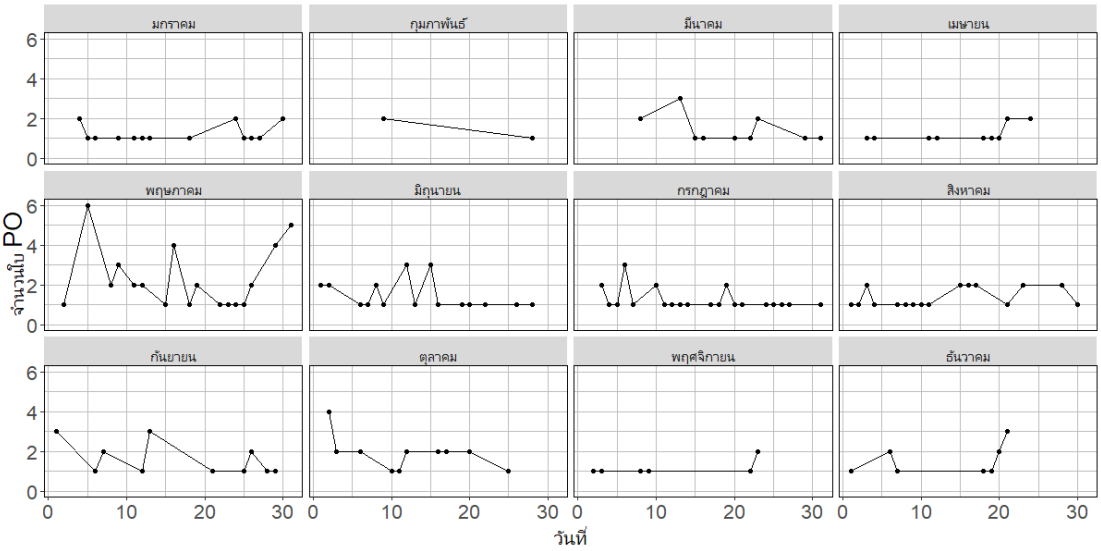
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลเอกสารในระบบฐานข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา

รหัสสินค้า	ชื่อสินค้า	วันออกเอกสาร	รหัสเอกสาร	จำนวนขาสินค้าเข้า	จำนวนขาสินค้าออก
3460000010	LONDON 10 W/3000K โคมฉาย LED 10W/BLite	2017-01-04	IMP6001/0001	1000	0
4610020	AK27501 – Nosing 29 (2000L)/Kyodo	2017-02-14	IMPC6002/001	970	0
1025555022	41870 WFL (EXN) MR16 12V50W GU5.3/OSRAM	2017-01-26	IN6001/3017	0	500
1025555022	41870 WFL (EXN) MR16 12V50W GU5.3/OSRAM	2017-01-25	ST6001/0225	500	0
99011602	สายไฟTHW 450/750V IEC01 6 MM สีดำ/PD	2017-12-18	STC6012/024	500	0
...	...	...	...	...	...
9500010	10A(AS-2210A) SELCON(KAGASEL)	2017-12-21	IMP6012/0011	1100	0

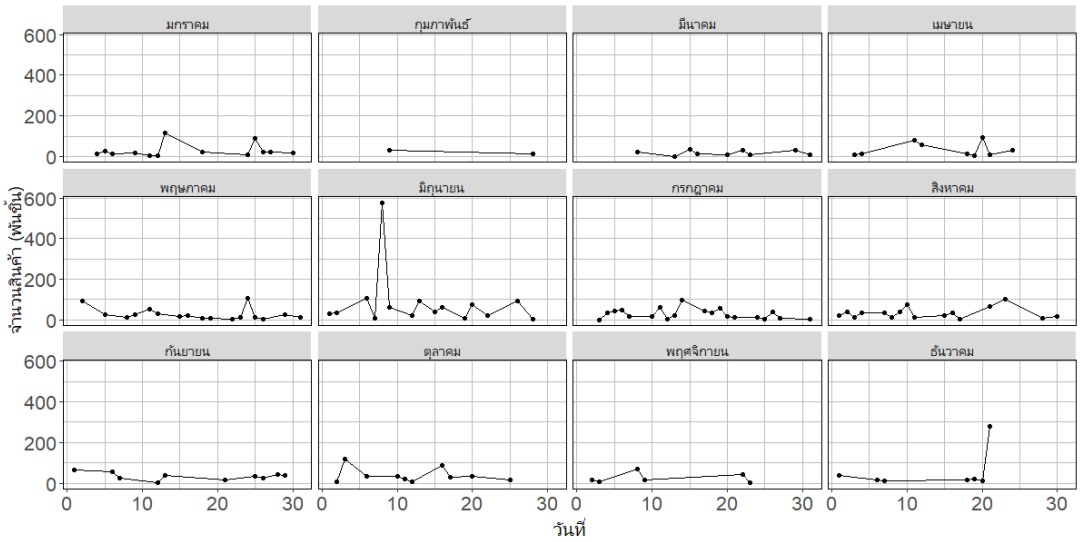
จากตารางที่ 3.4 จะเห็นว่าเอกสาร IMP, IMPC ST และ STC จะมีค่าของ SUM QTY A เนื่องจากเป็นการรับสินค้าเข้ามาในศูนย์กระขายสินค้าโดยที่มีค่า SUM QTY M เป็น 0 ในขณะที่เอกสาร IN จะมีค่า SUM QTY A เป็น 0 แต่มีค่า SUM QTY M แทนเพราะเป็นการจ่ายสินค้าออกจากศูนย์กระจายสินค้า

3.4.1 การวิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าจากต่างประเทศ (IMP)

สำหรับเอกสารใบรับสินค้าผู้วิจัยได้นำข้อมูลช่วงเวลา 1 ปีในอดีตมาวิเคราะห์ในส่วนของจำนวนเอกสารที่เกิดขึ้นต่อวันและปริมาณการสั่งซื้อต่อวันโดยให้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.8 และ รูปที่ 3.9 ตามลำดับ



รูปที่ 3.8 จำนวนเอกสาร IMP รายวันจำแนกตามเดือน

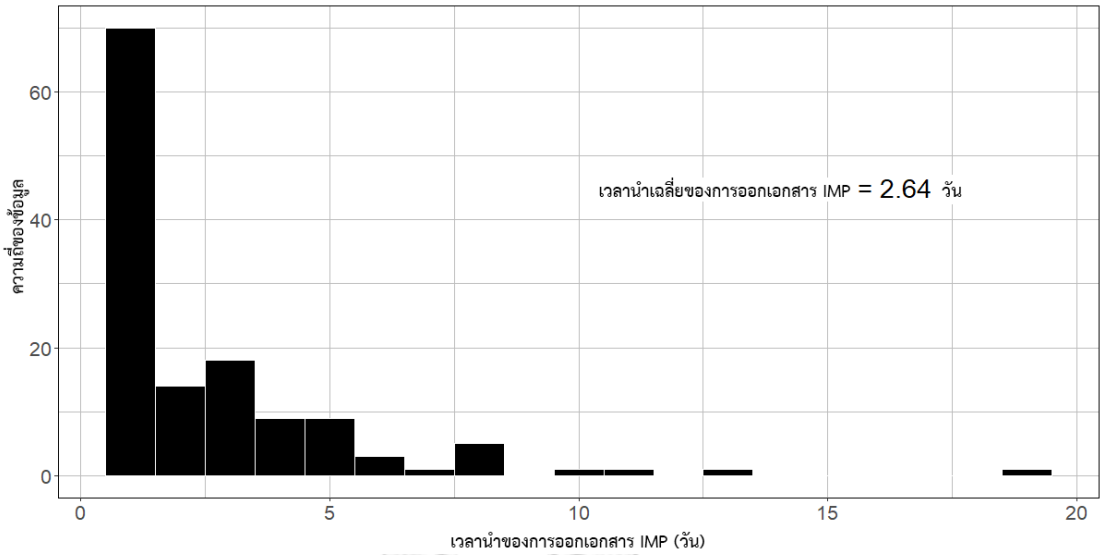


รูปที่ 3.9 จำนวนสินค้ารับเข้าจากเอกสาร IMP รายวันจำแนกตามเดือน

จากรูปที่ 3.8 และ 3.9 ไม่ปรากฏแนวโน้มของรูปแบบของอนุกรมเวลา (Time-series) แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าในวันที่ 8 มิถุนายนของรูปที่ 3.9 มีจำนวนปริมาณสินค้ารับเข้าสูงกว่าวันอื่น เนื่องมาจากเป็นการสั่งซื้อสินค้ามาเตรียมรองรับช่วงกลางปีเพื่อทยอยจ่ายจนสิ้นปี

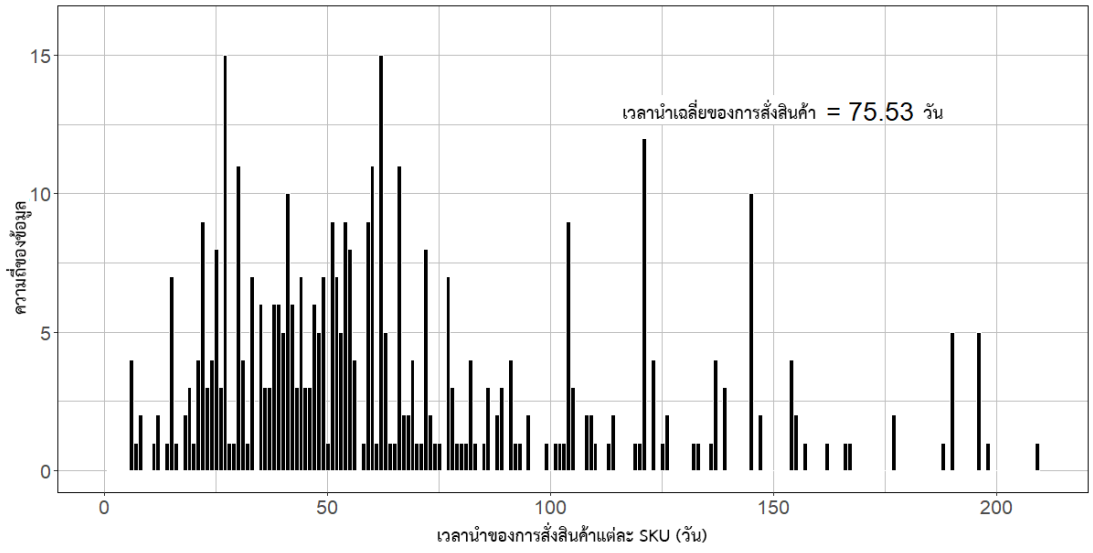
จากที่วิเคราะห์ในส่วนของปริมาณและจำนวนสินค้าต่อมาในส่วนของเวลานำของตัวเอกสารและเวลานำของการสั่งซื้อสินค้าพบว่ามีการสั่งซื้อสินค้าเข้าจากต่างประเทศโดยเฉลี่ย 2.64 วันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.69 วันดังแสดงในรูปที่ 3.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.10 การกระจายตัวของเวลานำในการออกเอกสาร IMP

นอกจากวิเคราะห์ในส่วนของเวลานำในการออกเอกสารแล้วขั้นถัดไปคือการวิเคราะห์เวลานำในการสั่งสินค้าราย SKU เนื่องจากในการออกเอกสาร IMP แต่ละครั้งจำนวน SKU ในการสั่งที่ไม่เหมือนกัน โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือเวลานำในการสั่งสินค้าต่างๆมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 75.53 วันและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 57.01 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.11

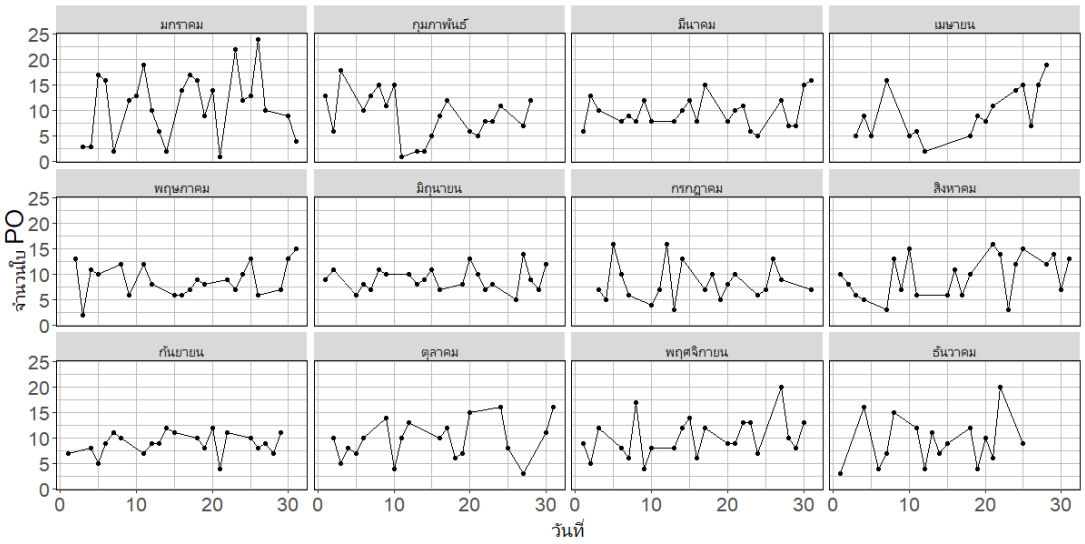


รูปที่ 3.11 การกระจายตัวของเวลานำในการนำเข้าสินค้าจากต่างประเทศจำแนกตาม SKU

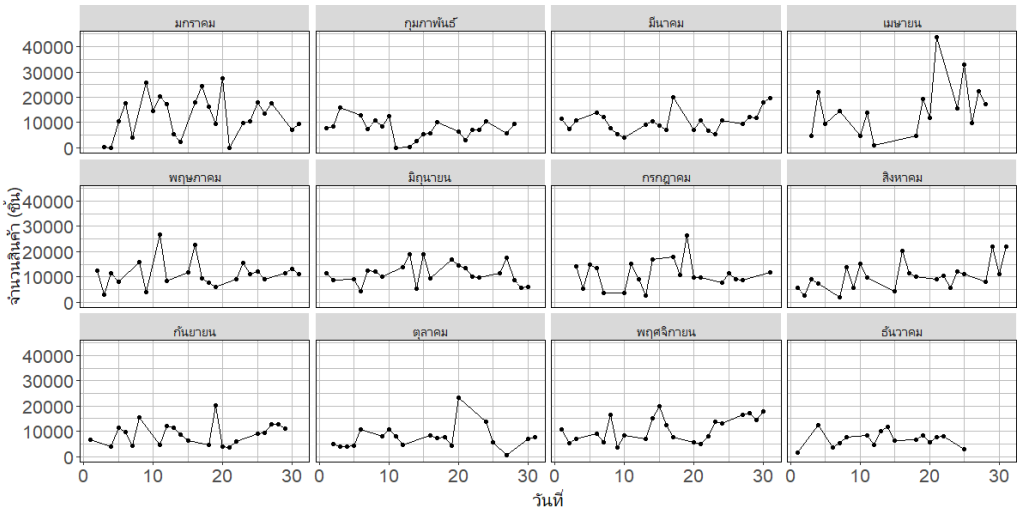
จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่าเวลานำในการสั่งสินค้านำเข้าจากต่างประเทศจะกระจุกตัวอยู่ทางซ้ายของการกระจายตัว และ อยู่ในช่วงตั้งแต่ 10 วันไปจนถึง 230 วัน และดูเหมือนว่าจะมีการกระจายตัว 2 แบบซ้อนกันอยู่ถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์เอกสารการรับสินค้าภายในประเทศ

3.4.2 การวิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าในประเทศ (ST)

หลังจากที่วิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าจากต่างประเทศเสร็จสิ้นถัดมาจะเป็นส่วนของการวิเคราะห์เอกสารใบรับสินค้าในประเทศที่รับจากโรงงานผลิตในจังหวัดปทุมธานีโดยจำนวนเอกสารที่เกิดขึ้นต่อวันและปริมาณการสั่งซื้อต่อวันโดยให้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13 ตามลำดับ



รูปที่ 3.12 จำนวนเอกสาร ST รายวันจำแนกตามเดือน



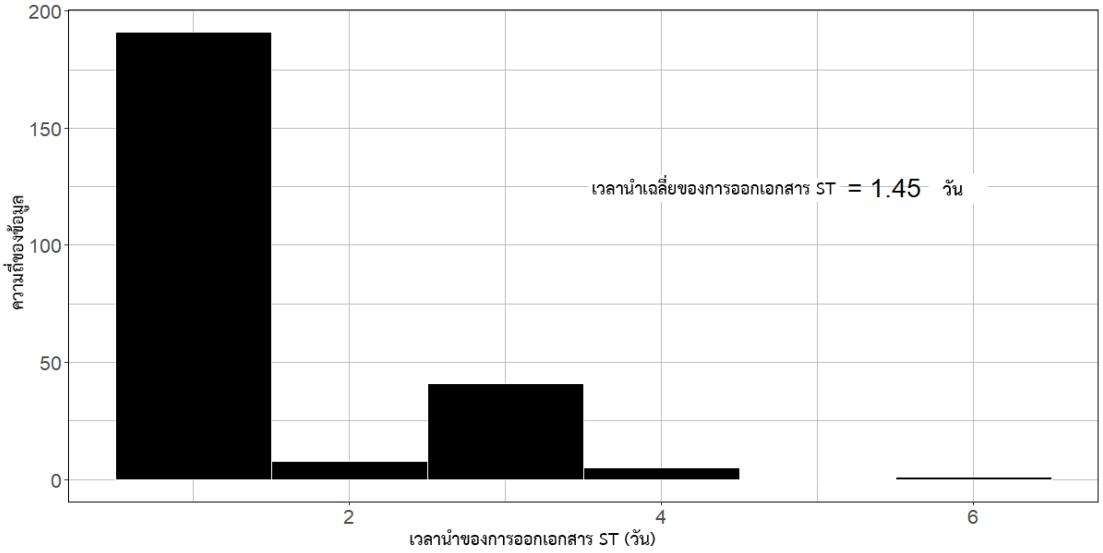
รูปที่ 3.13 จำนวนสินค้ารับเข้าจากเอกสาร ST รายวันจำแนกตามเดือน

จากรูปที่ 3.12 และ 3.13 ไม่ปรากฏแนวโน้มของรูปแบบของอนุกรมเวลาเช่นเดียวกับการรับสินค้าจากต่างประเทศแต่จำนวนการออกเอกสาร ST มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 ครั้งต่อวันในขณะที่การออกเอกสาร IMP มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่เพียง 1 ถึง 2 ครั้งต่อวัน

เมื่อพิจารณาในส่วนของจำนวนสินค้ารับเข้าจากเอกสาร ST รายวันพบว่ามีจำนวนไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเป็นที่น่าสังเกตจากรูปที่ 3.13 หลังช่วงกลางเดือนเมษายนจะพบว่ามีการกระโดด (Spike) ของจำนวนสินค้าที่รับเข้าภายในประเทศเนื่องจากเป็นช่วงเวลาหลังจากเทศกาลสงกรานต์ทำให้สินค้าที่ต้องรับจากวันปกติถูกย้ายมารวมรับเข้าภายในวันเดียว

จากที่วิเคราะห์ในส่วนของปริมาณและจำนวนสินค้าต่อมาในส่วนของเวลานำของตัวเอกสารและเวลานำของการสั่งซื้อสินค้าพบว่ามีการสั่งซื้อสินค้าเข้าจากในประเทศโดยเฉลี่ย 1.45 วันและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.89 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.14

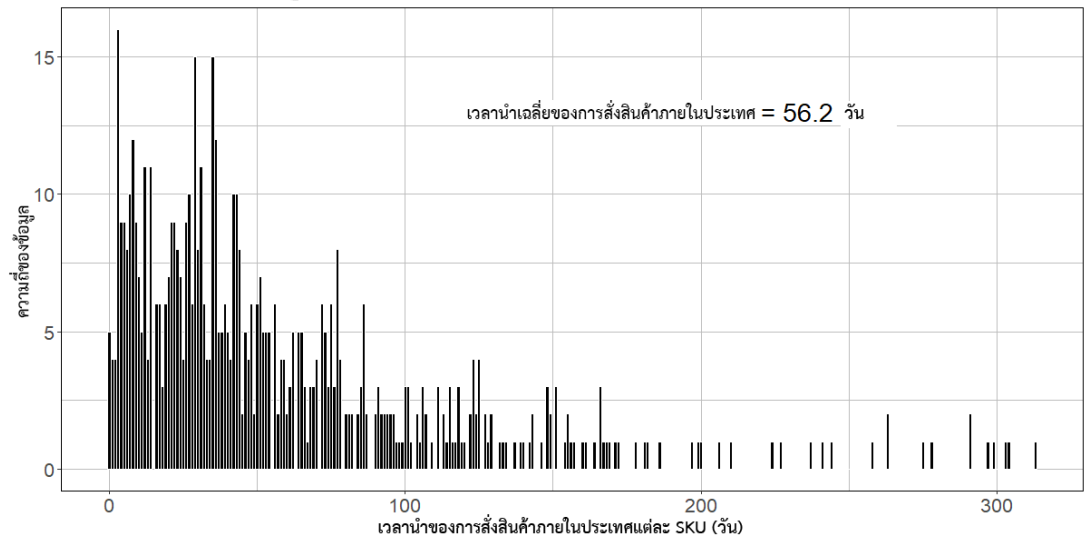
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3.14 การกระจายตัวของเวลานำในการออกเอกสาร ST

นอกจากวิเคราะห์ในส่วนของเวลานำในการออกเอกสารแล้วขั้นถัดไปคือการวิเคราะห์เวลานำในการสั่งสินค้าราย SKU เนื่องจากในการออกเอกสาร ST แต่ละครั้งจำนวน SKU ในการสั่งที่ไม่เหมือนกัน โดยผลที่ได้จากการวิเคราะห์คือเวลานำในการสั่งสินค้าต่างๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 56.20 วันและมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 55.91 วัน ดังแสดงในรูปที่ 3.15

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

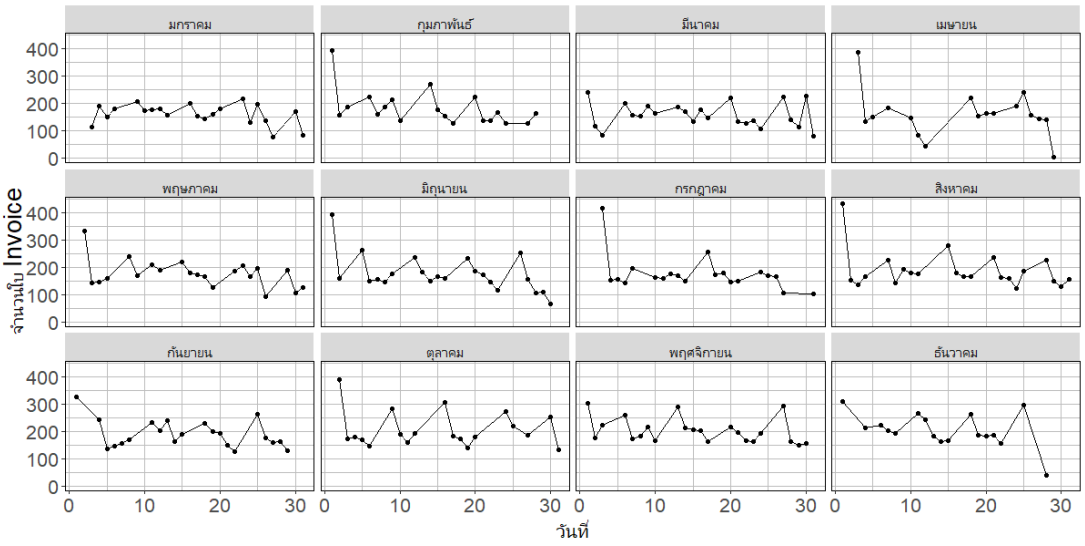


รูปที่ 3.15 การกระจายตัวของเวลานำในการนำเข้าสินค้าจากในประเทศจำแนกตาม SKU

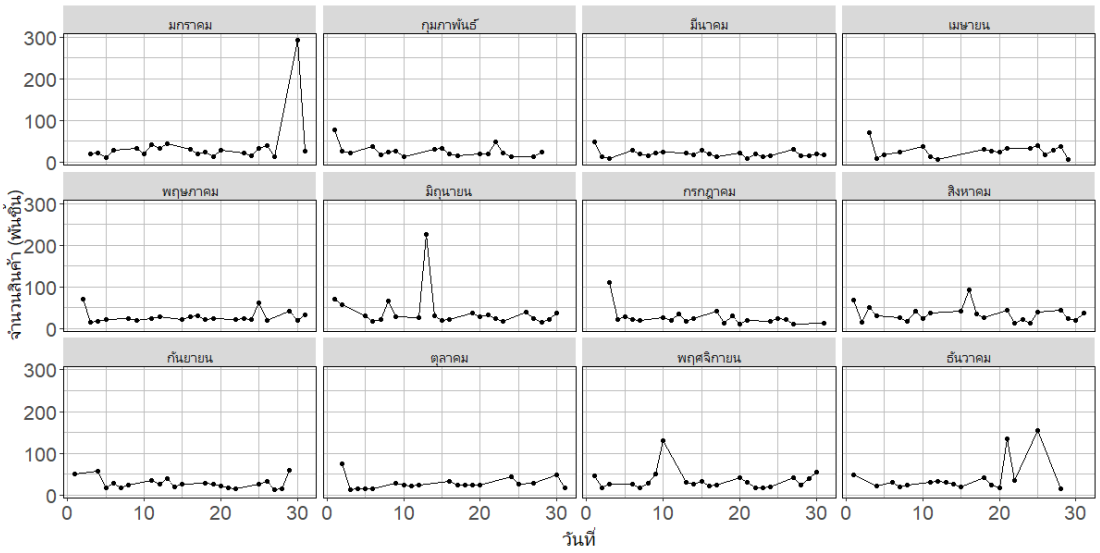
จากรูปที่ 3.15 จะเห็นว่าเวลานำในการรับสินค้าจากภายในประเทศมีการกระจายตัวมากในทางซ้ายของกราฟซึ่งหมายความว่าสินค้าส่วนใหญ่มีเวลานำต่ำกว่า 56.2 วัน ซึ่งเร็วกว่าในการรับสินค้าจากต่างประเทศประมาณ 20 วัน โดยถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์เอกสารใบขายสินค้า

3.4.3 การวิเคราะห์เอกสารใบขายสินค้า (IN)

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ในส่วนของการรับสินค้าเข้าศูนย์กระจายสินค้าสำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงการจ่ายสินค้าออกให้กับลูกค้าโดยอาศัยการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการรับเข้าสินค้าเริ่มต้นจากการวิเคราะห์จำนวนเอกสาร IN ที่เกิดขึ้นในแต่ละวันและปริมาณการสั่งซื้อต่อวันโดยให้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.16 และ 3.17 ตามลำดับ



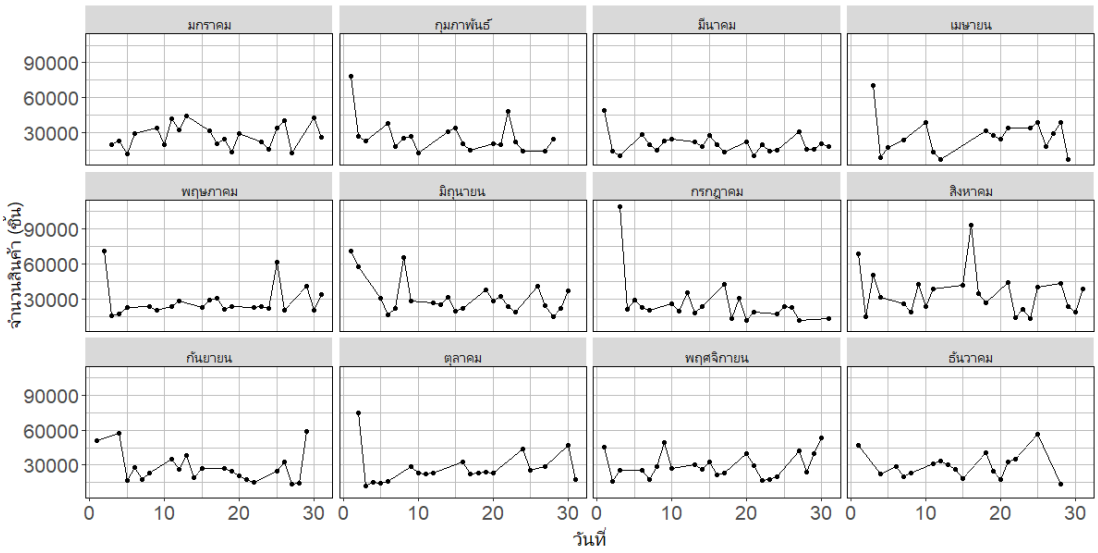
รูปที่ 3.16 จำนวนเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือน



รูปที่ 3.17 จำนวนสินค้าจ่ายออกจากเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือน

จากรูปที่ 3.16 พบว่าในช่วงต้นเดือนของทุกเดือนจะมีการกระโดดของข้อมูล (Spike) ซึ่งเกิดจากการที่พนักงานขายรีบปิดยอดการขายในช่วงสิ้นเดือนของแต่ละเดือนเลยทำให้เกิดการ Spike ดังกล่าวในช่วงต้นเดือนที่ในขณะที่จากรูปที่ 3.17 พบว่าปริมาณสินค้าที่ขายมีการ Spike อย่างมากในบางวันผู้วิจัยจึงได้ลงไปศึกษาเพิ่มเติมพบว่าเกิดจากคำสั่งซื้อของลูกค้าแบบโครงการ (Project) ส่งผลให้ปริมาณสินค้าในวันดังกล่าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องกรองข้อมูลดังกล่าวออกไปก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อได้โดยหลังจากที่กรองข้อมูลเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผลดังแสดงในรูปที่ 3.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



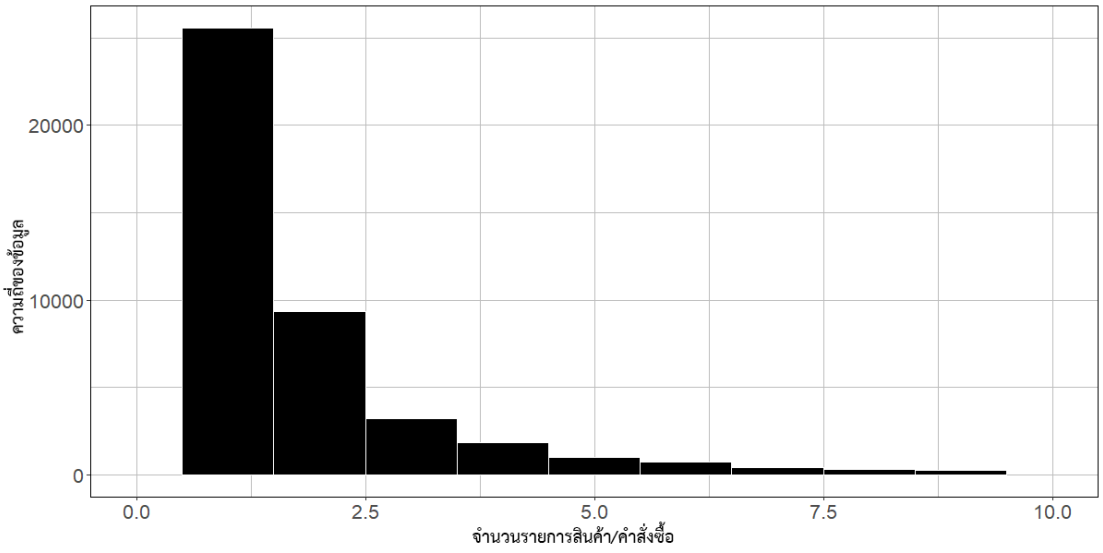
รูปที่ 3.18 จำนวนสินค้าจ่ายออกจากเอกสาร IN รายวันจำแนกตามเดือนหลังกรอกคำสั่งซื้อแบบโครงการ

จากรูปที่ 3.18 จะเห็นได้ว่าหลังจากที่มีการกรองข้อมูลคำสั่งซื้อแบบโครงการออกไปกราฟจำนวนสินค้าที่จ่ายให้ลูกค้ามีความเรียบ (Smooth) ขึ้นซึ่งเนื้อหาในส่วนถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์รูปแบบคำสั่งซื้อจากเอกสาร IN โดยละเอียด

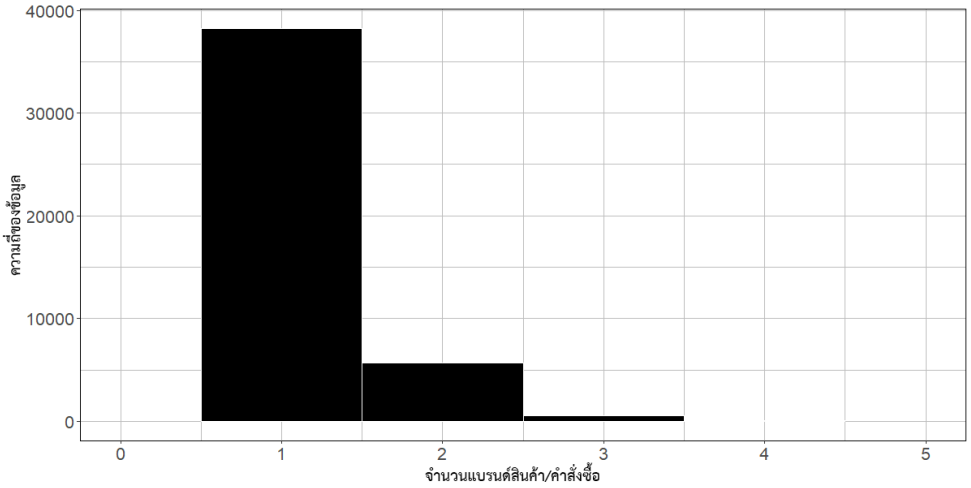
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.5 การวิเคราะห์รูปแบบคำสั่งซื้อ

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ในส่วนของการนำเข้าและจ่ายออกสินค้าของศูนย์กระจายสินค้าไปแล้ว เนื้อหาในส่วนนี้จะพิจารณาในส่วนรูปแบบคำสั่งซื้อจากเอกสาร IN ที่ผ่านการกรองคำสั่งซื้อแบบโครงการแล้วอย่างละเอียดซึ่งจากการพิจารณาคำสั่งซื้อทั้งสิ้น 44552 คำสั่งซื้อที่ประกอบไปด้วย SKU 2264 SKU จากผู้ผลิตทั้งสิ้น 48 แบรนด์โดยไม่สนใจสินค้าประเภทท่อเนื่องจากอยู่นอกเหนือขอบเขตงานวิจัยพบว่าเมื่อนำจำนวนรายการคำสั่งซื้อมาสร้างฮิสโตแกรมดังรูปที่ 3.19 และ รูปที่ 3.20 ตามลำดับ



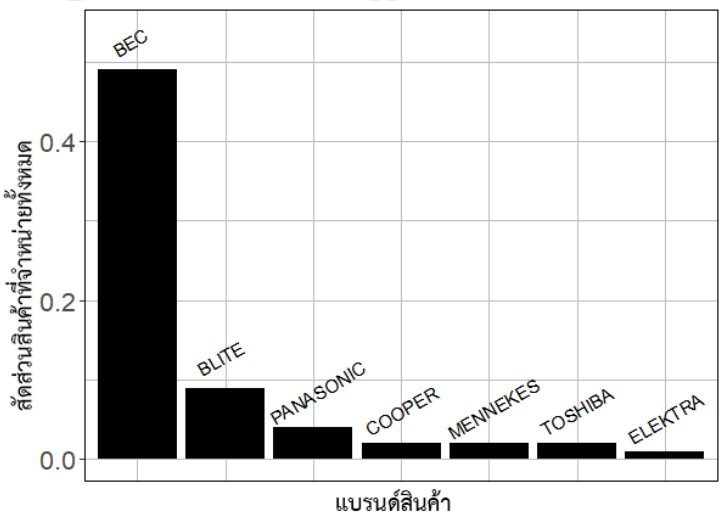
รูปที่ 3.19 การกระจายตัวของจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้อ



รูปที่ 3.20 การกระจายตัวของจำนวนแบรนด์ต่อคำสั่งซื้อ

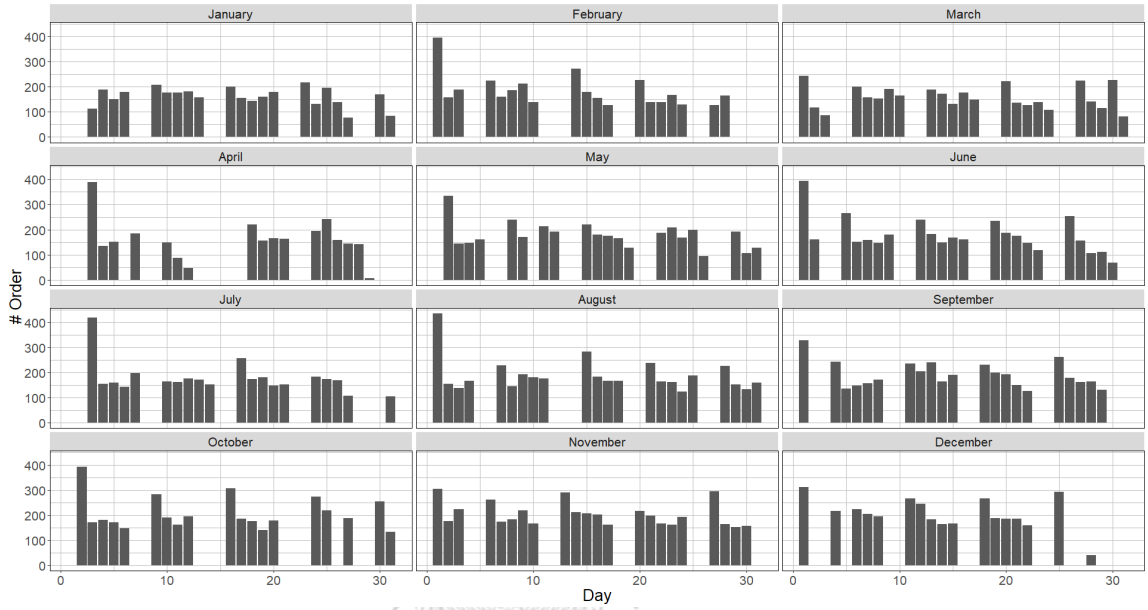
จากรูปที่ 3.19 และ รูปที่ 3.20 พบว่าคำสั่งซื้อส่วนใหญ่ 80% นั้นมีจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้อ (Line Per Order) ต่ำกว่า 3 รายการและมีแบรนด์สินค้าแค่เพียงแบรนด์เดียวเท่านั้นนอกจากนี้หากพิจารณาเพิ่มเฉพาะในส่วนของแบรนด์จะพบว่าคำสั่งซื้อจะกระจุกตัวอยู่ภายใต้แบรนด์หลัก 7 แบรนด์ ดังแสดงในรูปที่ 3.21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



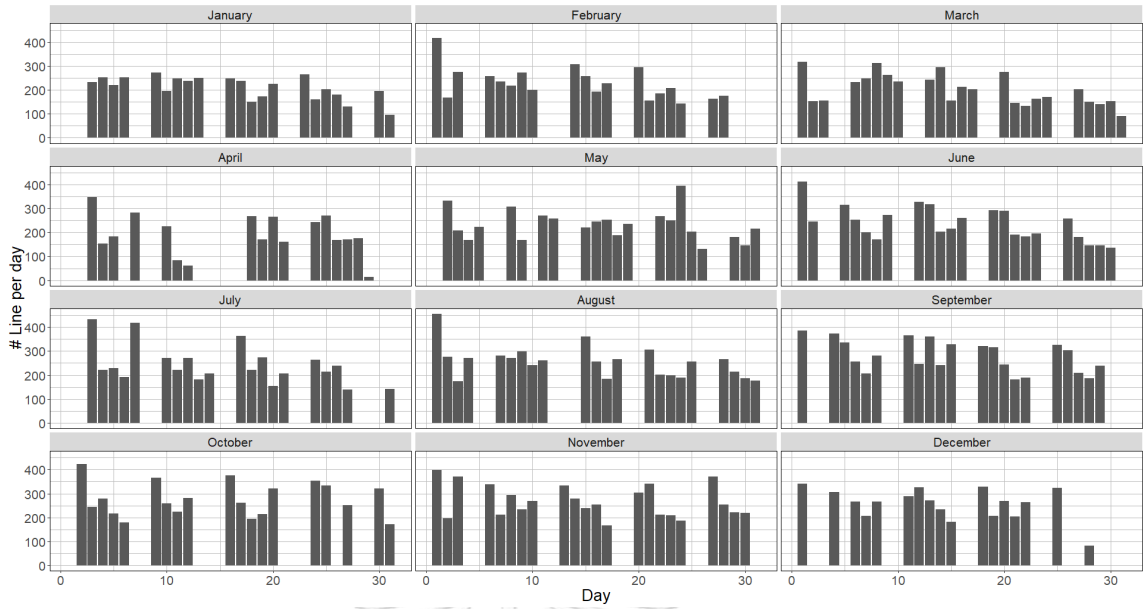
รูปที่ 3.21 สัดส่วนการขายของแบรนด์สินค้า

ในขั้นตอนถัดไปผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลคำสั่งซื้อรายเดือนในส่วนของจำนวนคำสั่งซื้อต่อวัน, จำนวน SKU ต่อวัน และ ปริมาณสินค้าต่อวันไม่ปรากฏรูปแบบของอนุกรมเวลาโดยมีการกระจายตัวของข้อมูลรายวันจำแนกตามเดือนดังแสดงในรูปที่ 3.22-3.24 ตามลำดับ

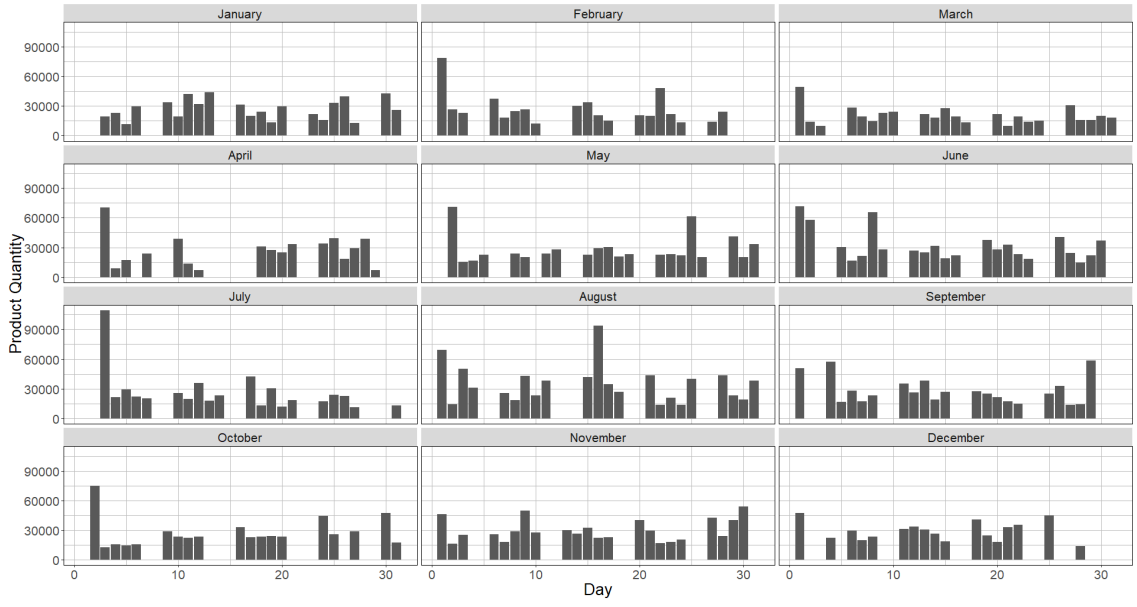


รูปที่ 3.22 จำนวนคำสั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



รูปที่ 3.23 จำนวน SKU ที่สั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน



รูปที่ 3.24 จำนวนปริมาณสินค้าที่ถูกสั่งซื้อต่อวันในแต่ละเดือน

หลังจากที่ได้วิเคราะห์ในส่วนของคำสั่งซื้อเสร็จเรียบร้อยแล้วขั้นตอนถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์กลุ่มของลูกค้า

3.6 การวิเคราะห์กลุ่มลูกค้า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการซื้อขายในอดีตพบว่าศูนย์กระจายสินค้ามีคำสั่งซื้อรวมทั้งสิ้น 44542 คำสั่งซื้อต่อปีจากลูกค้าจำนวนทั้งสิ้น 2130 รายซึ่งสามารถแยกประเภทลูกค้าตามความถี่ในการสั่งซื้อออกได้เป็น 3 ประเภทดังต่อไปนี้

- **กลุ่มค้าส่ง** เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งมากกว่าหรือเท่ากับ 52 ครั้งต่อปี ปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 218 รายคิดเป็น 10.23% ของลูกค้าทั้งหมดแต่สร้างมูลค่าการขายต่อปีเท่ากับ 74.65% ของรายได้ทั้งหมด
- **กลุ่มค้าประจำ** เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งระหว่าง 24-51 ครั้งต่อปี ปัจจุบันมีจำนวนทั้งสิ้น 229 รายคิดเป็น 10.75% ของลูกค้าทั้งหมดแต่สร้างมูลค่าการขายต่อปีเท่ากับ 12.71% ของรายได้ทั้งหมด
- **กลุ่มค้าปลีก** เป็นลูกค้าที่มีความถี่ในการสั่งน้อยกว่าหรือเท่ากับ 23 ครั้งต่อปี มีจำนวนทั้งสิ้น 1683 รายคิดเป็น 79.02% ของลูกค้าทั้งหมดแต่สร้างมูลค่าการขายต่อปีเท่ากับ 12.64% ของรายได้ทั้งหมด

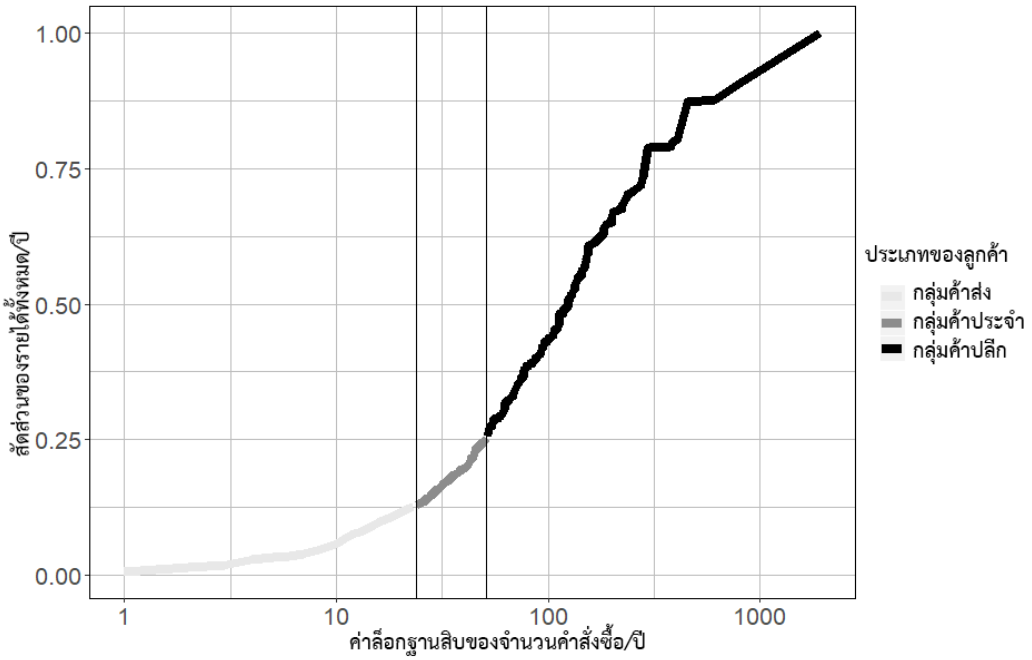
ผลจากการแยกประเภทลูกค้าตามความถี่ในการสั่งซื้อสามารถสรุปหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนรายการ, ปริมาณสินค้า และ มูลค่าการขายได้ดังแสดงในตารางที่ 3.5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 3.5 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานแยกตามประเภทลูกค้า

	กลุ่มค้าส่ง (≥ 52 ครั้งต่อปี)	**กลุ่มค้าประจำ (24-51 ครั้งต่อปี)**	**กลุ่มค้าปลีก (≤ 23 ครั้งต่อปี)**
จำนวนรายการ	129 ± 151	36 ± 8	5 ± 6
สินค้า (พันชิ้น)	23.7 ± 57.1	3.8 ± 3.9	0.4 ± 1.5
มูลค่า (พันบาท)	2023.7 ± 5078.0	328.0 ± 268.3	44.4 ± 134.0

จากตารางที่ 3.5 เป็นที่น่าสังเกตว่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากในกลุ่มลูกค้าประเภทค้าส่งโดยถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์รายได้ที่เกิดขึ้นโดยแยกประเภทตามกลุ่มลูกค้าดังแสดงในรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 สัดส่วนการแบ่งประเภทลูกค้าจากความถี่สะสมในการสั่งซื้อ

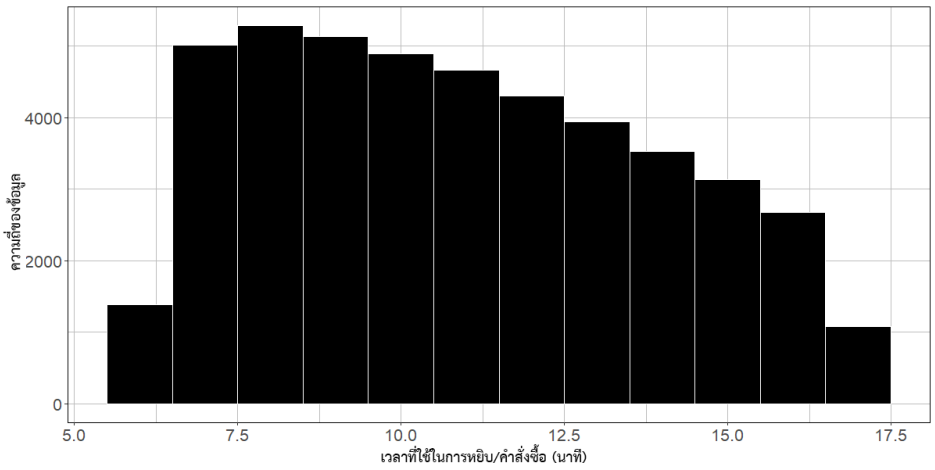
จากตารางที่ 3.5 และรูปที่ 3.25 สามารถสรุปได้ว่ากลุ่มค้าส่งสร้างรายได้เป็น 74.65% ของรายได้ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในขณะที่กลุ่มค้าประจำและค้าปลีกซึ่งมีจำนวนมากกว่า 80% ของลูกค้าทั้งหมดสร้างรายได้เพียง 25.35% ของรายได้ทั้งหมด

จากการวิเคราะห์รูปแบบคำสั่งซื้อและการวิเคราะห์กลุ่มลูกค้าทำให้ผู้วิจัยพบเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นในศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาโดยในส่วนของรายละเอียดของปัญหาจะอธิบายถัดไปในหัวข้อถัดไป

3.7 ปัญหาที่พบในศูนย์กระจายสินค้าและแนวทางแก้ไข

จากการวิเคราะห์รูปแบบการสั่งซื้อของลูกค้าและตำแหน่งการจัดวางพบว่าลูกค้าส่วนใหญ่ซื้อสินค้าโดยมีจำนวนรายการต่อคำสั่งซื้ออยู่ในช่วง 1-3 รายการและมีจำนวนแบรนด์ต่อรายการแค่เพียงแบรนด์เดียวเท่านั้นแต่เนื่องด้วยการจัดเก็บในหน่วยพาเลทพร้อมทั้งนโยบายการหยิบแบบรายคำสั่งซื้อพนักงานหยิบจึงมักจะเสียเวลาในการเดินทางเพื่อเข้าไปหยิบสินค้าเพียงไม่กี่ชิ้นออกมาจากพาเลทที่อยู่บนชั้นแร็คแล้วขนพาเลทกลับขึ้นไปเก็บโดยใช้เวลาในการหยิบดังแสดงในรูปที่ 3.26

Chulalongkorn University



รูปที่ 3.26 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า

จากรูปที่ 3.26 พบว่าเวลาเฉลี่ยในการหยิบสินค้าอยู่ที่ 10.94 นาทีซึ่งอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ของบริษัทที่ 10 นาทีเป็นผลมาจากความไม่สอดคล้องกันของรูปแบบคำสั่งซื้อและวิธีการจัดเก็บตามที่ได้กล่าวไปในเบื้องต้นทำให้เสียเวลาในการหยิบแต่ละครั้งดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำเสนอ FPA ให้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยจะพิจารณาถึงปัจจัย 4 ข้อดังต่อไปนี้

- ขนาดพื้นที่สำหรับ FPA
- การจัดอันดับความสำคัญของสินค้า
- การปันส่วนพื้นที่ของสินค้าใน FPA
- วิธีการจัดวางสินค้าใน FPA

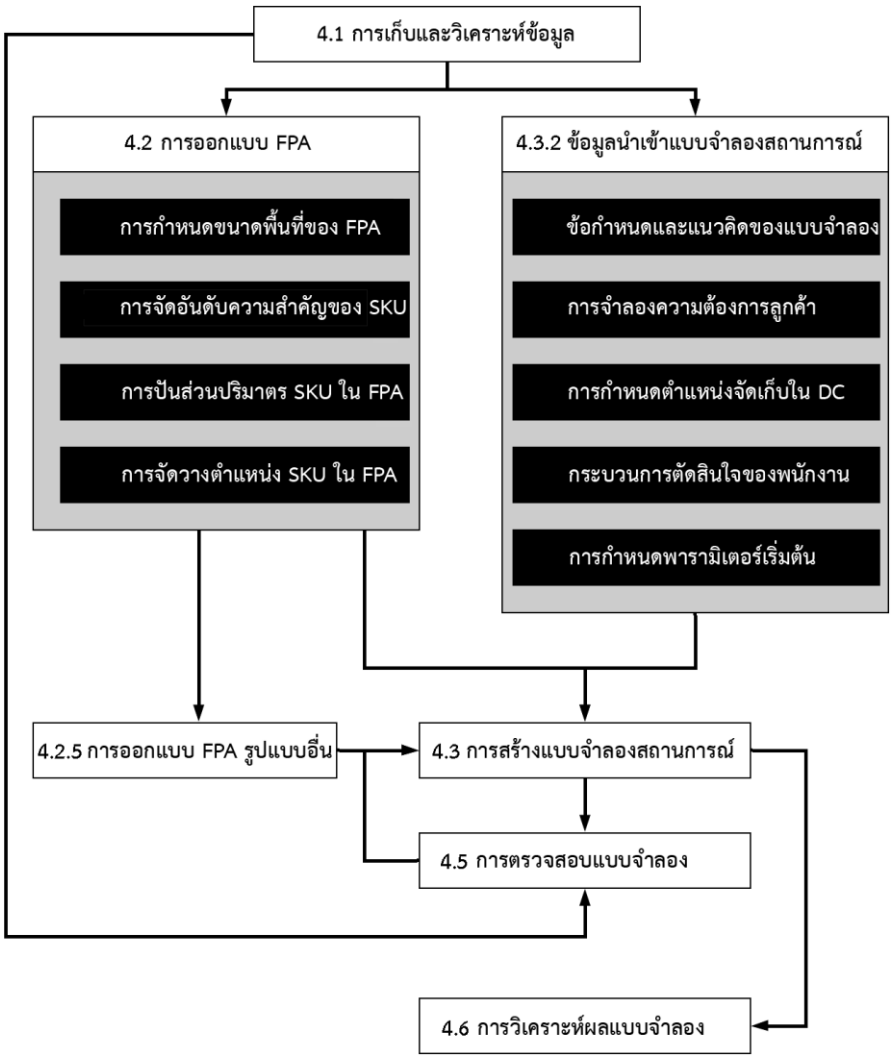
ซึ่งปัจจัย 4 ข้อนี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อค่า Net-benefits ในการออกแบบ FPA โดยในส่วนของรายละเอียดการออกแบบ FPA และการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จะกล่าวในบทถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากแนวทางการแก้ไขปัญหาด้วยการออกแบบ FPA ที่ได้กล่าวไปแล้วในบทก่อนหน้าสำหรับเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยโดยจะเริ่มจากการขอข้อมูลการซื้อขายเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบ FPA ถัดจากนั้นก็จะนำข้อมูลชุดเดียวกันไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อวัด และ ประเมินผลการออกแบบดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

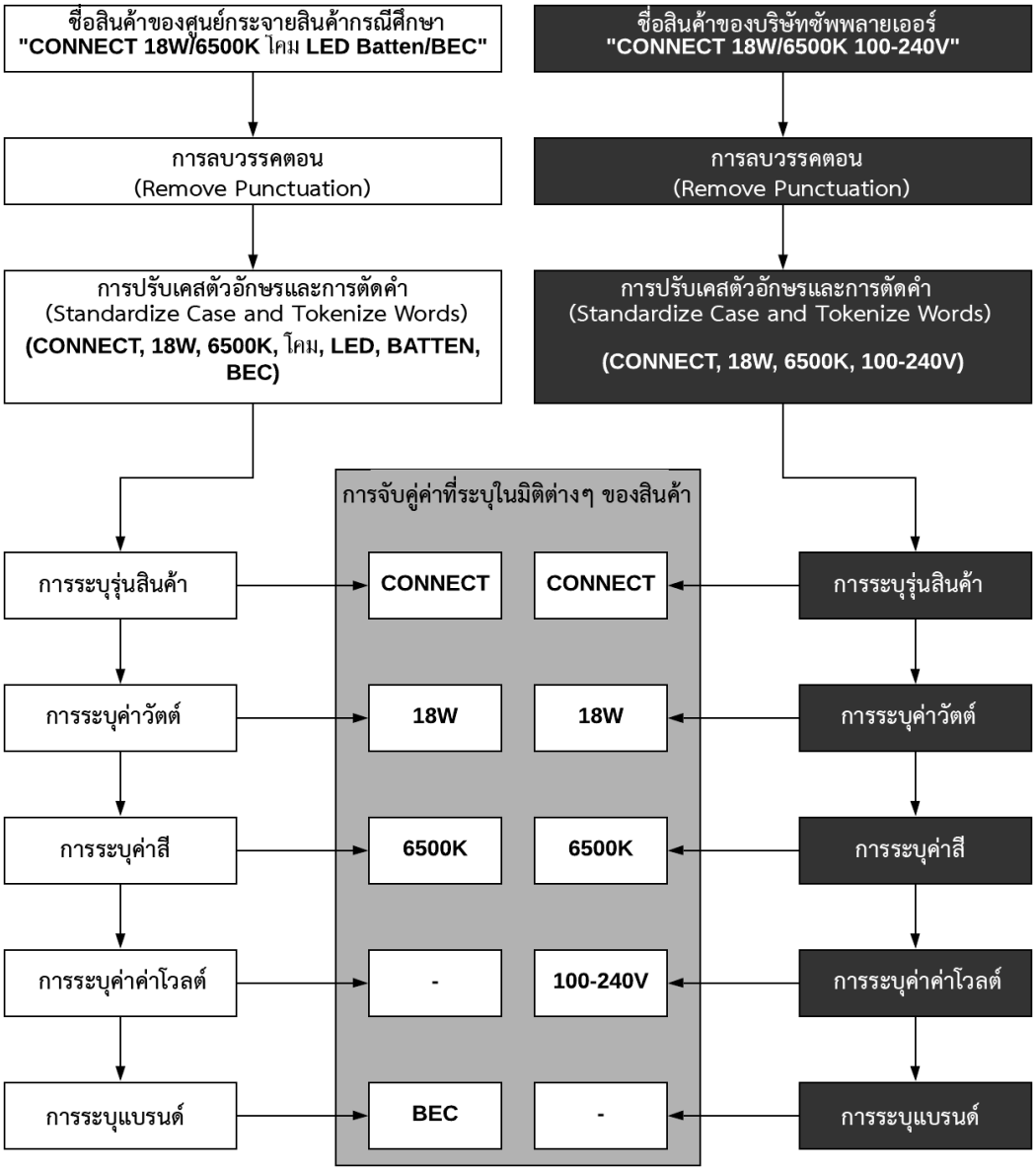
4.1 การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล

ในขั้นตอนแรกของการดำเนินงานวิจัยผู้วิจัยได้ลงไปปฏิบัติงานภายในศูนย์กระจายสินค้า พร้อมทั้งเก็บข้อมูลดังต่อไปนี้เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ FPA และ การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ อาทิเช่น ข้อมูลการซื้อขายในช่วงระยะเวลา 1 ปี แผนผังของศูนย์กระจายสินค้าและตำแหน่งจัดเก็บ เป็นต้น โดยในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นได้กล่าวถึงแล้วในหัวข้อที่ 3.4-3.6

4.1.1 ข้อมูลสำหรับการออกแบบ FPA

สำหรับการออกแบบ FPA ข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบคือ ความถี่ในการหยิบสินค้าและจำนวนการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละ SKU ขนาดของกล่องสินค้าเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณ Flow ของ SKU และสุดท้ายคือแผนผังของคลังสินค้าที่ทราบขนาดจัดเก็บของปริมาตรในตำแหน่งจัดเก็บต่างๆ ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยได้ลงไปปฏิบัติงานจริงพบว่ามีเพียงข้อมูลในส่วนของขนาดกล่องสินค้าเท่านั้นที่ไม่สามารถหาได้เนื่องจากศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาไม่ได้ทำการบันทึกข้อมูลในส่วนขนาดของกล่องสินค้าไว้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการขอข้อมูลจากบริษัทซัพพลายเออร์ที่รับหน้าที่ทำบรรจุภัณฑ์ให้กับศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาเพื่อขอให้ได้ข้อมูลในส่วนของขนาดกล่องสินค้า

อย่างไรก็ตามชื่อสินค้าที่บริษัทซัพพลายเออร์ตั้งให้กับสินค้ามีความแตกต่างจากชื่อที่ศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษาตั้งให้กับสินค้าดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องอาศัยกระบวนการขุดข้อความ (Text Mining) ในการจับคู่และระบุขนาดกล่องสินค้าจากข้อมูลของบริษัทซัพพลายเออร์โดยมีกระบวนการดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างขั้นตอนการจับคู่ระหว่างชื่อสินค้าของซัพพลายเออร์กับศูนย์กระจายสินค้ากรณีศึกษา

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่าขั้นตอนการขุดข้อความสำหรับการจับคู่ชื่อสินค้ามีทั้งหมด 8 ขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม R/RStudio Version 1.2.1335 **[15]** ในการทำการขุดข้อความโดยในส่วนของรายละเอียดและแนวคิดในการจับคู่จะอธิบายทีละขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.การลบวรรคตอน (Removing Punctuation)

ชื่อของสินค้าที่เข้ามาอาจจะมีช่องว่างระหว่างคำหรือสัญลักษณ์ที่เชื่อมระหว่างตัวอักษร ดังนั้นเพื่อให้สามารถวิเคราะห์ตัวอักษรได้อย่างถูกต้องจึงจำเป็นที่จะต้องกำจัดสัญลักษณ์วรรคตอนเหล่านี้ {“/”, “;”, “:”, “\”, “.”} เป็นต้นออกจากชื่อสินค้าโดยคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม R คือ removePunctuation() จาก Package “tm”

2.การปรับเคสตัวอักษรและการตัดคำ (Standardize Case and Tokenize Words)

ในการจับคู่ชื่อของสินค้าแม้ว่าจะเป็นตัวอักษรเดียวกันแต่หากเป็นเคสตัวใหญ่กับตัวเล็กในทางการขุดข้อความถือว่าอักษรทั้งสองตัวเป็นคนละตัวกันดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการปรับเคสของตัวอักษรให้เป็นมาตรฐานโดยถ้าปรับเป็นตัวใหญ่ก็ต้องเป็นตัวใหญ่ทั้งหมดหรือหากเป็นตัวเล็กก็ต้องเป็นตัวเล็กทั้งหมดไม่เช่นนั้นจะนำไปสู่ความผิดพลาดในกับจับคู่ชื่อสินค้าได้โดยคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม R คือ toupper() ต่อมาคือการตัดคำซึ่งส่วนใหญ่จะอาศัยการตัดด้วยช่องว่างระหว่างตัวอักษรหรือสัญลักษณ์โดยคำสั่งที่ใช้ในโปรแกรม R คือ str_split() และกำหนด argument ของ pattern ตามสัญลักษณ์ที่ต้องการใช้เป็นตัวตัดคำซึ่งหลังจากที่ตัดคำเสร็จเรียบร้อยจะได้เซ็ตของคำเพื่อนำไปพิจารณาต่อในขั้นตอนถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.การระบุรุ่นสินค้า (Series Identification)

ในส่วนของการหาชื่อรุ่นสินค้าจากวิธีการตั้งชื่อสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาพบว่าชื่อของรุ่นมักจะถูกตั้งอยู่ในคำแรกหรือคำที่สองของชื่อสินค้าโดยชื่อรุ่นที่ต้องการในการจับคู่จะต้องเป็นภาษาอังกฤษล้วนหรือภาษาอังกฤษผสมกับตัวเลขแต่ว่าในบางกรณีชื่อรุ่นของสินค้าก็เป็นตัวเลขล้วน

เช่นกัน ในขณะที่การตั้งชื่อสินค้าของซัพพลายเออร์ก็กำหนดชื่อรุ่นอยู่ในคำแรกหรือคำที่สองเช่นกัน ส่งผลให้ในบางครั้งจำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบไปมาระหว่างชื่อของบริษัททั้งสองและต้องอาศัยการลงไปตรวจทานด้วยตาของผู้วิจัยเองในบางกรณี

4.การระบุค่าวัตต์ (Watt Identification)

สำหรับการหาค่าวัตต์ของสินค้าสามารถหาได้ง่ายเนื่องจากหลังขั้นตอนการตัดคำจะมีเพียงคำที่เริ่มต้นด้วยตัวเลขและลงท้ายด้วยตัว “W” เท่านั้นที่จะบ่งบอกถึงค่าวัตต์แต่สำหรับในกรณีที่ชื่อสินค้าไม่มีค่าวัตต์ผู้วิจัยก็ยังสามารถใช้ค่าอื่นในการจำแนกสินค้าสำหรับการจับคู่ได้เพียงแต่ความแม่นยำในการจับคู่ที่ลดลงทำให้ผู้วิจัยต้องอาศัยการตรวจสอบด้วยตัวเองอีกครั้งสำหรับสินค้าที่ข้อมูลไม่ครบ

5.การระบุค่าสี (Color Identification)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การหาค่าสีของสินค้าจะมาในรูปแบบของค่า K ซึ่งเป็นวิธีการบอกถึงเฉดสีจากอุณหภูมิในหน่วยของเคลวิน (Kelvin) หรือเรียกว่าอุณหภูมิของแสงซึ่งหลักการในการจำแนกก็เหมือนกับในการหาค่าวัตต์คือต้องเป็นคำที่เริ่มต้นด้วยตัวเลขและลงท้ายด้วยตัว “K” เท่านั้นที่จะบ่งบอกถึงค่าสีแต่สำหรับในกรณีที่ชื่อสินค้าไม่มีค่าสีผู้วิจัยก็ยังสามารถใช้ค่าอื่นในการจำแนกสินค้าสำหรับการจับคู่ได้เพียงแต่ความแม่นยำในการจับคู่ที่ลดลงทำให้ผู้วิจัยต้องอาศัยการตรวจสอบด้วยตัวเองอีกครั้งสำหรับสินค้าที่ข้อมูลไม่ครบ

6.การระบุค่าโวลต์ (Voltage Identification)

ในขั้นตอนการหาค่าโวลต์ของสินค้าจะมีความแตกต่างจากการหาค่าวัตต์และค่าสีเนื่องจากค่าโวลต์จะมาในรูปแบบของช่วงตัวเลขที่ลงท้ายด้วย “V” ซึ่งทำให้ในการหาค่าโวลต์ต้องจับคู่ระหว่างทั้งค่าโวลต์ต่ำสุดและโวลต์สูงสุดของสินค้าแต่สำหรับในกรณีที่ชื่อสินค้าไม่มีค่าโวลต์ผู้วิจัยก็ยังสามารถใช้ค่าอื่นในการจำแนกสินค้าสำหรับการจับคู่ได้เพียงแต่ความแม่นยำในการจับคู่ที่ลดลงทำให้ผู้วิจัยต้องอาศัยการตรวจสอบด้วยตัวเองอีกครั้งสำหรับสินค้าที่ข้อมูลไม่ครบ

7.การระบุแบรนด์ (Brand Identification)

สำหรับขั้นตอนการหาชื่อแบรนด์ของสินค้าจะมีความแตกต่างจากการหาค่าอื่นเนื่องจากผู้วิจัยมีข้อมูลชื่อของแบรนด์ที่บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้จำหน่ายดังนั้นทำให้สามารถค้นหาชื่อแบรนด์ได้จากชื่อสินค้าโดยตรงโดยอาศัยคำสั่งจากโปรแกรม R คือ str_extract() และใส่ค่า argument ของ pattern ตามชื่อแบรนด์ที่ต้องการค้นหาจากชื่อสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

8.การจับคู่ระหว่างค่าต่างๆ หลังทำการขุดข้อความ

สำหรับขั้นตอนสุดท้ายเพื่อให้ได้มาซึ่งขนาดของกล่องสินค้าแต่ละ SKU จากขั้นตอนที่ 3-7 ในการทำการขุดข้อความเพื่อหาค่าต่างๆผู้วิจัยได้ใช้คำสั่งในโปรแกรม R คือ left_join() จาก Package “dplyr” ในการเชื่อมข้อมูลโดยใช้ค่าของ ชื่อรุ่นของสินค้า ค่าวัตต์ของสินค้า ค่าสีของสินค้า ค่าโวลต์ของสินค้า และ ชื่อแบรนด์ของสินค้า ในการจับคู่โดยมีตารางข้อมูลชื่อสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาและ

ตารางข้อมูลของชื่อและขนาดกล่องสินค้าของซัพพลายเออร์ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างข้อมูลชื่อสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาที่ผ่านกระบวนการขุดข้อความ

รหัสสินค้า	**ชื่อสินค้า**	**รุ่นสินค้า**	**วัตต์**	**สี**	**โวลต์**	**แบรนด์**
3885015005	BEAM 20W/3000K หลอด LED E27/BEC	BEAM	20W	3000K		BEC
3885015010	BEAM 20W/6000K หลอด LED E27/BEC	BEAM	20W	6000K		BEC
3885015015	BEAM 30W/3000K หลอด LED E27/BEC	BEAM	30W	3000K		BEC
3885015020	BEAM 30W/6000K หลอด LED E27/BEC	BEAM	30W	6000K		BEC
3887200050	BENDER-B 7W/3000K สีดำ โคมติดลอย LED/BEC	BENDER-B	7W	3000K		BEC
3887200055	BENDER-B 7W/6000K สีดำ โคมติดลอย LED/BEC	BENDER-B	7W	6000K		BEC
...	...	...	...	...	...	...
3884905060	VINTAGE-S 2W/2700K หลอด LED Filament E14/BEC	VINTAGE-S	2W	2700K		BEC

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลชื่อและขนาดของสินค้าของบริษัทซัพพลายเออร์ที่ผ่านกระบวนการขุดข้อความ

ชื่อสินค้า	รุ่นสินค้า	วัตต์	สี	โวลต์	แบรนด์	กว้าง (มม.)	ยาว (มม.)	สูง (มม.)	จำนวนชิ้น/กล่อง
BEAM 20W/3000K E27 100-277V	BEAM	20W	3000K	100-277V		430	430	315	50
BEAM 20W/6000K E27 100-277V	BEAM	20W	6000K	100-277V		430	430	315	50
BEAM 30W/3000K E27 100-277V	BEAM	30W	3000K	100-277V		540	540	390	50
BEAM 30W/6000K E27 100-277V	BEAM	30W	6000K	100-277V		540	540	390	50
BENDER-B 7W/3000K 100-240V	BENDER-B	7W	3000K	100-240V		260	680	470	20
BENDER-B 7W/6000K 100-240V	BENDER-B	7W	6000K	100-240V		260	680	470	20
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
VINTAGE-S 2W/2700K E14 220-240V	VINTAGE-S	2W	2700K	220-240V		223	430	301	100

CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 เมื่อนำข้อมูลของทั้งสองตารางมาจับคู่ด้วยโปรแกรม R ผ่านคำสั่ง left_join() จะทำให้ข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษามีขนาดของกล่องสินค้าและจำนวนชิ้นของสินค้าต่อกล่องดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลชื่อและขนาดของสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาหลังการจับคู่

รหัสสินค้า	**ชื่อสินค้า**	**กว้าง (มม.)**	**ยาว (มม.)**	**สูง (มม.)**	**จำนวนชิ้น/กล่อง**
3885015005	BEAM 20W/3000K หลอด LED E27/BEC	530	330	345	25
3885015010	BEAM 20W/6000K หลอด LED E27/BEC	530	330	345	25
3885015015	BEAM 30W/3000K หลอด LED E27/BEC	530	330	345	25
3885015020	BEAM 30W/6000K หลอดLED E27/BEC	530	330	345	25
3887200050	BENDER-B 7W/3000K สีดำ โคมติดลอย LED/BEC	520	325	340	25
3887200055	BENDER-B 7W/6000K สีดำ โคมติดลอย LED/BEC	520	325	340	25
...	...	...	...	...	...
3884905060	VINTAGE-S 2W/2700K หลอด LED Filament E14/BEC	425	260	250	20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการขุดข้อความก็จะทราบขนาดกล่องของสินค้าทำให้สามารถคำนวณ Flow ในการออกแบบ FPA ได้โดยในส่วนของขั้นตอนการออกแบบ FPA จะกล่าวถัดไปในหัวข้อที่ 4.2

4.1.2 ข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลอง

ในส่วนของข้อมูลสำหรับเตรียมนำเข้าแบบจำลองจำเป็นที่จะต้องทราบ จำนวนสินค้าที่ซื้อขายในแต่ละคำสั่งซื้อ ระยะห่างของเวลาที่ใช้ในการสั่งสินค้าในแต่ละ SKU (Inter-arrival Time) แผนผังของศูนย์กระจายสินค้าที่ทราบระยะทางบนระนาบแกน XYZ และ สุดท้ายคือค่าเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงานภายในศูนย์กระจายสินค้าซึ่งจากข้อมูลการซื้อขายในอดีตทำให้ทราบค่าของจำนวนสินค้าและระยะห่างในการสั่งซื้อของสินค้าแต่ละ SKU ถัดมาในส่วนของแผนผังของศูนย์กระจายสินค้าผู้วิจัยได้ขอข้อมูลไฟล์ AutoCAD จากศูนย์กระจายสินค้าเพื่อนำมาแปลงข้อมูลจากรูปภาพไปเป็นตารางที่ระบุตำแหน่งจัดเก็บของสินค้า และ ระยะห่างบนระนาบ XYZ ดังแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างของตำแหน่งจัดเก็บในศูนย์กระจายสินค้าที่แปลงมาจากไฟล์ AutoCAD

ชื่อตำแหน่งจัดเก็บ	แร็ค	เบย์	ชั้น	ตำแหน่งเก็บ	X (ม.)	Y (ม.)	Z (ม.)
LK01-01-01-1	1	1	1	1	10.28	16.10	0.00
LK01-01-01-2	1	1	1	2	11.43	16.10	0.00
LK01-02-01-1	1	2	1	1	12.55	16.10	0.00
LK01-02-01-2	1	2	1	2	13.65	16.10	0.00
LK01-02-01-3	1	2	1	3	14.75	16.10	0.00
...	...	...	...	...	...	...	...
LK08-19-05-2	8	19	5	2	69.83	5.00	7.50

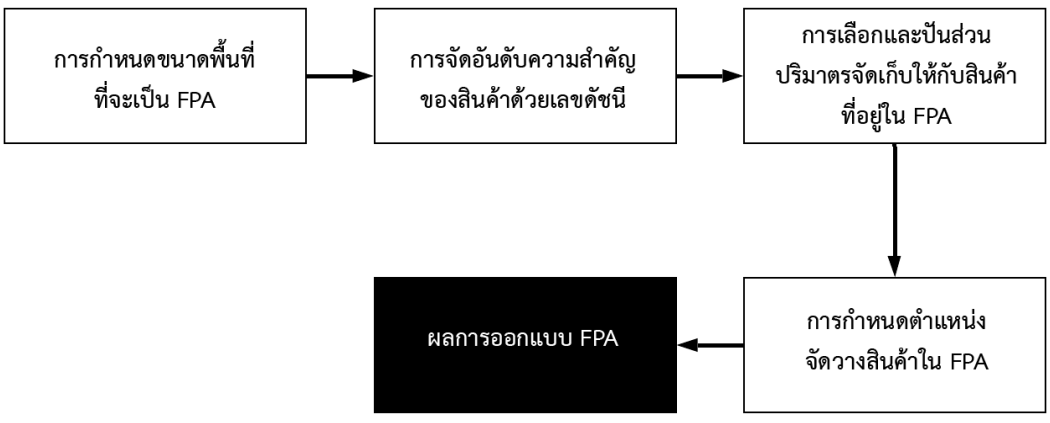
จากตารางที่ 4.4 ซึ่งระบุระยะทางของแต่ละตำแหน่งจัดเก็บทำให้สามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมภายในศูนย์กระจายสินค้าได้หากทราบค่าของเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำหรับข้อมูลในส่วนสุดท้ายสำหรับการนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์คือค่าเวลามาตรฐานในการทำงานของพนักงานภายในศูนย์กระจายสินค้าผู้วิจัยได้อาศัยค่าตารางการทำงานมาตรฐานจากหนังสือของ Napolitano **[17]** ซึ่งระบุขั้นตอนการทำงานของพนักงานภายในคลังสินค้าโดยละเอียด ซึ่งหลังจากที่ผู้วิจัยมีข้อมูลครบทั้งในส่วนของการออกแบบ FPA และ การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เนื้อหาในบทถัดไปจะกล่าวถึงเกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบ FPA ในงานวิจัย

4.2 การออกแบบ FPA

ในขั้นตอนการออกแบบ FPA ของงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ขั้นหลักดังต่อไปนี้ การกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะเป็น FPA การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าด้วยเลขดัชนี การเลือกและปันส่วนปริมาตรจัดเก็บให้กับสินค้าที่อยู่ใน FPA และ สุดท้ายการกำหนดตำแหน่งจัดวางสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.3



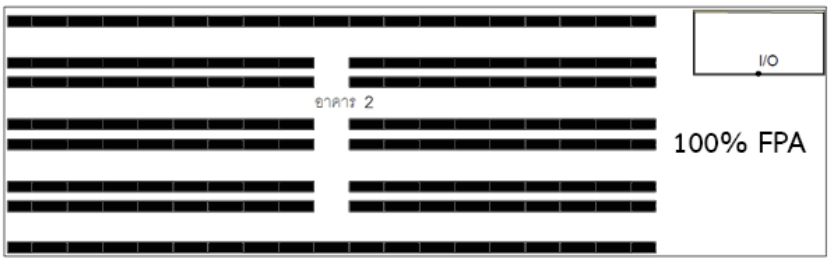
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการออกแบบ FPA ในงานวิจัย

จากรูปที่ 4.3 จะสามารถสังเกตได้ว่ากว่าจะได้ผลการออกแบบ FPA ที่เสร็จสมบูรณ์จำเป็นที่จะต้องผ่านขั้นตอน 4 ขั้นซึ่งหากมีการปรับเปลี่ยนวิธี หรือ ค่าในแต่ละขั้นของการออกแบบย่อมส่งผลกระทบไปยังผลการออกแบบ FPA สุดท้ายดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการทราบวิธีการปรับค่าในแต่ละขั้นของการออกแบบ FPA เพื่อให้ผลลัพธ์ในการออกแบบดีที่สุดโดยวัด และ ประเมินผลด้วยค่า Total Net-benefits และ เวลารวมในการทำงานในศูนย์กระจายสินค้าโดยในส่วนของเนื้อหาการออกแบบแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 การกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะเป็น FPA

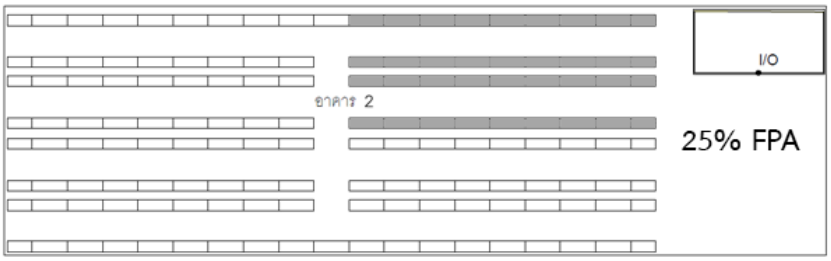
สำหรับการกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA เพื่อให้ทางศูนย์กระจายสินค้าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยที่ไม่ต้องลงทุนเพิ่มในส่วนของแร็คจัดเก็บสินค้าซึ่งบริเวณชั้น 1 ของศูนย์กระจายสินค้าจะเป็นบริเวณที่ถูกกำหนดให้เป็น FPA เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่พนักงานสามารถเข้าถึงได้ง่ายที่สุดอีกทั้งยังสามารถหยิบสินค้าได้โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์คนถ่ายสินค้าอย่างเช่นรถฟอล์คลิฟท์ในการหยิบทำให้ใช้เวลาในการหยิบน้อยลงโดยจะแบ่งระดับของพื้นที่ที่กำหนดให้เป็น FPA ดังต่อไปนี้ คือ 0% 25% 50% และ 100% ของพื้นที่ชั้นล่างของศูนย์กระจายสินค้าซึ่งมีปริมาตรเทียบเท่ากับ 0 218.4 436.8 และ 886.2 ลูกบาศก์เมตรตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



ก.) ใช้พื้นที่ชั้นล่างของแร็ค 100% เป็น FPA

ข.) ใช้พื้นที่ชั้นล่างของแร็ค 50% เป็น FPA



ค.) ใช้พื้นที่ชั้นล่างของแร็ค 25% เป็น FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 4.4 แผนผังศูนย์กระจายสินค้าแบ่งตามปัจจัยขนาดพื้นที่ FPA

จากรูปที่ 4.4 สาเหตุที่กำหนดพื้นที่ตามรูปแบบดังกล่าวเนื่องจากตำแหน่งที่พนักงานหยิบจะได้รับใบพิกลิสต์คือจุด I/O และเมื่อหยิบสินค้าเสร็จตามคำสั่งซื้อก็ต้องนำสินค้ามาวางไว้ที่ Staging Area หน้าบริเวณจุด I/O เช่นกันนอกจากนี้การที่กำหนดให้เป็น 25% 50% และ 100% เนื่องจากต้องการให้สามารถแบ่งตำแหน่งจัดเก็บบนแร็คได้โดยง่ายแต่สำหรับ 0% ถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนของศูนย์กระจายสินค้าในปัจจุบันก่อนที่จะมีการประยุกต์ใช้ FPA และ เป็นมาตรฐานในการ

เปรียบเทียบกับผลการออกแบบ FPA ในรูปแบบต่างๆ ที่ผ่านการถูกออกแบบเสร็จสิ้นแล้วทั้ง 4 ขั้นตอน

4.2.2 การจัดอันดับความสำคัญ SKU ใน FPA

หลังจากที่ได้กำหนดพื้นที่ของ FPA เสร็จแล้วสำหรับขั้นตอนถัดไปคือการกำหนดอันดับความสำคัญของสินค้าโดยดัชนีที่นิยมใช้ในการออกแบบ FPA มี 2 อย่างดังต่อไปนี้คือ

- COI **[10]** ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาตรสินค้าที่ควรถูกจัดเก็บในศูนย์กระจายสินค้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการลูกค้าในช่วงเวลาใดๆ กับความนิยมของสินค้าซึ่งคือจำนวนครั้งของการหยิบสินค้าในช่วงเวลาดังกล่าวโดยให้ความสำคัญของปริมาตรในการหยิบเท่ากับจำนวนครั้งในการหยิบ ความหมายของค่า COI มีดังต่อไปนี้ คือ COI ที่มีค่ามากหมายความในการหยิบแต่ละครั้งจะได้ปริมาตรสินค้าขนาดใหญ่ในขณะที่ COI ที่มีค่าน้อยคือในการหยิบแต่ละครั้งจะได้สินค้าขนาดเล็กซึ่งจากแนวคิด FPA ที่อยากจะลดการเดินทางสำหรับสินค้าที่มีการหยิบบ่อยๆ แต่หยิบครั้งละไม่กี่ชิ้นดังนั้นในการจัดอันดับความสำคัญสินค้าจึงให้ความสำคัญกับสินค้าที่มีค่า COI น้อยก่อน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Viscosity Index ซึ่งมาจากแนวคิดจากแบบจำลองของไหลของ Bartholdi J.J. และ Hackman S.T. **[4]** ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างจำนวนของการหยิบสินค้ากับค่ารากที่สองของ Flow แต่ที่มีค่ารากที่สองเนื่องจากให้ความสำคัญกับจำนวนครั้งของการหยิบที่เกิดขึ้นมากกว่าปริมาตรที่ต้องเคลื่อนที่ภายในศูนย์กระจายสินค้าโดยยิ่งสินค้ามีค่า Viscosity Index มากหมายความว่าเป็นสินค้าที่มีการหยิบบ่อยแต่มีขนาดเล็กจึงควรได้รับการจัดวางใน FPA เช่นเดียวกับแนวคิดของ COI

จากข้อมูลขนาดกล่องสินค้า และ ข้อมูลการซื้อขายในอดีตทำให้สามารถคำนวณอันดับความสำคัญของสินค้าทั้งสองเลขดัชนีได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าด้วยค่าเลขดัชนี

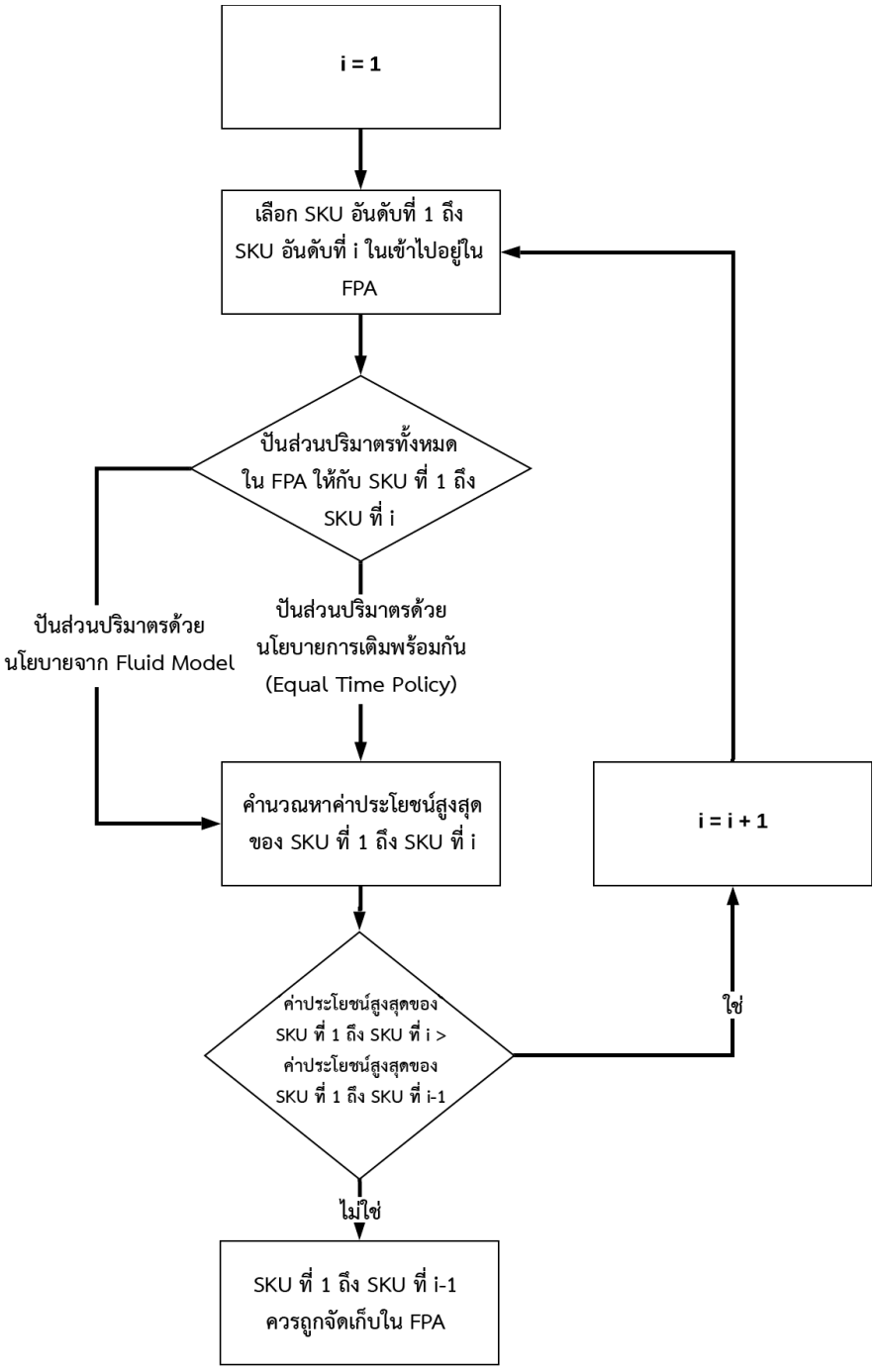
รหัสสินค้า	**การหยิบ (ครั้ง)**	**Flow (ลูกบาศก์เมตร)**	$\sqrt{\text{Flow}}$	**Viscosity Index**	**อันดับของ Viscosity**	**COI ($* 10^{-4}$)**	**อันดับของ COI**
8000540	112	0.0486	0.2203	508.2934	1	4.3350	1
3880500115	718	6.2667	2.5033	286.8178	2	87.2795	16
2408050001	201	0.4915	0.7011	286.7007	3	24.4535	2
3850060150	524	3.4790	1.8652	280.9348	4	66.3927	9
2402020004	211	0.7645	0.8743	241.3237	5	36.2312	5
970001315	343	2.0471	1.4308	239.7324	6	59.6816	7
...	...	...	...	...	...	...	...
3885010111	146	72.3569	8.5063	17.1638	286	289	289

จากตารางที่ 4.5 พบว่าสินค้า SKU เดียวกันเมื่อใช้วิธีการจัดอันดับคนละแบบจะให้อันดับความสำคัญไม่เหมือนกันซึ่งการจัดอันดับดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อค่าประโยชน์สูงสุด (Max Saving) ในขั้นตอนการเลือกสินค้าและปันส่วนปริมาตรให้กับสินค้าที่จะเข้าไปใน FPA ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.3 การปันส่วนปริมาตรของ SKU ใน FPA

ในส่วนของการปันส่วนปริมาตรสำหรับ SKU ที่อยู่ใน FPA จะเกิดขึ้นพร้อมกับการเลือก SKU ที่เหมาะสมเข้าไปใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการเลือกและปันส่วนปริมาตรสำหรับ SKU ใน FPA

จากรูปที่ 4.5 จะสังเกตเห็นว่าในส่วนของขั้นตอนย่อยของการปันส่วนปริมาตรจัดเก็บให้กับสินค้าที่อยู่ภายใน FPA สามารถปันส่วนได้มากกว่า 1 วิธีซึ่งผู้วิจัยได้เลือกวิธีการปันส่วนปริมาตร 2 วิธีดังต่อไปนี้ในการออกแบบ FPA

- การปันส่วนปริมาตรด้วยนโยบายการเติมพร้อมกัน (Equal Time Allocation) ซึ่งจากนโยบายการปันส่วนที่มักพบทั่วไปในคลังสินค้ามีการพิสูจน์ว่านโยบายการปันส่วนแบบเติมพร้อมกัน และ การปันส่วนแบบปริมาตรเท่ากันให้ผลลัพธ์ได้ดีเท่ากัน **[4]** แต่เพื่อให้พนักงานสามารถเติมสินค้าในรอบเวลาใกล้เคียงกัน และ เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้โดยง่ายผู้วิจัยจึงเลือกนโยบายการปันส่วนปริมาตรแบบเติมพร้อมกันในการออกแบบ FPA

- การปันส่วนปริมาตรด้วยนโยบายจากแบบจำลองของไหล (Fluid Model Allocation) ซึ่งนโยบายการปันส่วนปริมาตรนี้มาจากการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ **[4]** เพื่อตอบคำถามที่ต้องการให้จำนวนครั้งหรือเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA ต่ำที่สุดโดยจำนวนครั้งการเติมคิดมาจากFlow ทั้งหมดที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหารด้วยปริมาตรที่ปันส่วนให้กับสินค้านั้นใน FPA ซึ่งการแก้ปัญหาดังกล่าวจะทำให้ได้วิธีการปันส่วนปริมาตรแบบที่ดีที่สุด (Optimal)

นอกจากนี้ในส่วนของการคำนวณค่าประโยชน์สูงสุดซึ่งต้องอาศัยค่าความประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมสินค้าในการคำนวณซึ่งสามารถหาได้จากการกำหนดขนาดของพื้นที่ที่จะเป็น FPA และ ดูในส่วนของเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงตำแหน่งจัดเก็บในแต่ละตำแหน่งโดยสำหรับค่าความประหยัดจะดูจากผลต่างระหว่างเวลาที่ใช้ในการเข้าไปยังตำแหน่งจัดเก็บด้วยรถฟอล์คลิฟท์กับใช้

พนักงานเดินเข้าไปหยิบ ในขณะที่ค่าเสียเวลาจากการเติมจะดูจากเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าเข้าไปยังตำแหน่งจัดเก็บดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตัวอย่างข้อมูลของเวลาที่ใช้ในการเข้าถึงตำแหน่งจัดเก็บ

ชื่อตำแหน่งจัดเก็บ	**การหยิบด้วยพนักงาน (วินาที)**	**การหยิบด้วยฟอล์คลิฟท์ (วินาที)**	**ค่าเวลาประหยัด (วินาที)**	**เวลาที่ใช้ในการเติม (วินาที)**
LK01-01-01-1	96.64	413.85	317.21	493.54
LK01-01-01-2	98.65	413.98	315.33	493.67
LK01-02-01-1	100.61	414.11	313.50	493.80
LK01-02-01-2	102.53	414.24	311.71	493.92
LK01-02-01-3	104.45	414.37	309.92	494.06
…	…	…	…	…
LK08-19-01-2	181.22	419.57	238.35	499.26

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.6 จะทำให้ทราบค่าเฉลี่ยของค่าความประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณค่าประโยชน์สูงสุดในขั้นตอนการปันส่วนปริมาตรสินค้าซึ่งหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการปันส่วนปริมาตรจะทำให้ทราบทั้งในส่วนของจำนวน SKU ที่เหมาะสม และ ปริมาตรที่แต่ละ SKU ควรถูกจัดเก็บใน FPA แต่เนื่องจากการคำนวณการปันส่วนในบางครั้งให้ค่าปริมาตรจัดเก็บไม่เหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้จริงดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ปรับขนาดของการจัดเก็บให้อยู่ในรูปของจำนวนเท่าของ 1/8 ของปริมาตรที่พาเลทขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.2 เมตร จัดเก็บสูง 1.75 เมตร สามารถบรรจุได้ซึ่งหมายความว่าปริมาตรจัดเก็บที่เล็กที่สุดที่เป็นไปได้ใน FPA จะมีค่าเท่ากับ 0.2625 ลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตัวอย่างการปันส่วนปริมาตรจัดเก็บใน FPA ด้วยนโยบายจากแบบจำลองของไหล

รหัสสินค้า	**จำนวนครั้งการหยิบ**	**Flow**	$\sqrt{\text{Flow}}$	**Viscosity Index**	**ปริมาตรจากการคำนวณ (ลูกบาศก์เมตร)**	**ปริมาตรที่ปรับจากการคำนวณ (ลูกบาศก์เมตร)**
8000540	112	0.0485	0.2203	508.2933	0.1651	0.2625
3880500115	718	6.2666	2.5033	286.8178	1.8767	1.8375
2408050001	201	0.4915	0.7010	286.7007	0.5255	0.5250
3850060150	524	3.4789	1.8652	280.9348	1.3983	1.3125
2402020004	211	0.7644	0.8743	241.3236	0.6554	0.5250
970001315	343	2.0470	1.4307	239.7323	1.0726	1.0500
2408050003	154	0.4255	0.6523	236.0675	0.4890	0.5250
2403030001	134	0.3616	0.6013	222.8252	0.4508	0.5250
3710010928	1483	58.2031	7.6290	194.3872	5.7195	6.3000
...	...	...	...	...	...	...
3885010111	146	72.3569	8.5062	17.1637	6.3771	6.3

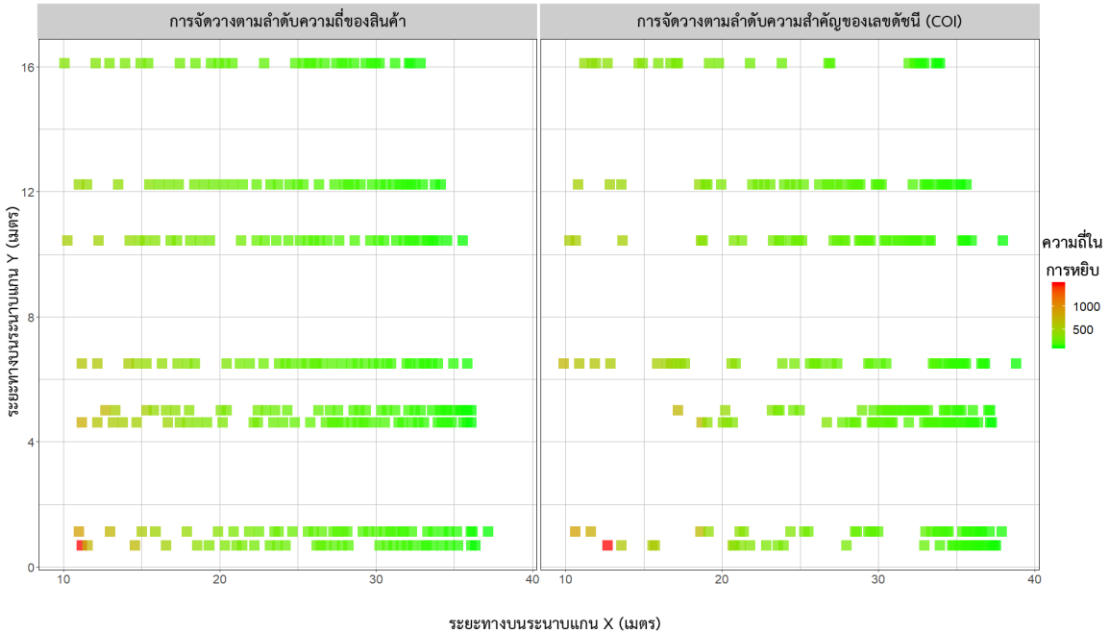
จากตารางที่ 4.7 จะสังเกตเห็นว่าความแตกต่างระหว่างค่าที่คำนวณได้จริงกับค่าที่ปัดขึ้นให้เป็นจำนวนเท่าของ 1/8 พาเลทมีความแตกต่างกันเล็กน้อยโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 10% ซึ่งบาง SKU อาจจะได้รับการปรับปริมาตรขึ้นในขณะที่บาง SKU ถูกปรับปริมาตรลงส่งผลให้ปริมาตรรวมทั้งหมดยังไม่เกินไปจากปริมาตรพื้นที่ของ FPA ที่กำหนดให้ แต่อย่างไรก็ตามจำนวน SKU และปริมาตรที่จัดเก็บใน FPA จะเปลี่ยนไปตามพื้นที่ที่กำหนดให้เป็น FPA และ วิธีการจัดอันดับความสำคัญซึ่งขั้นตอนถัดไปคือการหาตำแหน่งจัดวางของสินค้า FPA ในศูนย์กระจายสินค้าเพื่อใช้ในการคำนวณเวลาในการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้า

4.2.4 การจัดวางตำแหน่ง SKU ภายใน FPA

สำหรับขั้นตอนการหาตำแหน่งจัดวางสินค้าภายใน FPA เนื่องจากหลังจากที่ทราบปริมาตรจัดเก็บพนักงานจำเป็นที่จะต้องทราบว่าจะไปหยิบสินค้า SKU ดังกล่าวได้จากตำแหน่งใดภายในศูนย์กระจายสินค้าซึ่งวิธีการจัดวางสินค้าผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดวางออกเป็น 2 วิธีด้วยกันโดยในวิธีแรกจะเป็นการจัดวางตามลำดับความถี่การหยิบของสินค้า (Layout by Pick Frequency) เนื่องจากต้องการทราบผลการเปรียบเทียบระหว่างการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าโดยที่ไม่พิจารณาผลกระทบจากวิธีการจัดวางด้วยการจับคู่ระหว่างตำแหน่งจัดเก็บที่สามารถเข้าถึงง่ายที่สุดกับสินค้าที่มีจำนวนครั้งการหยิบมากที่สุดตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถัดไปคือการจัดวางโดยเรียงตามลำดับความสำคัญของเลขดัชนี (Layout by Rank Index) เนื่องจากต้องการดูผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการจัดวางด้วยเลขดัชนีอันดับความสำคัญที่คำนวณมาในหัวข้อที่ 4.2.2 โดยการจับคู่ระหว่างตำแหน่งจัดเก็บที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายที่สุดกับสินค้าที่มีอันดับของเลขดัชนีดีที่สุด ซึ่งจะให้ผลลัพธ์การจัดวางสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าแตกต่างกันดังแสดงรูปที่ 4.6



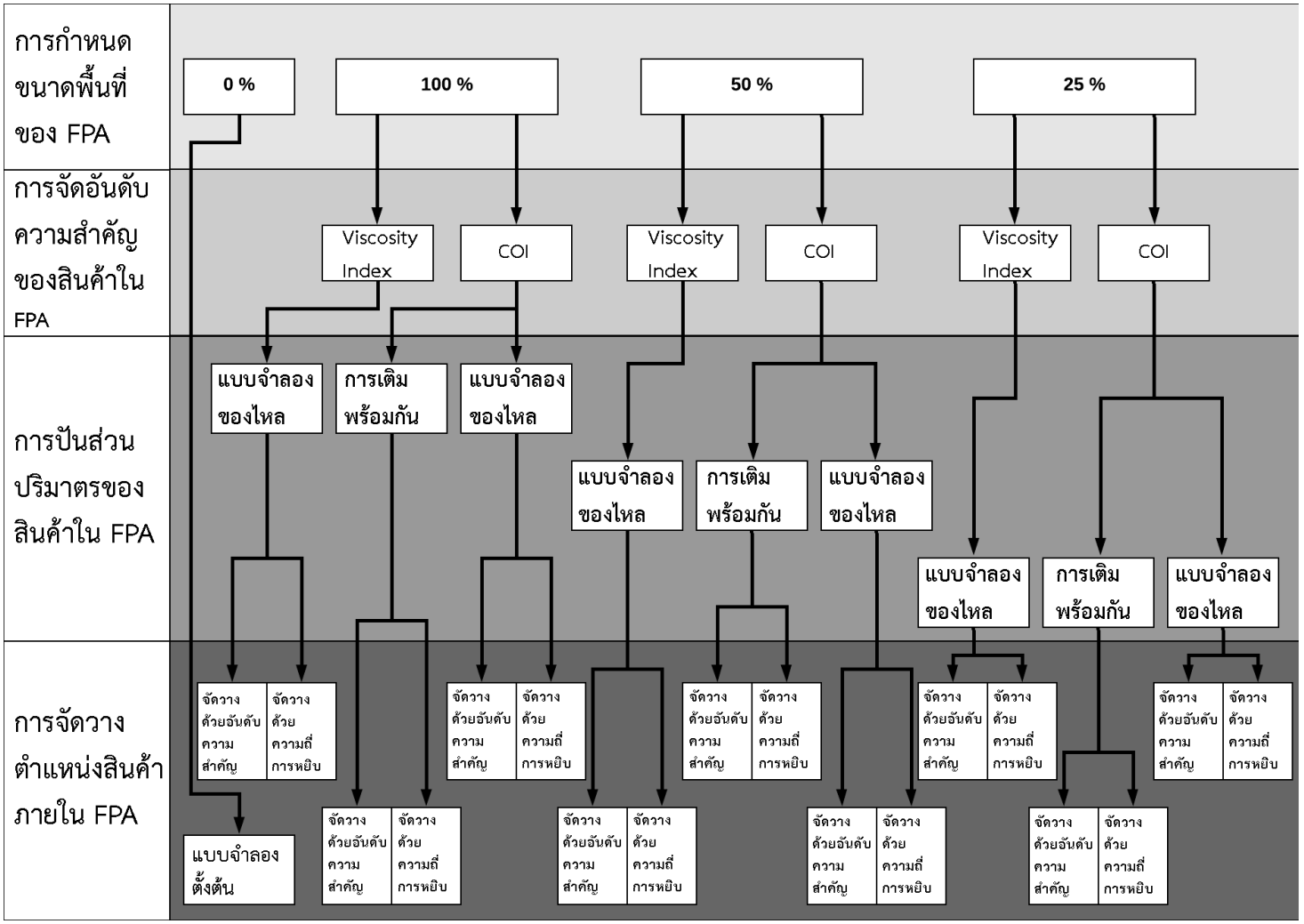
รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบตำแหน่งสินค้าการจัดวางสินค้า

จากรูปที่ 4.6 ซึ่งแสดงตำแหน่งจัดเก็บสินค้าใน FPA บนระนาบแกน XY จะพบว่าสินค้าชนิดเดียวกันแต่ถูกจัดวางแตกต่างกันจะส่งผลให้ผลลัพธ์ในการออกแบบ FPA มีความแตกต่างกันซึ่งจะกระทบต่อเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ภายในศูนย์กระจายสินค้า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.2.5 การออกแบบ FPA รูปแบบอื่น

สำหรับการออกแบบ FPA ซึ่งมีความหลากหลายในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบทั้ง 4 ขั้นตอนอีกทั้งในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบยังส่งผลกระทบมายังผลลัพธ์สุดท้ายของการออกแบบ FPA ดังนั้นในส่วนของวิธีการออกแบบการทดลองเพื่อให้ได้ผลลัพธ์การออกแบบ FPA ที่ดีที่สุดผู้วิจัยจึงสรุปความเป็นไปได้ทั้งหมดที่สามารถเกิดขึ้นได้ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8 ตามลำดับ



รูปที่ 4.7 รูปแบบต่างๆ ของการออกแบบ FPA จากขั้นตอนการออกแบบ 4 ขั้นตอน

ตารางที่ 4.8 ผลลัพธ์การออกแบบ FPA ทั้งหมดจากขั้นตอนการออกแบบ 4 ขั้นตอน

การจัดอันดับความสำคัญสินค้า SKU ใน FPA		**Viscosity Index**		**COI**			
การปันส่วนปริมาตรของ SKU ใน FPA		**แบบจำลองของไหล**		**การเติมพร้อมกัน**		**แบบจำลองของไหล**	
การจัดวางตำแหน่ง SKU ใน FPA		อันดับความสำคัญ	ความถี่ในการหยิบ	อันดับความสำคัญ	ความถี่ในการหยิบ	อันดับความสำคัญ	ความถี่ในการหยิบ
การกำหนดขนาดพื้นที่ที่จะเป็น FPA	**0%**	A0 (0)	A10 (0)				
	100%	A1 (286)	A11 (286)	A4 (280)	A14 (280)	A7 (289)	A17 (289)
	50%	A2 (258)	A12 (258)	A5 (240)	A15 (240)	A8 (289)	A18 (289)
	25%	A3 (225)	A13 (225)	A6 (209)	A16 (209)	A9 (289)	A19 (289)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8 มีผลการออกแบบ FPA ทั้งสิ้น 20 แบบโดยในแต่ละแบบจะใช้วิธีการเรียกชื่อด้วยตัว A แล้วตามด้วยหมายเลขโดยมีปัจจัยการออกแบบในขั้นต่างๆ นอกจากนี้ตัวเลขในวงเล็บด้านหลังแสดงถึงจำนวน SKU ที่เหมาะสมที่ควรจะถูกจัดเก็บไว้ใน FPA ของการออกแบบต่างๆ ซึ่งหลังจากที่เสร็จสิ้นกระบวนการออกแบบ FPA แล้วในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงวิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้าเพื่อวัด และ ประเมินผลการออกแบบ FPA จากกิจกรรมที่ใช้ในการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้า

4.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ในส่วนของขั้นตอนการวัด และ ประเมินผลการออกแบบ FPA ผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เนื่องจากหากนำผลการออกแบบไปประยุกต์ใช้จริงแล้ววัดประเมินผลจากการทำงานจริงหากเกินความผิดพลาดจะสร้างความเสียหายเป็นวงกว้างดังนั้นเพื่อความคุมความเสียหายดังกล่าวผู้วิจัยจึงได้เลือกวิธีดังกล่าว แบบจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้าแห่งนี้จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ แนวคิดของแบบจำลอง ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง และ ข้อมูลที่บันทึกหลังการจำลอง โดยในส่วนของรายละเอียดจะกล่าวถัดไปดังต่อไปนี้

4.3.1 แนวคิดของแบบจำลอง

สำหรับการกำหนดข้อตกลงของแบบจำลองสถานการณ์มีสมมุติฐานในการจำลองสถานการณ์ดังต่อไปนี้

- ในหนึ่งเที่ยวของกิจกรรมการหยิบสินค้าพนักงานจะสามารถหยิบสินค้าได้ครบตามจำนวนคำสั่งซื้อ
- เมื่อมีการสั่งสินค้าจากซัพพลายเออร์เกิดขึ้นสินค้าจะมาส่งให้ช่วงเช้าของวันถัดไปก่อนที่คำสั่งซื้อของลูกค้าจะเข้ามาในระบบ
- การคำนวณเวลาในการทำงานภายในศูนย์กระจายสินค้าจะคิดแยกกันระหว่าง SKU ที่มีการจัดเก็บใน FPA และ SKU ที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การหยิบสินค้า SKU ที่มีการจัดเก็บใน FPA ซึ่งมีตำแหน่งจัดเก็บที่ตายตัวสามารถคำนวณเวลาการทำงานมาตรฐานได้จากระยะทางบนระนาบ XYZ
- การหยิบสินค้า SKU ที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA ซึ่งอาศัยการจัดเก็บแบบสุ่มจะอาศัยค่าตัวแปรสุ่มของตำแหน่งจัดเก็บเป็นตัวแทนในการคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรม
- พนักงานหยิบจะทำงานจนกว่าคำสั่งซื้อสินค้าภายในวันดังกล่าวจะถูกตอบสนองจนหมดจึงจะสามารถเลิกงานได้เนื่องจากไม่ทราบข้อมูลของช่วงการทำงานล่วงเวลา
- คำสั่งซื้อที่ไม่สามารถตอบสนองจำนวนได้ครบตามความต้องการจะถือว่าขายสินค้าให้เท่าที่มี และ จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลในส่วนของจำนวนครั้งของสินค้าค้างส่ง (Backlog)
- ไม่พิจารณาในส่วนของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้านอก FPA เนื่องจากใช้ข้อมูลความต้องการลูกค้าชุดเดียวกันดังนั้นเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้านอก FPA ในแต่ละการออกแบบย่อมให้ผลเหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

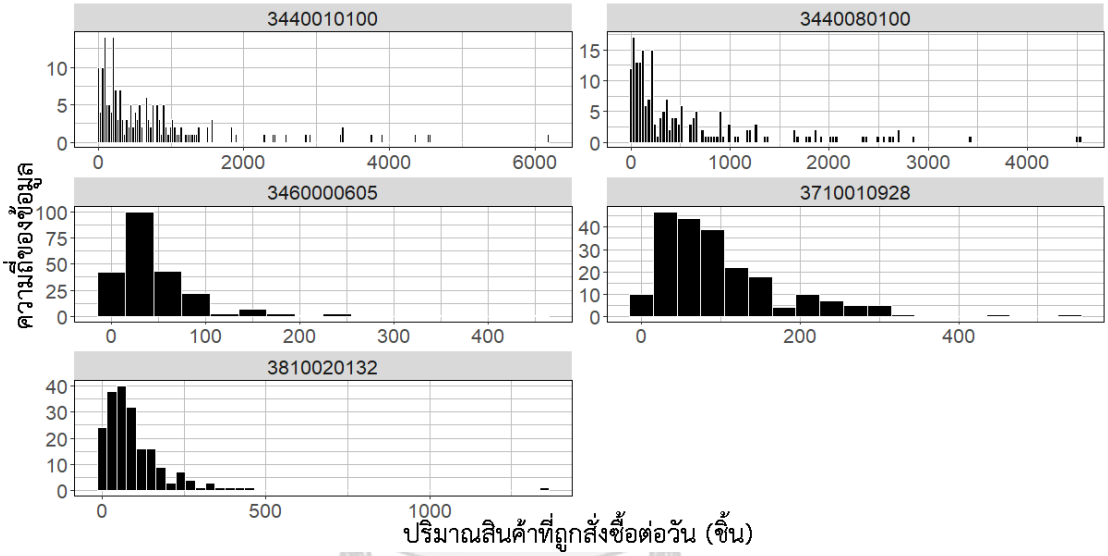
หลังจากที่กำหนดแนวคิดของแบบจำลองสถานการณ์เสร็จสิ้นแล้วเนื้อหาในหัวข้อถัดไปจะกล่าวถึงข้อมูลสำหรับนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์

4.3.2 ข้อมูลนำเข้าแบบจำลอง

สำหรับข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ การจำลองความต้องการของลูกค้า ตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้า กระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบ และ ค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลอง โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังต่อไปนี้

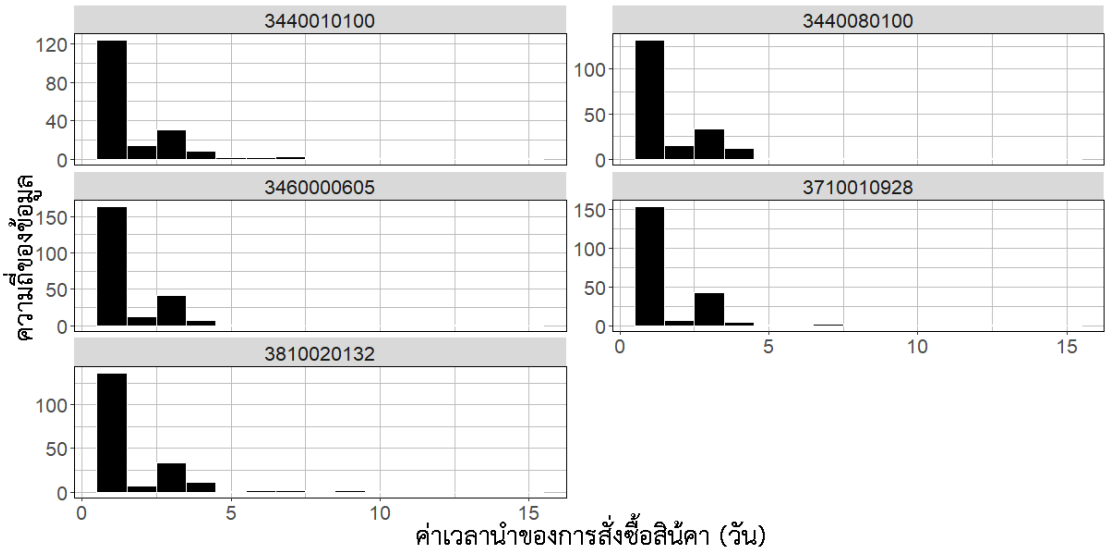
4.3.2.1 การจำลองความต้องการของลูกค้า

ในส่วนของการจำลองความต้องการของลูกค้าเพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าที่จะกำหนดการทำงานของพนักงานในแบบจำลองสถานการณ์ผู้วิจัยได้นำข้อมูลทั้งในส่วนของปริมาณสินค้าที่ถูกสั่งซื้อ และค่าเวลานำของการสั่งซื้อของสินค้าที่มียอดขายดี 5 อันดับแรกมาวิเคราะห์การกระจายตัวดังแสดงในรูปที่ 4.8 และ 4.9



รูปที่ 4.8 การกระจายตัวของปริมาณสินค้าที่ถูกหยิบต่อวันของ SKU ที่ขายดีที่สุด 5 อันดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

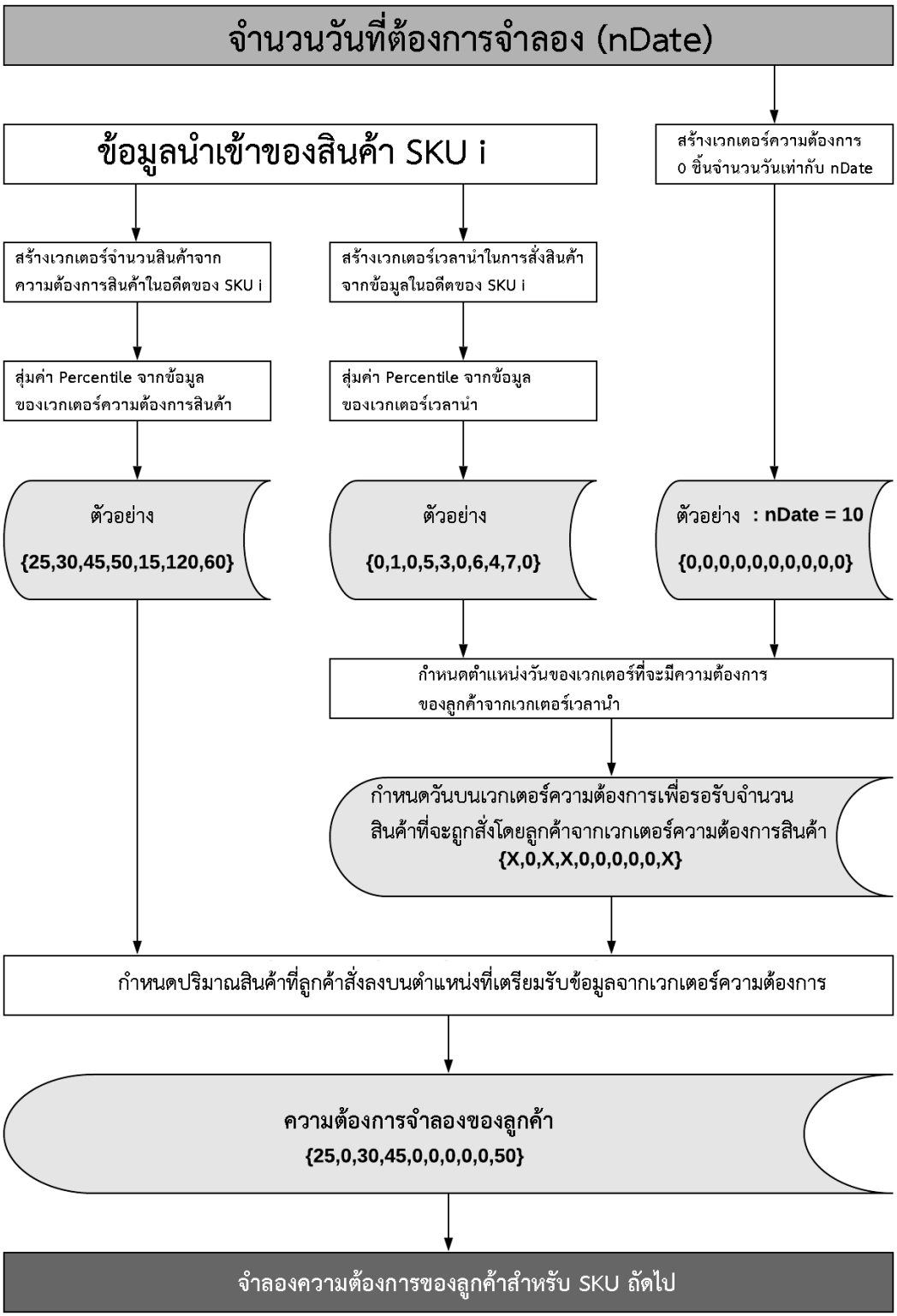


รูปที่ 4.9 การกระจายตัวของเวลานำในการสั่งซื้อสินค้าของ SKU ที่ขายดีที่สุด 5 อันดับ

จากรูปที่ 4.8 และ 4.9 พบว่าสำหรับสินค้าขายดี 5 อันดับแรกทั้งในส่วนของปริมาณการสั่งซื้อต่อวัน และ ค่าเวลานำของการสั่งซื้อไม่ปรากฏรูปแบบของการกระจายตัวแบบมาตรฐาน (Normal Distribution) ดังนั้นในส่วนของการจำลองความต้องการลูกค้าผู้วิจัยจะอาศัยวิธีการจำลองแบบกลุ่มตัวอย่าง (Empirical)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

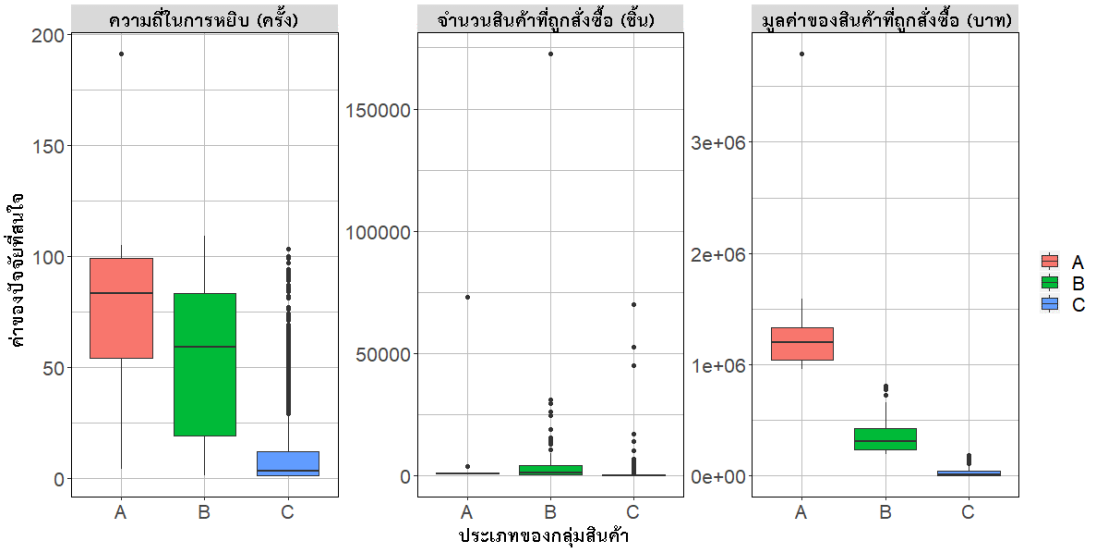
สำหรับขั้นตอนการจำลองความต้องการของลูกค้าจะอาศัยการอธิบายผ่านตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้ โดยสมมุติจำนวนวันที่ต้องการจำลองขึ้นมาเท่ากับ 10 วันโดยให้ค่าความต้องการสินค้าของทุกวันเท่ากับ 0 หลังจากนั้นจึงพิจารณาเวกเตอร์ของเวลานำที่ทำการสุ่มขึ้นมาโดยสมมุติให้เวกเตอร์ของเวลานำมีค่าเท่ากับ {0, 1, 0, 5, 3, 0, 6, 4, 7, 0} และ สมมุติให้เวกเตอร์ของปริมาณการสั่งซื้อรายวันเท่ากับ { 25, 30, 45, 50, 15, 120, 60} ตามลำดับ ขั้นตอนถัดไปคือการกำหนดวันที่ความต้องการสินค้าจะไม่เท่ากับ 0 โดยพิจารณาจากเวกเตอร์ของเวลานำหลังจากนั้นก็แทนทีค่า 0 ในวันที่ดังกล่าวด้วยข้อมูลจากเวกเตอร์ปริมาณการสั่งซื้อโดยเรียงลำดับจากซ้ายไปขวาดังแสดงในรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 วิธีการจำลองความต้องการของลูกค้าในแบบจำลองสถานการณ์

จากรูปที่ 4.10 เป็นวิธีการจำลองความต้องการของลูกค้าแบบกลุ่มตัวอย่างโดยทำการจำลองในส่วนของจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อกับเวลานำในการสั่งซื้อแล้วค่อยนำข้อมูลทั้งสองมาประกอบกันเป็นคำสั่งซื้อของลูกค้า

การจำลองความต้องการของลูกค้าจะแบ่งออกเป็นสองส่วนอิงจากวิธีการจัดเก็บโดยสำหรับสินค้า SKU ที่มีการจัดเก็บใน FPA จะจำลองความต้องการของลูกค้าราย SKU เนื่องจากมีตำแหน่งจัดเก็บที่ตายตัวทำให้สามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ได้จากค่าเวลามาตรฐานเทียบกับระยะทาง แต่ในส่วนของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA จะต้องอาศัยการจัดกลุ่ม (Clustering) ประเภทสินค้าออกเป็น ABC ด้วย k-means **[15]** โดยอาศัย ความถี่ในการหยิบ รายได้รวมจากการขาย และ จำนวนสินค้าที่ถูกซื้อ เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

จากรูปที่ 4.11 จะสังเกตเห็นว่าการแบ่งประเภทด้วย k-means ให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจโดย สินค้าประเภท A จะเป็นสินค้าที่มีมูลค่า และ ความถี่ในการหยิบสูง ส่วนสินค้าประเภท B จะเป็นสินค้าที่มีมูลค่าปานกลางแต่มีความถี่ในการหยิบสูง และ สุดท้ายสินค้าประเภท C ซึ่งมีความถี่ในการหยิบ และ มูลค่าต่ำ ซึ่งให้ผลการจำลองความต้องการของลูกค้าดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของการจำลองความต้องการลูกค้า

รหัสสินค้า	**วันที่ 1**	**วันที่ 2**	**วันที่ 3**	**วันที่ 4**	**วันที่ 5**	**วันที่ 6**	**วันที่ 7**	**...**	**วันที่ 260**
3710010928	0	2	0	10	3	10	10	...	2
3460000605	8	10	2	7	24	30	10	...	2
3810020132	0	10	6	10	4	13	20	...	10
3440010100	20	1	2	0	17	0	0	...	5
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3885010075	30	10	20	4	15	0	0	...	0
A	6521	7514	8332	7701	9321	6074	4996	...	6335
B	18654	20101	16544	15265	22019	19241	17555	...	18841
C	9669	8266	10220	6647	12311	9376	8222	...	9958

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยหลังจากที่ได้จำลองความต้องการเสร็จเรียบร้อยก็จะทำการรวมความต้องการของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA ตามประเภทของกลุ่มสินค้า ABC ที่จำแนกไว้เพื่อเตรียมใช้ในการคำนวณหาเวลาจากกิจกรรมต่างๆ โดยอาศัยตัวแปรสุ่มถัดไป

4.3.2.2 ตำแหน่งจัดเก็บของสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้า

ในส่วนของตำแหน่งจัดเก็บของศูนย์กระจายสินค้าผู้วิจัยใช้ตารางที่ทำขึ้นจากการแปลงข้อมูลจากไฟล์ AutoCAD ให้ไปเป็นตารางข้อมูลแสดงตำแหน่งจัดเก็บที่บอกพิกัดบนระนาบ XYZ ดังที่ได้กล่าวไปในหัวข้อที่ 4.1.2 ในส่วนของการคำนวณปริมาตรสำหรับจัดเก็บในศูนย์กระจายสินค้าผู้วิจัยได้คำนวณจากปริมาตรที่พาเลทสามารถจัดเก็บได้โดยพาเลทสำหรับจัดเก็บมีขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 1.2 เมตร และ จัดเก็บสินค้าสูง 1.75 เมตร ซึ่งเทียบเท่ากับปริมาตร 2.1 ลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ผู้วิจัยได้แบ่งพื้นที่ภายในศูนย์กระจายสินค้าออกเป็น 2 ส่วนโดยในส่วนแรกสำหรับสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA ซึ่งมีตำแหน่งจัดเก็บตายตัวจะสามารถหาตำแหน่งบนระนาบ XY ได้จากปริมาตรที่ปันส่วนให้ในหัวข้อที่ 4.2.3 โดยจุดของตำแหน่งดังกล่าวจะเรียกว่าจุดเซ็นทรอยด์ (Centroid) สามารถคำนวณได้จากการนำปริมาตรที่ปันส่วนไปหารด้วยความยาวของพาเลท 1.2 เมตร ละความสูงในการจัดเก็บ 1.75 เมตร ก็จะได้ระยะทางใน 1 มิติออกมาจากนั้นก็จัดเรียงด้วยอัลกอริทึมเส้นทางเดินที่สั้นที่สุด (Shortest Path Algorithm) จะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นตำแหน่งของจุด Centroid และ แร็คที่จัดเก็บดังแสดงในตารางที่ 4.10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

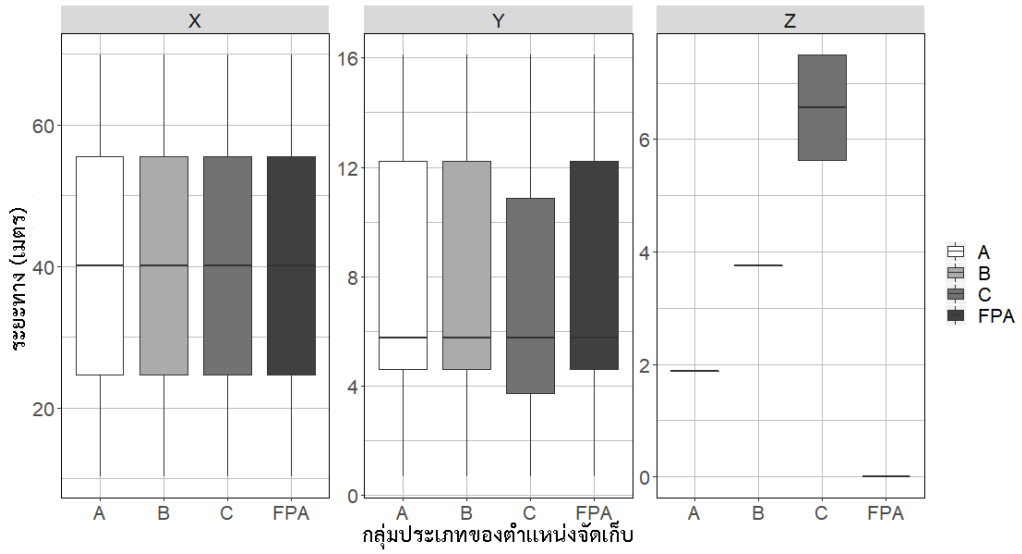
ตารางที่ 4.10 ตัวอย่างการค่าของจุด Centroid ของ SKU ที่มีการจัดเก็บใน FPA

รหัสสินค้า	ปริมาตรที่ปันส่วน (ลูกบาศก์เมตร)	ระยะทางใน 1 มิติ (เมตร)	แร็คที่สังกัด	X (เมตร)	Y (เมตร)
8000540	0.2625	0.1200	LK03	9.8800	0.6800
3880500115	1.8375	0.8800	LK02	11.0200	1.1200
2408050001	0.5250	0.2500	LK03	10.1300	0.6800
3850060150	1.3125	0.6200	LK03	10.7500	0.6800
2402020004	0.5250	0.2500	LK04	10.0750	4.6100
...	...	...	...	...	...
3885010111	6.3000	3.0000	LK07	62.4450	12.2300

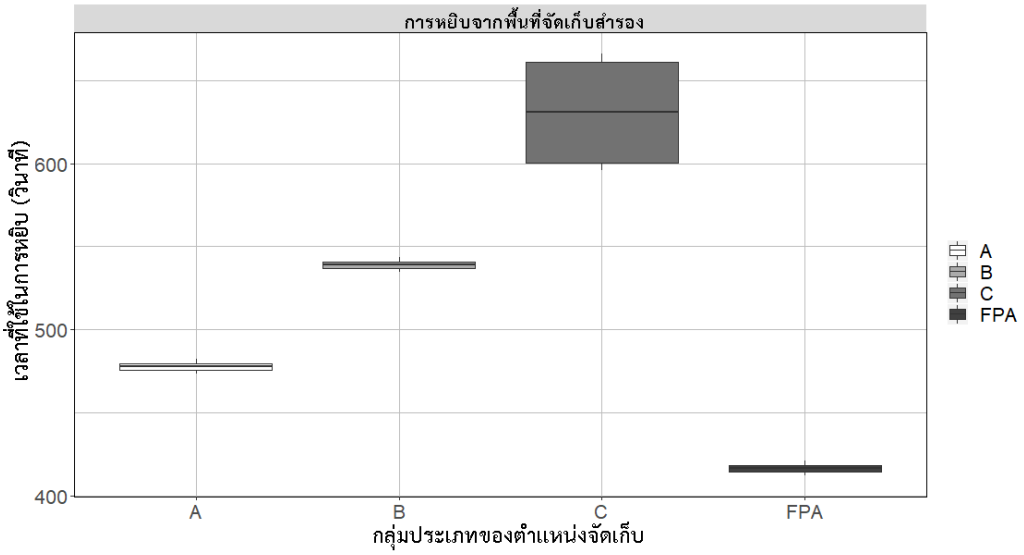
จากตารางที่ 4.10 ซึ่งทราบค่าพิกัดบนระนาบ XY ทำให้สามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ภายในศูนย์กระจายสินค้าได้จากค่าเวลามาตรฐานสำหรับพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้าของสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA แต่สำหรับพื้นที่จัดเก็บสำรองจะคำนวณได้จากตำแหน่งจัดเก็บบริเวณชั้น 2 เหนือพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้าที่เป็น FPA ซึ่งจะถูกกำหนดให้เป็นการจัดเก็บแบบตายตัวเช่นกัน

ถัดมาในส่วนของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA ซึ่งอาศัยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มหลังจากที่ตำแหน่งเก็บสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าส่วนหนึ่งถูกใช้ไปสำหรับสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA ทั้งในส่วนของพื้นที่จัดเก็บส่วนหน้า และ พื้นที่จัดเก็บสำรอง โดยตำแหน่งจัดเก็บที่เหลือจะถูกนำมาจับกลุ่มแบ่งประเภทเป็น ABC โดยอาศัย ระยะทางบนระนาบแกน XYZ และ เวลาที่ใช้ในการเข้าถึงเป็นเกณฑ์ในการจำแนกดังแสดงในรูปที่ 4.12 และ 4.13 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของตำแหน่งจัดเก็บนอก FPA จากปัจจัยระยะทาง



รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการจัดกลุ่มประเภทของตำแหน่งจัดเก็บนอก FPA จากปัจจัยเวลาในการหยิบ

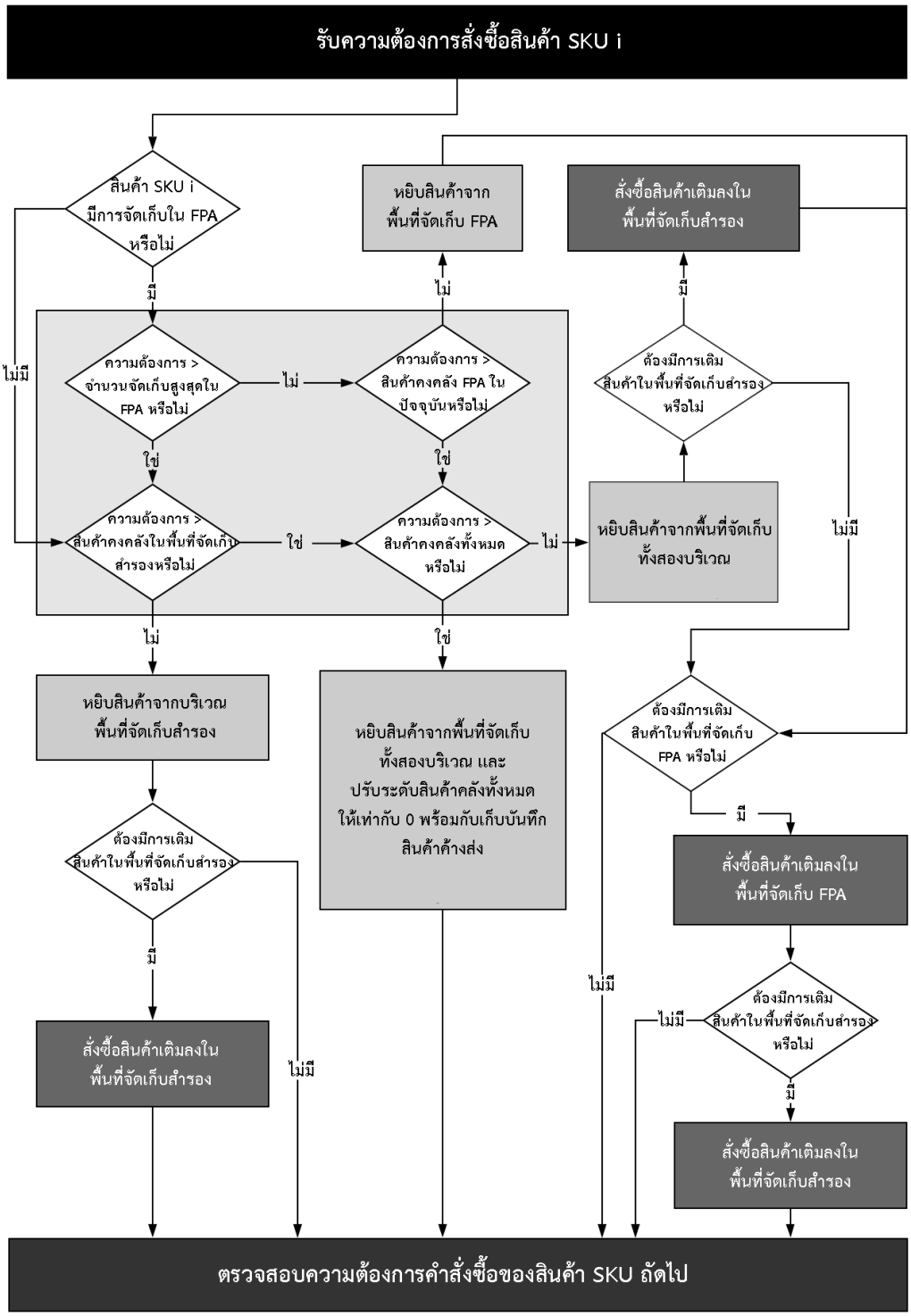
จากรูปที่ 4.12 และ 4.13 พบว่าการแบ่งกลุ่มประเภท ABC ด้วย k-means มีความเหมาะสม โดยตำแหน่งจัดเก็บประเภท A คือพื้นที่จัดเก็บสำรองที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายที่สุด และ อยู่ในบริเวณชั้น 2 ของแร็คในศูนย์กระจายสินค้า ในขณะที่ตำแหน่งจัดเก็บประเภท B สามารถเข้าถึงได้ง่าย

ปานกลาง และ อยู่ในบริเวณชั้น 3 ของแร็ค สุดท้ายตำแหน่งจัดเก็บประเภท C จะเข้าถึงยากสุด เนื่องจากอยู่บริเวณชั้น 4 และ 5 ของแร็คทำให้เข้าถึงได้ยาก และ ใช้เวลานานที่สุด อย่างไรก็ตามในการออกแบบ FPA ซึ่งมีการกำหนดพื้นที่ให้เป็น FPA แตกต่างกันไปในแต่ละการออกแบบส่งผลให้พื้นที่จัดเก็บของสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA มีความแตกต่างกันไปในแต่ละการออกแบบส่งผลให้การจัดกลุ่มประเภทตำแหน่งจัดเก็บออกเป็น ABC มีความแตกต่างไปด้วยในแต่ละการออกแบบ FPA ซึ่งเมื่อนำข้อมูลของจุดเซ็นทรอยด์สำหรับสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA มาประกอบกับข้อมูลของกลุ่มประเภทตำแหน่งจัดเก็บ ABC สำหรับสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA จะทำให้ได้ข้อมูลตำแหน่งจัดเก็บทั้งหมดของสินค้าในศูนย์กระจายสินค้าโดยสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นข้อมูลนำเข้าแบบจำลองต่อไป

4.3.2.3 กระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบ

หลังจากที่ทราบในส่วนของการจำลองความต้องการลูกค้า และ ตำแหน่งจัดเก็บสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าถัดมาคือกระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมภายในศูนย์กระจายสินค้าของแบบจำลองสถานการณ์โดยสามารถสรุปกระบวนการคิดได้ดังรูปที่ 4.14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 4.14 กระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบในแบบจำลองสถานการณ์

จากรูปที่ 4.14 จะเห็นว่ากระบวนการคิดของพนักงานหยิบจะทำการหยิบสินค้าทีครั้งละ 1 SKU โดยที่หลังจากได้รับคำสั่งซื้อจะพิจารณาว่าสินค้าดังกล่าวมีการจัดเก็บใน FPA หรือไม่ หากไม่มีก็จะไปหยิบสินค้าดังกล่าวจากพื้นที่จัดเก็บสำรองซึ่งหากจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อมากกว่าระดับสินค้าคงคลังที่จัดเก็บก็จะหยิบสินค้าทั้งหมดที่มีส่งมอบให้กับลูกค้าพร้อมกับบันทึกสินค้าค้างส่งลงในระบบ ในทางตรงกันข้ามหากสินค้าดังกล่าวมีการจัดเก็บใน FPA ก็จำเป็นที่จะต้องตัดสินใจหลายขั้นตอนดังนี้

หากจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อมากกว่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่บรรจุได้ใน FPA ก็จะข้ามไปหยิบจากพื้นที่จัดเก็บสำรองโดยหากยังไม่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งซื้อสินค้าได้พอก็จะดูว่าระดับสินค้าคงคลังรวมของ SKU ดังกล่าวเพียงพอในการตอบสนองหรือไม่ ถ้าเพียงพอก็ดำเนินกิจกรรมการหยิบจากทั้งสองบริเวณ แต่ถ้าหากไม่เพียงพอก็จะดำเนินการขายสินค้าทั้งหมดเท่าที่มีและบันทึกสินค้าค้างส่งเหมือนกับในสินค้า SKU ที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

หากจำนวนสินค้าที่สั่งซื้อน้อยกว่าระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่บรรจุได้ใน FPA ก็จะพิจารณาต่อว่าระดับสินค้าคงคลังใน FPA เพียงพอตอบสนองต่อจำนวนสินค้าในคำสั่งซื้อหรือไม่หากเพียงพอก็ดำเนินการหยิบสินค้าใน FPA ตามปกติ แต่หากไม่เพียงพอก็จะไปดูในส่วนของระดับสินค้าคงคลังรวมว่ามีจำนวนเพียงพอหรือไม่ หากเพียงพอก็ดำเนินกิจกรรมการหยิบจากทั้งสองบริเวณ แต่ถ้าหากไม่เพียงพอก็จะดำเนินการขายสินค้าทั้งหมดเท่าที่มีและบันทึกสินค้าค้างส่งเหมือนกับในสินค้า SKU ที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

สุดท้ายกิจกรรมการเติมใน FPA และ การสั่งซื้อสินค้าเข้าสู่พื้นที่จัดเก็บสำรองจะเกิดขึ้นเมื่อสิ้นสุดวันทำงานโดยจะมีการตรวจสอบเปรียบเทียบกับค่าระดับสินค้าคงคลังที่กำหนดไว้ซึ่งสำหรับการเติมใน FPA หากระดับสินค้าคงคลังใน FPA ต่ำกว่าระดับสินค้าคงคลังที่กำหนดไว้ก็จะเกิดกิจกรรมการเติมขึ้น แต่สำหรับการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรองเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดต่ำกว่าระดับที่กำหนดก็

Chulalongkorn University

จะทำการสั่งสินค้าจากซัพพลายเออร์โดยสินค้าจะมาส่งให้ช่วงเช้าของวันถัดไปก่อนที่คำสั่งซื้อของวันใหม่จะเข้ามา

หลังจากที่ได้กล่าวถึงกระบวนการตัดสินใจของพนักงานหยิบในแบบจำลองสถานการณ์ถัดไปจะเป็นเนื้อหาของการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลองสถานการณ์

4.3.2.4 การกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลอง

สำหรับเนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลองเพื่อให้แบบจำลองสามารถทำงานได้โดยจะประกอบไปด้วย การกำหนดระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้น การกำหนดระดับสินค้าสำหรับกิจกรรมการเติมใน FPA การกำหนดระดับสินค้าสำหรับกิจกรรมการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรอง เป็นต้น

- **การกำหนดระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้น**

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สำหรับการกำหนดระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้นผู้วิจัยใช้ข้อมูลในอดีตของระดับสินค้าคงคลังสุดท้ายในแต่ละ SKU มาเป็นระดับสินค้าคงคลังเริ่มต้นสำหรับแบบจำลองสถานการณ์

- **การกำหนดระดับสินค้าสำหรับกิจกรรมการเติมใน FPA**

ในส่วนของการกำหนดระดับสินค้าคงคลังในการเติมสินค้าใน FPA ผู้วิจัยกำหนดจากระดับสินค้าคงคลังสูงสุดที่สามารถบรรจุได้ใน FPA โดยคิดที่ 25% ของสินค้าคงคลังสูงสุดที่สามารถบรรจุได้ใน FPA

- **การกำหนดระดับสินค้าสำหรับกิจกรรมการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรอง**

สำหรับการกำหนดระดับสินค้าสำหรับกิจกรรมการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรองกำหนดจากการคำนวณโดยอาศัยแบบจำลองระดับการให้บริการที่กล่าวถึงก่อนหน้าในหัวข้อที่ 2.9.1 โดยใช้ค่าเฉลี่ยของจำนวนสินค้าในการสั่งซื้อ เวลานำในการสั่งซื้อ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนสินค้าในการสั่งซื้อ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลานำในการสั่งซื้อ พร้อมกับกำหนดระดับการให้บริการอยู่ที่ 80%

- **การกำหนดปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อในรอบการสั่งซื้อ**

ในส่วนของการกำหนดปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อในรอบการสั่งซื้ออาศัยการปัดขึ้นของค่าสูงสุดระหว่างค่า จำนวนสินค้าสูงสุดที่สามารถจัดเก็บได้ใน FPA, ระดับสินค้าคงคลังที่ทำให้เกิดการเติมใน FPA, ระดับสินค้าคงคลังที่ทำให้เกิดการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรอง และ จำนวนการสั่งซื้อสูงสุดของ SKU ดังกล่าวโดยค่าที่ได้จะถูกปัดขึ้นตามเลขหลักแรก เช่น หากค่าสูงสุดที่ได้คือ 26534 ชิ้น ส่งผลให้ปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อในรอบการสั่งซื้อของ SKU นั้นเท่ากับ 30000 ชิ้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หลังจากที่กำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นในส่วนของสินค้าภายในศูนย์กระจายสินค้าเสร็จสิ้นจะได้ผลออกมาดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ค่าของพารามิเตอร์สินค้าในแบบจำลองสถานการณ์

รหัสสินค้า	**ระดับสินค้าคงคลังรวม**	**ปริมาณสินค้าสูงสุดใน FPA**	**ระดับสินค้าคงคลังใน FPA**	**ระดับสินค้าที่ต้องเกิดการเติมใน FPA**	**ระดับสินค้าในพื้นที่จัดเก็บสำรอง**	**ระดับสินค้าที่ต้องเกิดการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรอง**	**จำนวนสินค้าที่สั่งในแต่ละรอบการสั่งซื้อจากซัพพลายเออร์**
3710010928	165	2359	165	590	0	254	3000
3460000605	1161	2042	1161	510	0	259	3000
3810020132	859	2354	859	588	0	472	3000
3440010100	272	7191	272	1798	0	3522	8000
3440080100	8826	6865	6865	1716	1961	3027	7000
3880500115	2381	465	465	116	1916	39	500
3885010140	9729	5970	5970	1492	3759	3412	6000
3885010025	47	2125	47	531	0	633	3000
3874070562	1265	1843	1265	461	0	539	2000
3660020195	168	1876	168	469	0	391	2000
...	...	...	...	...	...	...	...
A	28464	-	-	-	28464	8229	6000
B	402873	-	-	-	402873	54024	40000
C	462623	-	-	-	462623	66995	60000

Chulalongkorn University

- **การกำหนดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมภายในศูนย์กระจายสินค้า**

สำหรับการกำหนดเวลาที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้าของแบบจำลองสถานการณ์ผู้วิจัยใช้ค่าจากตารางค่าเวลามาตรฐานในหนังสือ [17] โดยอาศัยการแปลงระยะทางบนระนาบแกน XYZ ไปเป็นเวลาโดยสามารถสรุปกิจกรรม และ เวลาที่ใช้ในกิจกรรมย่อยในแต่ละกิจกรรมได้ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าเวลามาตรฐานของกิจกรรมในแบบจำลองสถานการณ์

ชื่อของกิจกรรม	**กิจกรรมย่อย**	**เวลาที่ใช้ (วินาที)**	**ความเร็วที่ใช้ (เมตร/วินาที)**
การหยิบใน FPA	1. รับคำสั่งซื้อ	6.96	
การหยิบใน FPA	2. เดินแบบตัวเปล่าไปยังตำแหน่งจัดเก็บ		1.22
การหยิบใน FPA	3. คัดแยกสินค้า	26.7	
การหยิบใน FPA	4. จัดเก็บสินค้าที่ไม่ได้ใช้	5.00	
การหยิบใน FPA	5. หยิบสินค้าขึ้นมาถือเตรียมขนย้าย	8.94	
การหยิบใน FPA	6. เดินแบบขนของไปยังจุด I/O		1.08
การหยิบใน FPA	7. วางสินค้าลงในบริเวณที่กำหนด	3.00	
การเติมสินค้าใน FPA	1. รับคำสั่งซื้อ	6.96	
การเติมสินค้าใน FPA	2. เดินไปหารถฟอล์คลิฟท์		1.22
การเติมสินค้าใน FPA	3. ขึ้นขับรถฟอล์คลิฟท์	13.56	
การเติมสินค้าใน FPA	4. ขับรถไปยังตำแหน่งจัดเก็บสินค้า	2.87	16.93*
การเติมสินค้าใน FPA	5. ตักสินค้าออกจากตำแหน่งจัดเก็บบนแร็ค		0.127/0.149**
การเติมสินค้าใน FPA	6. คัดแยกสินค้าสำหรับเติมใน FPA	100.00	
การเติมสินค้าใน FPA	7. เติมสินค้าลงใน FPA	200.00	
การเติมสินค้าใน FPA	8. ตักสินค้าขึ้นไปเก็บในตำแหน่งเก็บบนแร็ค		0.091/0.141**
การเติมสินค้าใน FPA	9. ขับรถกลับไปยังสุดจอดรถฟอล์คลิฟท์	2.58	16.93*
การเติมสินค้าใน FPA	10. ดับเครื่องและลงจากรถฟอล์คลิฟท์	13.56	
การเติมสินค้าใน FPA	11. เดินไปยังจุด I/O เพื่อรับคำสั่งถัดไป		1.22

* 3 เมตรแรกใช้เวลาเดินทาง 2.87 วินาทีแต่ว่าระยะทางที่เหลือจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16.93 เมตร/วินาที

** ความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้น/ความเร็วในการเคลื่อนที่ลง ของส้อมตักรถ Forklift

ตารางที่ 4.12 ค่าเวลามาตรฐานของกิจกรรมในแบบจำลองสถานการณ์ (ต่อ)

ชื่อของกิจกรรม	**กิจกรรมย่อย**	**เวลาที่ใช้ (วินาที)**	**ความเร็วที่ใช้ (เมตร/วินาที)**
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	1. รับคำสั่งซื้อ	6.96	
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	2. เดินไปหารถฟอล์คลิฟท์		1.22
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	3. ขึ้นขับรถฟอล์คลิฟท์	13.56	
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	4. ขับรถไปยังตำแหน่งจัดเก็บสินค้า	2.87	16.93*
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	5. ตักสินค้าออกจากตำแหน่งจัดเก็บบนแร็ค		0.127/0.149**
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	6. คัดแยกสินค้าตามจำนวนของคำสั่งซื้อ	61.56	
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	7. ตักสินค้าที่เหลือขึ้นไปเก็บในตำแหน่งเก็บบนแร็ค		0.127/0.149**
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	8. ตักพาเลทที่มีสินค้าตามจำนวนคำสั่งซื้อ	10.00	
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	9. ขับรถกลับไปยังจุด I/O เพื่อเตรียมวางสินค้า	2.58	16.93*
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	10. วางสินค้าลงในบริเวณที่กำหนด	5.00	
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	11. ขับรถกลับไปยังสุดจอดรถฟอล์คลิฟท์	2.58	16.93*
การหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง	12. ดับเครื่องและลงจากรถฟอล์คลิฟท์	13.56	

* 3 เมตรแรกใช้เวลาเดินทาง 2.87 วินาทีแต่ว่าระยะทางที่เหลือจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 16.93 เมตร/วินาที

** ความเร็วในการเคลื่อนที่ขึ้น/ความเร็วในการเคลื่อนที่ลง ของส้อมตักรถ Forklift

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่เสร็จสิ้นการกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลองสถานการณ์ส่งผลให้ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์พร้อมที่จะนำไปใช้ในการจำลองการทำงานในศูนย์กระจายสินค้าโดยเนื้อหาในส่วนถัดไปจะกล่าวถึงข้อมูลที่บันทึกจากผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์

4.4 การกำหนดค่าที่บันทึกจากแบบจำลองสถานการณ์

ในส่วนของข้อมูลที่บันทึกจากผลการจำลองสถานการณ์ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลที่บันทึกเป็นดังต่อไปนี้

4.4.1 จำนวนครั้งของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในศูนย์

กิจกรรมจะถูกบันทึกทันทีที่เกิดการตัดสินใจของพนักงานหยิบขึ้นในแบบจำลองสถานการณ์เมื่อเงื่อนไขตรงตามข้อกำหนดในกระบวนการตัดสินใจของพนักงานในดังที่กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 4.3.2.3 โดยในส่วนของกิจกรรมที่จะถูกบันทึกค่ามีดังต่อไปนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- การหยิบสินค้าใน FPA ของแต่ละ SKU
- การเติมสินค้าใน FPA ของแต่ละ SKU
- การหยิบสินค้าจากพื้นที่จัดเก็บสำรอง
- การหยิบสินค้าจากบริเวณจัดเก็บทั้งสอง
- การสั่งซื้อสินค้าจากซัพพลายเออร์

หลังจากที่บันทึกข้อมูลในส่วนของจำนวนครั้งเสร็จเรียบร้อยเนื้อหาในส่วนถัดไปจะกล่าวถึงวิธีการแปลงข้อมูลจำนวนครั้งให้เป็นเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ

4.4.2 เวลาที่ใช้ในกิจกรรมที่เกิดขึ้นในศูนย์กระจายสินค้า

สำหรับวิธีการเปลี่ยนข้อมูลจากจำนวนครั้งของกิจกรรมไปเป็นเวลาที่ใช้ในกิจกรรมดังที่ผู้วิจัยได้กล่าวไว้ข้างต้น วิธีการคิดเวลาที่ใช้ในกิจกรรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันตามวิธีการจัดเก็บของสินค้าแต่ละ SKU โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.2.1 การคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมสำหรับสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA

จากตำแหน่งจัดเก็บที่ตายตัวของสินค้าที่มีการจัดเก็บใน FPA ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ได้โดยดูจากพิกัดของตำแหน่งจัดเก็บบนระนาบ XYZ ประกอบกับค่าของเวลามาตรฐานที่กำหนดเป็นพารามิเตอร์เริ่มต้นของแบบจำลองสถานการณ์ดังที่กล่าวไปในหัวข้อที่ 4.3.2.4 ส่งผลให้สามารถคำนวณเวลาของกิจกรรมต่างๆ ได้ดังแสดงในตัวอย่างตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตัวอย่างการคำนวณเวลาที่ใช้จำลองกิจกรรมใน FPA ของศูนย์กระจายสินค้า

รหัสสินค้า	**กิจกรรม**	**พิกัดบนระนาบ XYZ วัดจากจุด I/O**		
		X (เมตร)	**Y (เมตร)**	**Z (เมตร)**
8000540	การหยิบใน FPA	9.880	0.680	0
3880500115	การเติมสินค้าใน FPA	11.020	1.120	1.875

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.13 สำหรับการหยิบสินค้า SKU 8000540 จากพื้นที่จัดเก็บใน FPA สามารถคำนวณเวลาการทำงานได้ดังต่อไปนี้

เวลาการหยิบใน FPA = เวลาการเดินขาไป + เวลาการเดินขากลับ

เวลาการเดินขาไป = รับคำสั่งซื้อ + เดินแบบตัวเปล่าไปยังตำแหน่งจัดเก็บ + คัดแยกสินค้า + จัดเก็บสินค้าที่ไม่ได้ใช้ + หยิบสินค้าขึ้นมาเตรียมขนย้าย

= 6.96 + (9.880 + 0.680)/1.22 + 26.7 + 5 + 8.94

= 56.256 วินาที

เวลาการเดินขากลับ = เดินแบบขนของไปยังจุด I/O + วางสินค้าลงในบริเวณที่กำหนด

= (9.880+0.680)/1.08 + 3

= 9.778 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ดังนั้น

เวลาการหยิบใน FPA = 56.256 + 9.778

= 66.034 วินาที

จากการคำนวณเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า SKU 8000540 จากพื้นที่จัดเก็บใน FPA พบว่าใช้เวลาทั้งสิ้น 66.034 วินาที

สำหรับการเติมสินค้าจาก Reserve Area ลงใน FPA ของ SKU 3880500115 สามารถคำนวณเวลาการทำงานได้ดังต่อไปนี้

เวลาการเติมสินค้าใน FPA = การเติมใน FPA ขาไป + การเติมใน FPA ขากลับ

การเติมใน FPA ขาไป = รับคำสั่งซื้อ + เดินไปหารถฟอล์คลิฟท์ + ขึ้นขับรถฟอล์คลิฟท์ + ขับรถไปยังตำแหน่งจัดเก็บสินค้า + ตักสินค้าออกจากแร็ค + คัดแยกสินค้าเพื่อเติมใน FPA + เติมสินค้าลงใน FPA + ตักสินค้ากลับขึ้นไปเก็บบนแร็ค

= 6.96 + (15.310 + 3.780)/1.22 + 13.56 + 2.58 + (11.020 + 1.120 - 3)/16.93 + (1.875/0.127 + 1.875/0.149) + 30 + 300 + (1.875/0.127 + 1.875/0.149)

= 423.983 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

การเติมใน FPA ขากลับ = ขับรถกลับไปจุดจอดรถฟอล์คลิฟท์ + ดับเครื่องและลงจากรถ +

เดินกลับไปยังจุด I/O เพื่อรับคำสั่งซื้อถัดไป

= 2.87 + (11.020 + 1.120 - 3)/16.93 + 13.56 +

(15.310 + 3.780)/1.22

= 32.617 วินาที

ดังนั้น

เวลาการเติมสินค้าใน FPA = 423.983 + 32.617

= 456.600 วินาที

จากการคำนวณเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้า SKU 3880500115 ลงในพื้นที่จัดเก็บ FPA พบว่าใช้เวลาทั้งสิ้น 456.600 วินาที ถัดไปจะเป็นการคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมสำหรับสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.2.2 การคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมสำหรับสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA

สำหรับสินค้าที่ไม่มีการจัดเก็บใน FPA ซึ่งมีนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อที่ 4.3.2.1 และ 4.3.2.2 ซึ่งมีการแบ่งประเภทของสินค้า และ ประเภทของตำแหน่งจัดเก็บออกเป็น ABC จากการจำลองความต้องการของลูกค้าจะทราบว่าสินค้าใดมีการหยิบเกิดขึ้นโดยสามารถหาเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าประเภทต่างๆ ได้โดยอาศัยการสุ่มพิกัดของตำแหน่งจัดเก็บตาม

ประเภทของสินค้า อาทิเช่น สินค้า SKU 8000440 ซึ่งสังกัดอยู่ในสินค้าประเภท A มีการหยิบเกิดขึ้นถัดไปก็จะทำการสุ่มตำแหน่งจัดเก็บที่เป็นประเภท A ซึ่งให้พิกัดการจัดเก็บบนระนาบ XYZ เป็น 11.200 เมตร 1.120 เมตร และ 5.625 เมตร ตามลำดับก็จะสามารถคำนวณเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า SKU 8000440 ในครั้งนี้ได้ดังต่อไปนี้

เวลาในการหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง = เวลาขับรถขาไป + เวลาขับรถขากลับ

เวลาขับรถขาไป = รับคำสั่งซื้อ + เดินไปหารถฟอล์คลิฟท์ +
ขึ้นขับรถฟอล์คลิฟท์ + ขับรถไปตำแหน่งเก็บสินค้า +
ตักสินค้าออกจากแร็ค + คัดแยกสินค้าตามจำนวน +
ตักสินค้ากลับขึ้นไปเก็บบนแร็ค

= 6.96 + (15.310 + 3.780)/1.22 + 13.56 +
2.87 + (11.020 + 1.120 - 3)/16.93 +
(5.625/0.127 + 5.625/0.149) + 61.56 +
(5.625/0.127 + 5.625/0.149)

= 265.223 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

เวลาขับรถขากลับ = ตักพาเลทที่มีสินค้าตามคำสั่งซื้อ +

ขับรถกลับไปยังจุด I/O + วางสินค้าลงตรงที่กำหนด +

ขับรถกลับไปยังจุดจอดฟอล์คลิฟท์ +

ดับเครื่องและลงจากรถ

= 10 + 2.58 + (11.020 + 1.120 - 3)/16.93 + 5 +

2.58 + (15.310 + 3.780 - 3)/16.93 + 13.56

= 35.210 วินาที

ดังนั้น

เวลาในการหยิบในพื้นที่จัดเก็บสำรอง = 265.223 + 35.210

= 300.433 วินาที

จากการคำนวณเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้า SKU 8000440 จากพื้นที่จัดเก็บสำรองพบว่าใช้เวลาทั้งสิ้น 300.433 วินาที ถัดไปจะเป็นในส่วนของการบันทึกจำนวนสินค้าค้างส่ง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

4.4.3 จำนวนสินค้าค้างส่งที่เกิดขึ้นในศูนย์กระจายสินค้า

ในส่วนของสินค้าค้างส่งจะบันทึกในส่วนของจำนวนครั้งที่เกิดขึ้นเท่านั้นโดยจะบันทึกเมื่อไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ซึ่งค่าของจำนวนครั้งสินค้าค้างส่งจะใช้เพื่อดูผลจากการกำหนดพารามิเตอร์เริ่มต้นเท่านั้น

4.4.4 ค่า Total Net-benefits และ เวลาในการทำงานทั้งหมด

สุดท้ายในส่วนของค่า Total Net-benefits จะอาศัยวิธีการคำนวณเหมือนกับในขั้นตอนการออกแบบ FPA แต่แทนที่จะใช้ค่าความประหยัดเฉลี่ยที่คำนวณมาจากการกำหนดพื้นที่ที่จะเป็น FPA จะใช้ค่าของเวลาจริงที่ลดลงจากการเข้าไปหยิบสินค้าใน FPA โดยคำนวณจากพิกัดของจุดเซ็นทรอยด์แทน ในส่วนของเวลาในการทำงานทั้งหมดจะคำนวณจากผลรวมของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าทุก SKU ไม่ว่าจากบริเวณจัดเก็บใดก็ตามรวมกับเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าโดยที่ไม่รวมเวลาการเติมสินค้าในพื้นที่จัดเก็บสำรองจากการสั่งซื้อสินค้าจากซัพพลายเออร์เนื่องจากใช้ข้อมูลความต้องการลูกค้าที่จำลองมาชุดเดียวกันดังนั้นเวลาที่ใช้ในกิจกรรมการเติมในพื้นที่จัดเก็บสำรองย่อมเท่ากัน

หลังจากที่กำหนดค่าที่บันทึกจากการจำลองเสร็จเรียบร้อยถัดไปจะเป็นในส่วนของการตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

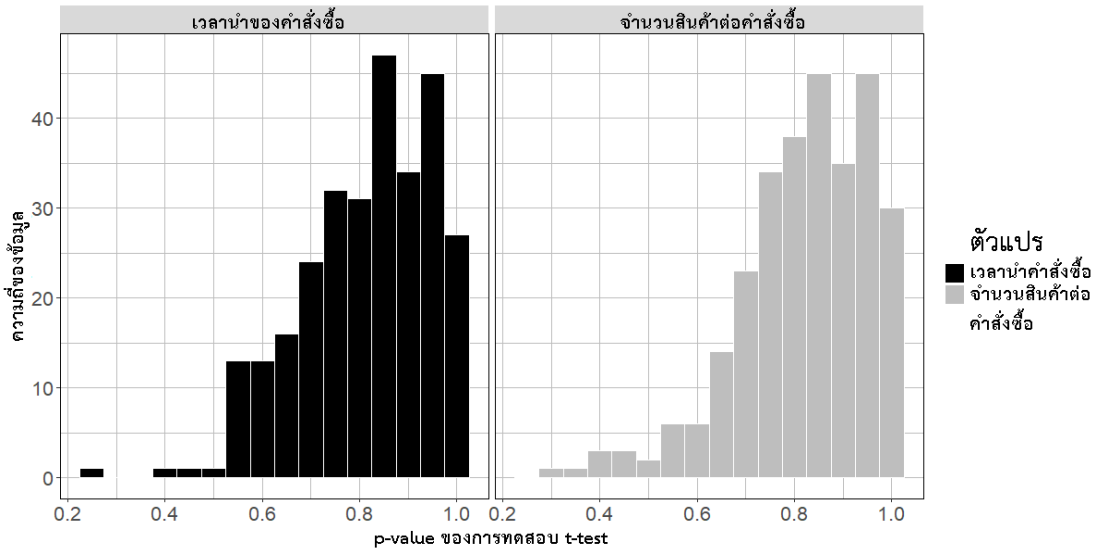
4.5 การตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์

การตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันโดยในส่วนแรกจะเป็นการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนของการจำลองความต้องการของลูกค้า ในส่วนที่สองจะเป็นการตรวจสอบผลการจำลองในส่วนของเวลาที่ใช้เฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.5.1 การตรวจสอบการจำลองความต้องการของลูกค้า

ในส่วนของการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าของการจำลองความต้องการลูกค้าผู้วิจัยได้เลือกสินค้าที่ขายดี 3 อันดับแรกมาทดสอบในส่วนของปริมาณสินค้าที่สั่งซื้อต่อคำสั่งซื้อ และ เวลานำของคำสั่งซื้อโดยอาศัย t-test ในการทดสอบทางสถิติที่ความเชื่อมั่น 95% เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลในอดีตกับข้อมูลความต้องการที่จำลองด้วยวิธีการจำลองจากกลุ่มตัวอย่างโดยมีสมมุติฐานหลักคือจำนวนสินค้าเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลความต้องการที่จำลองด้วยวิธีการจำลองจากกลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และ เวลานำเฉลี่ยของคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลความต้องการที่จำลองด้วยวิธีการจำลองจากกลุ่มตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ พร้อมกับการพล็อตกราฟการกระจายตัวของข้อมูลโดยมีผลลัพธ์การทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4.15 ตารางที่ 4.14 และ รูปที่ 4.16 ตามลำดับ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



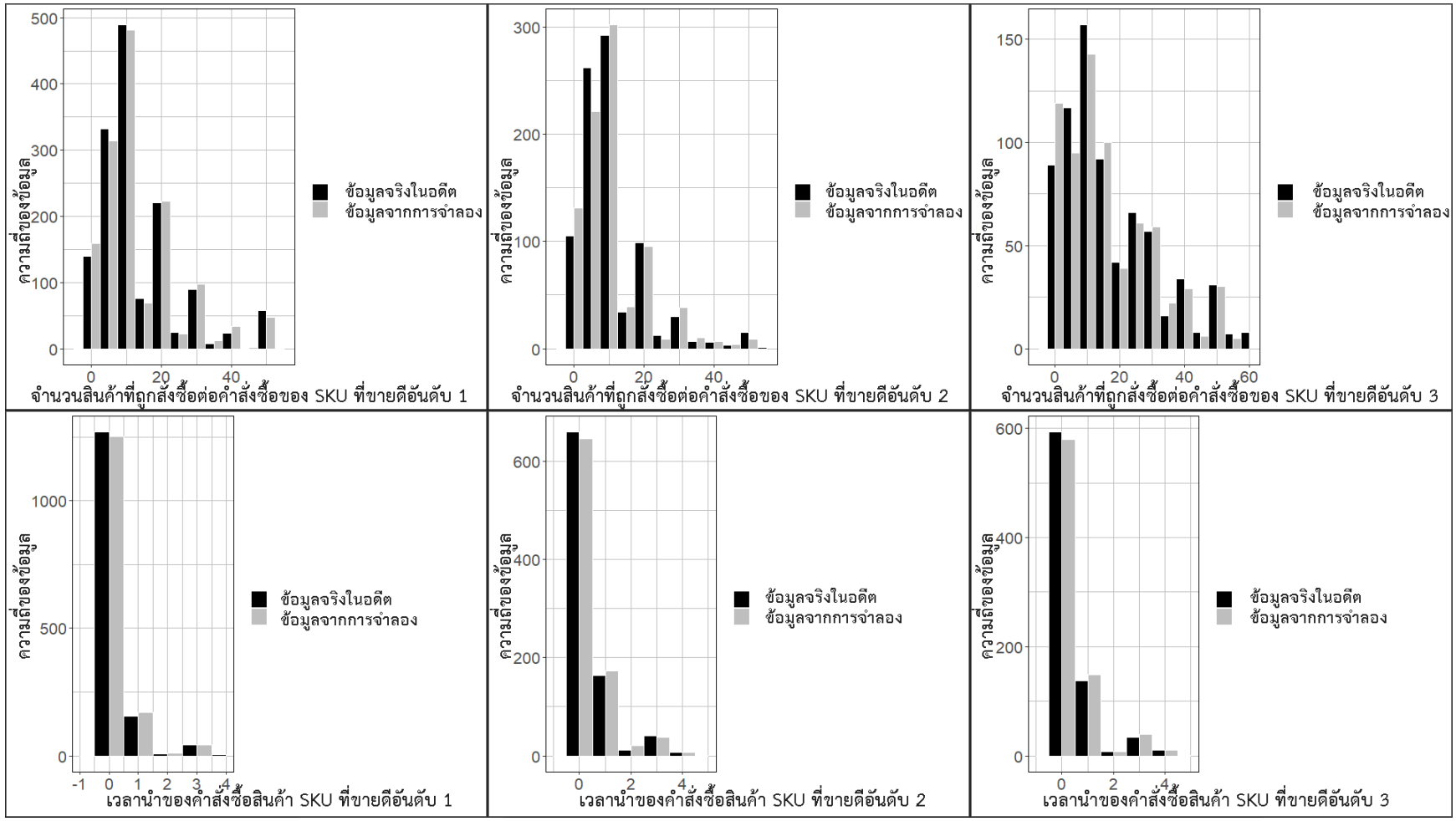
รูปที่ 4.15 ค่า p-value จากการทดสอบ t-test ของเวลานำคำสั่งซื้อ และ จำนวนสินค้าต่อคำสั่งซื้อ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.14 ผลการทดสอบ t-test ของการจำลองความต้องการลูกค้าของสินค้าขายดี 3 อันดับแรก

รหัสสินค้า	**ข้อมูลที่ทดสอบ**	**ข้อมูลจริงในอดีต**			**ข้อมูลจากการจำลอง**			**t**	**p-value**
		$\bar{X}$	**SD**	**N**	**$\bar{X}$**	**SD**	**N**		
3710010928	จำนวนสินค้าต่อคำสั่งซื้อ	14.697	15.245	1483	14.793	15.480	1483	-0.170	0.864
	เวลานำของคำสั่งซื้อ	0.239	0.789	1482	0.254	0.819	1482	-0.525	0.599
3460000605	จำนวนสินค้าต่อคำสั่งซื้อ	13.421	22.513	887	14.020	25.817	887	-0.520	0.603
	เวลานำของคำสั่งซื้อ	0.402	0.901	886	0.410	0.847	886	-0.190	0.849
3810020132	จำนวนสินค้าต่อคำสั่งซื้อ	25.490	36.476	791	26.375	40.653	791	-0.456	0.649
	เวลานำของคำสั่งซื้อ	0.451	1.093	790	0.458	1.031	790	-0.142	0.887

CHULALONGKORN UNIVERSITY จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.16 การตรวจสอบข้อมูลการกระจายตัวของการจำลองความต้องการลูกค้าของสินค้าขายดี 3 อันดับแรก

จากรูปที่ 4.15 ซึ่งเป็นการแสดงค่า p-value ของการทดสอบ t-test ของทุก SKU ว่าด้วยเรื่องของจำนวนสินค้าเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ และ เวลานำของคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลความต้องการที่จำลองด้วยวิธีการจำลองจากกลุ่มตัวอย่างก็สามารถสรุปได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95%

นอกจากนี้ใน ตารางที่ 4.14 และ รูปที่ 4.16 จะพบว่าการทดสอบ t-test ระหว่างข้อมูลในอดีตกับข้อมูลจากการจำลองความต้องการลูกค้าของสินค้าขายดี 3 อันดับแรกมีค่า p-value มากกว่า 0.05 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ที่ความเชื่อมั่น 95% ว่าด้วยเรื่องความแตกต่างของจำนวนสินค้าเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ และ เวลานำของคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลความต้องการที่จำลองด้วยวิธีการจำลองจากกลุ่มตัวอย่าง

ดังนั้นสำหรับการตรวจสอบข้อมูลนำเข้าในส่วนของการจำลองความต้องการลูกค้าถือว่าผ่านสามารถนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ได้

4.5.2 การตรวจสอบผลการจำลองในส่วนของเวลาที่ใช้เฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ

ในส่วนของการตรวจสอบค่าเวลาเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการจำลองโดยใช้การออกแบบ FPA แบบ A0 ซึ่งคือศูนย์กระจายสินค้าก่อนที่จะมีการประยุกต์ใช้ FPA เป็นตัวแทนของความสามารถในการทำงานจริงของศูนย์กระจายสินค้าในการทดสอบโดยอาศัย t-test ในการทดสอบทางสถิติระหว่างเวลาจริงที่ใช้หยิบต่อคำสั่งซื้อกับเวลาที่ได้จากผลการจำลองสถานการณ์ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยมีสมมุติฐานหลักคือเวลาเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลจากการจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 การทดสอบ t-test ของเวลาเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อ

ข้อมูลที่ทดสอบ	$\bar{X}$	SD	N	t	p-value
ข้อมูลในอดีต	10.937	2.960	44552	0.351	0.726
ข้อมูลจากการจำลองสถานการณ์	10.928	2.947	45023		

จากตารางที่ 4.15 พบว่าค่า p-value ของการเปรียบเทียบเวลาเฉลี่ยของคำสั่งซื้อระหว่างข้อมูลในอดีตกับผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์มีค่ามากกว่า 0.05 จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลักได้ดังนั้นเวลาเฉลี่ยต่อคำสั่งซื้อของข้อมูลในอดีตกับข้อมูลจากการจำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ส่งผลให้สามารถนำแบบจำลองสถานการณ์ไปประยุกต์ใช้กับการออกแบบ FPA แบบอื่นได้

4.6 การวิเคราะห์ผลแบบจำลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่เสร็จสิ้นการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ก็จะนำแบบจำลองดังกล่าวไปทดสอบผลการออกแบบ FPA ทั้ง 20 รูปแบบดังที่ได้ออกแบบไว้ในหัวข้อที่ 4.2.5 โดยในแต่ละครั้งของการทดสอบจะจำลองสถานการณ์ทั้งสิ้น 260 วัน ตามเวลาทำการจริงของศูนย์กระจายสินค้า และ มีการจำลองซ้ำ (Iteration) 100 ครั้งในแต่ละแบบของการออกแบบ FPA โดยมีการวิเคราะห์ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.6.1 การหยิบสินค้าใน FPA

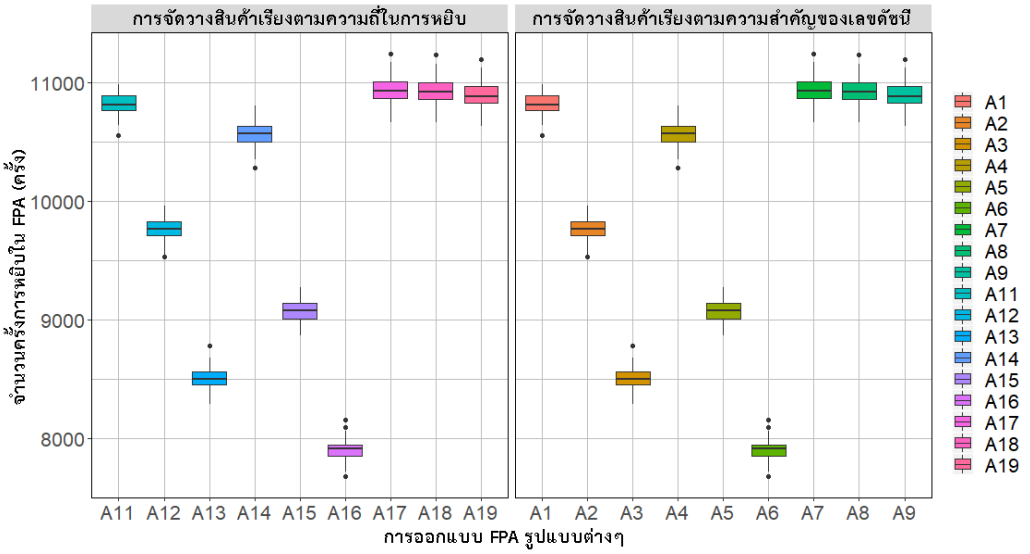
สำหรับการหยิบสินค้าใน FPA จะพิจารณาเฉพาะการออกแบบ A1-A9 และ A11-A19 เนื่องจาก A0 และ A10 ไม่มีการประยุกต์ใช้ FPA จึงไม่นำมาพิจารณาในส่วนของการวิเคราะห์ทางสถิติ ในส่วนแรกผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบจะส่งผลกระทบไปยังขั้นตอนถัดไปดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในส่วนของผลจากปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยด้วยโดยให้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.16

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.16 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	8.36E+08	4.18E+08	4.55E+04	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	5.05E+07	5.05E+07	5.49E+03	0.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	9.11E+08	9.11E+08	9.90E+04	0.00
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.65E-22	2.65E-22	2.88E-26	1.00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	6.28E+07	3.14E+07	3.41E+03	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	3.45E+08	1.72E+08	1.87E+04	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	3.05E-22	1.52E-22	1.66E-26	1.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.32E-22	2.32E-22	2.52E-26	1.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	9.36E-23	9.36E-23	1.02E-26	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	3.11E-22	1.56E-22	1.69E-26	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	1.06E-23	5.32E-24	5.79E-28	1.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	1.638423e+07	9.194292e+03		

จากตารางที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนครั้งการหยิบใน FPA ได้แก่ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใน FPA และ การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA นอกจากนี้ยังพบผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA และ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA ต่อมาผู้วิจัยก็ได้พล็อตกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้าใน FPA

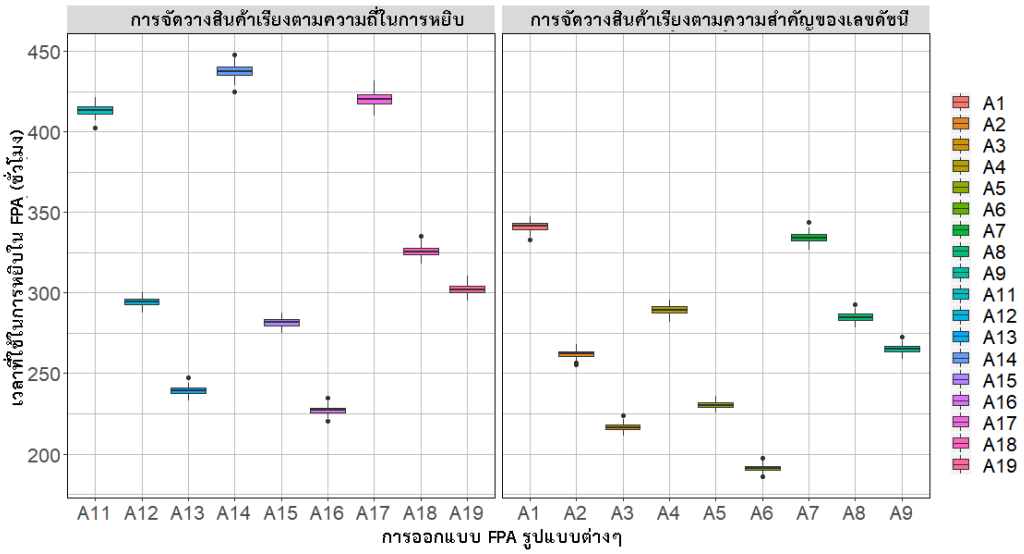
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถัดไปในส่วนของการวิเคราะห์การหยิบสินค้าใน FPA จะว่าด้วยเรื่องของเวลาที่ใช้ในการหยิบ โดยผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% เช่นเดียวกับการทดสอบกับจำนวนครั้งการหยิบโดยให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	5548425.762	2.77E+06	316532.480	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	8920.695	8.92E+03	1017.835	0.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	634449.988	6.34E+05	72389.552	0.00
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1537147.743	1.54E+06	175385.671	0.00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	44577.828	2.23E+04	2543.123	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	184742.021	9.24E+04	10539.359	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	436755.176	2.18E+05	24916.473	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	59067.226	5.91E+04	6739.460	0.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	42558.360	4.26E+04	4855.829	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	21442.329	1.07E+04	1223.265	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	56694.388	2.83E+04	3234.362	0.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	15618.136	8.76E+00		

จากตารางที่ 4.17 พบว่าปัจจัยทุกอย่างรวมไปถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ซึ่งแตกต่างจากจำนวนครั้งการหยิบใน FPA เพราะเมื่อมีการคำนวณเวลาที่ใช้ในกิจกรรมระยะทางซึ่งเป็นผลจากการจัดวางจะมีผลต่อเวลาที่ใช้ในกิจกรรมต่อมาผู้วิจัยก็ได้พล็อตกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าใน FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่วิเคราะห์ในส่วนของผลกระทบของปัจจัยต่อกิจกรรมการหยิบใน FPA เสร็จเรียบร้อยถัดไปก็จะเป็นการวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ต่อการเติมสินค้าใน FPA

4.6.2 การเติมสินค้าใน FPA

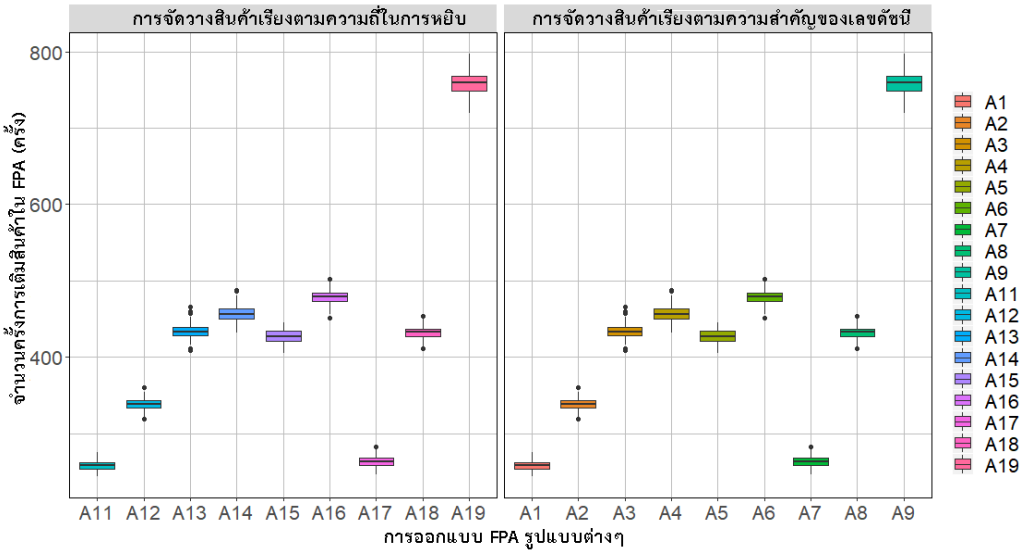
สำหรับการเติมสินค้าใน FPA จะพิจารณาเฉพาะการออกแบบ A1-A9 และ A11-A19 เนื่องจาก A0 และ A10 ไม่มีการประยุกต์ใช้ FPA จึงไม่นำมาพิจารณาในส่วนของการวิเคราะห์ทางสถิติ ในส่วนแรกผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบจะส่งผลกระทบไปยังขั้นตอนถัดไปดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจในส่วนของผลจากปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยด้วยโดยให้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.18

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.18 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	1.68E+07	8.38E+06	9.34E+04	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	6.32E+06	6.32E+06	7.05E+04	0.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	2.83E+05	2.83E+05	3.16E+03	0.00
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	5.22E-24	5.22E-24	5.82E-26	1.00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	6.93E+05	3.47E+05	3.87E+03	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	1.13E+07	5.67E+06	6.33E+04	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	9.52E-24	4.76E-24	5.31E-26	1.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1.07E-23	1.07E-23	1.20E-25	1.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	3.16E-26	3.16E-26	3.52E-28	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	2.23E-23	1.11E-23	1.24E-25	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	1.62E-25	8.09E-26	9.02E-28	1.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	1.60E+05	8.97E+01		

จากตารางที่ 4.18 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA ได้แก่ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใน FPA และ การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA นอกจากนี้ยังพบผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA และ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA ต่อมาผู้วิจัยก็ได้พล็อตกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA

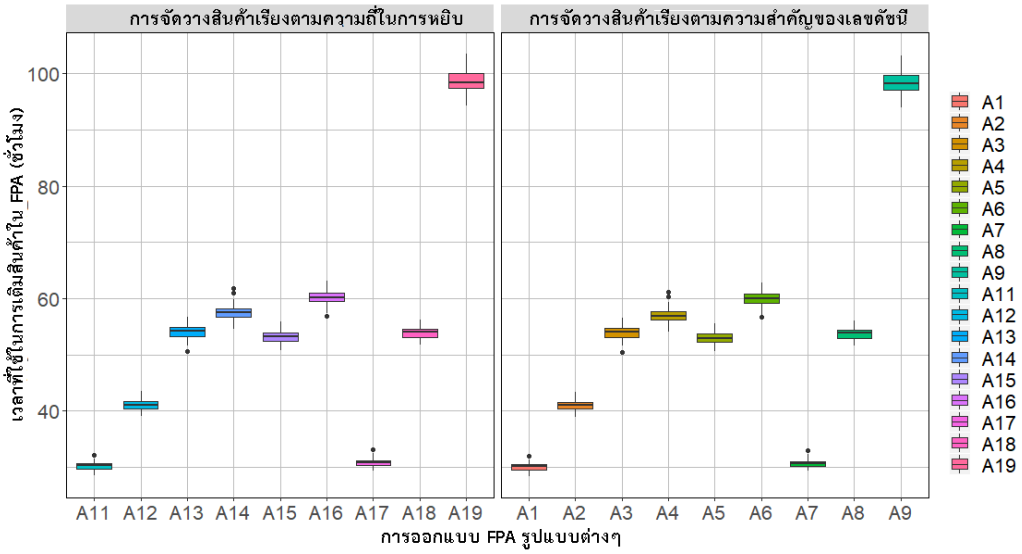
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ถัดไปในส่วนของการวิเคราะห์การเติมสินค้าใน FPA จะว่าด้วยเรื่องของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าโดยผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% เช่นเดียวกับการทดสอบกับจำนวนครั้งการหยิบโดยให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	3.12E+05	1.56E+05	1.20E+05	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	1.18E+05	1.18E+05	9.03E+04	0.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	5.19E+03	5.19E+03	3.97E+03	0.00
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.12E+01	2.12E+01	1.63E+01	5.75E-05
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	1.31E+04	6.55E+03	5.02E+03	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	2.13E+05	1.07E+05	8.17E+04	0.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	1.18E+00	5.92E-01	4.54E-01	6.35E-01
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.06E+00	2.06E+00	1.58E+00	2.09E-01
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1.21E+00	1.21E+00	9.28E-01	3.36E-01
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	3.03E-01	1.52E-01	1.16E-01	8.90E-01
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	2.57E+00	1.29E+00	9.86E-01	3.73E-01
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	2.33E+03	1.31E+00		

จากตารางที่ 4.19 พบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้การเติมสินค้าใน FPA ได้แก่ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใน FPA และ การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA นอกจากนี้ยังพบผลกระทบของปฏิสัมพันธ์ระหว่างการกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA และ การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA กับการปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA เช่นเดียวกับในการวิเคราะห์ในส่วนของจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA ต่อมาผู้วิจัยก็ได้พล็อตกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลเวลาที่ใช้การเติมสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.20 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการเติมสินค้าใน FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่วิเคราะห์ในส่วนของกิจกรรมการเติมใน FPA เสร็จเรียบร้อยถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์กิจกรรมการหยิบนอก FPA

4.6.3 การหยิบสินค้านอก FPA

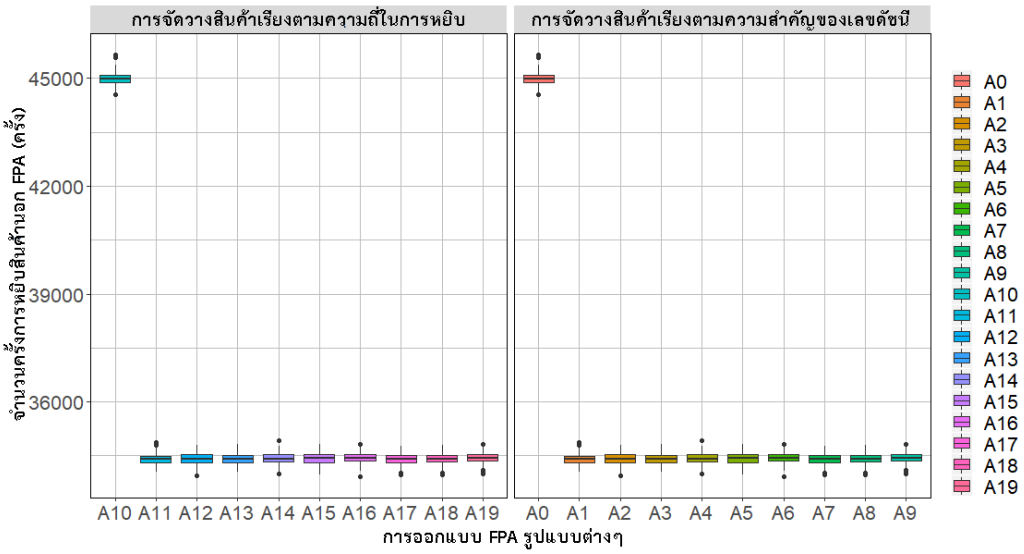
สำหรับกิจกรรมการหยิบสินค้านอก FPA สามารถพิจารณาการออกแบบ FPA ได้ตั้งแต่ A0 ไปจนถึง A19 เนื่องจากเป็นการหยิบจากพื้นที่จัดเก็บสำรองทั้งหมดโดยในส่วนแรกผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยให้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.20

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.20 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	3	2.02E+10	6.72E+09	2.38E+05	0.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	1.40E+05	1.40E+05	4.97E+00	0.03
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	1.58E+03	1.58E+03	5.60E-02	0.81
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1.69E-23	1.69E-23	5.98E-28	1.00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	9.01E+04	4.51E+04	1.60E+00	0.20
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	1.23E+05	6.15E+04	2.18E+00	0.11
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	1.51E-22	7.55E-23	2.68E-27	1.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.29E-22	2.29E-22	8.13E-27	1.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	4.03E-22	4.03E-22	1.43E-26	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	1.05E-21	5.23E-22	1.85E-26	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	2.88E-22	1.44E-22	5.11E-27	1.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1981	5.58E+07	2.82E+04		

จากตารางที่ 4.20 สามารถสรุปได้ว่ามีแค่เพียงปัจจัยในส่วนของการกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA ที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนครั้งหยิบสินค้านอก FPA เนื่องจากจำนวนครั้งการหยิบนอก FPA ที่ลดลงถูกนับไปในฐานะกิจกรรมการหยิบใน FPA ไปแล้วดังนั้นผลกระทบต่างๆ จากปัจจัยการออกแบบ FPA ได้ถูกวิเคราะห์ไปแล้วในกิจกรรมการหยิบใน FPA ต่อมาผู้วิจัยก็ได้พล็อตกราฟแสดงการกระจายตัวของข้อมูลจำนวนครั้งการเติมสินค้าใน FPA ดังแสดงในรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA

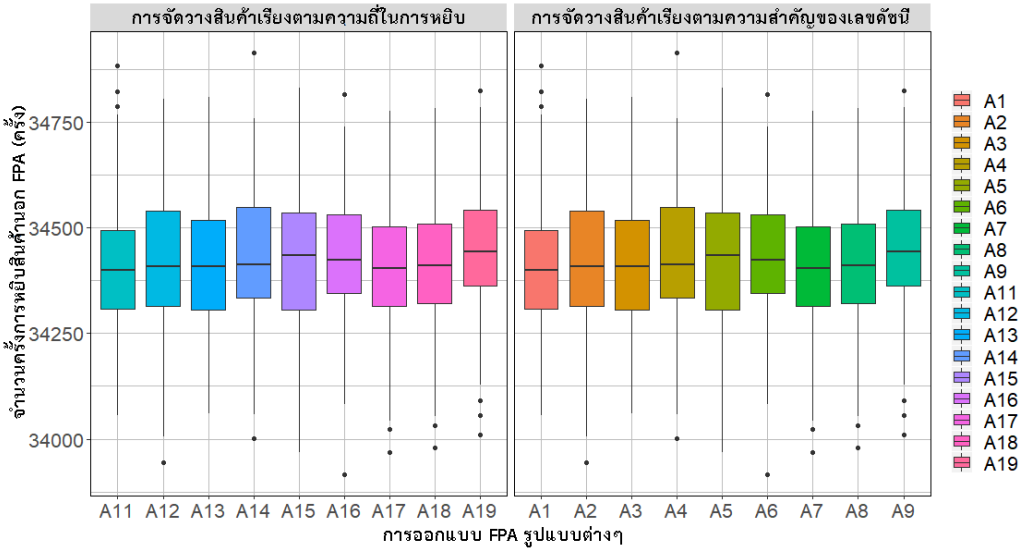
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากรูปที่ 4.21 จะสังเกตเห็นว่ามีเพียงการออกแบบ A0 และ A10 เท่านั้นที่จำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA มากกว่าการออกแบบอื่นเนื่องจากการออกแบบทั้ง 2 เป็นการออกแบบที่ไม่มีการประยุกต์ใช้ FPA ดังนั้นจึงทำให้จำนวนครั้งในการหยิบแตกต่างจากการออกแบบอื่นดังนั้นต่อมาผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ในส่วนของจำนวนครั้งการหยิบนอก FPA โดยที่ไม่พิจารณาการออกแบบ A0 และ A10 โดยจะได้ผลการทดสอบ Full Factorial Design ดังแสดงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การทดสอบ Full Factorial Design ของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	2.81E+04	1.41E+04	5.26E-01	0.59
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	1.40E+05	1.40E+05	5.25E+00	0.02
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	1.58E+03	1.58E+03	5.90E-02	0.81
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1.94E-21	1.94E-21	7.25E-26	1.00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	9.01E+04	4.51E+04	1.69E+00	0.19
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	1.23E+05	6.15E+04	2.30E+00	0.10
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	4.07E-21	2.03E-21	7.61E-26	1.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	4.20E-21	4.20E-21	1.57E-25	1.00
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	9.77E-24	9.77E-24	3.66E-28	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	9.13E-21	4.57E-21	1.71E-25	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	8.75E-22	4.38E-22	1.64E-26	1.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	4.76E+07	2.67E+04		

จากตารางที่ 4.21 พบว่าไม่มีปัจจัยในการออกแบบ FPA ที่ส่งผลกระทบต่อจำนวนครั้งการหยิบนอก FPA เนื่องจากผลกระทบดังกล่าวได้ถูกวิเคราะห์ไปแล้วในส่วนของกิจกรรมการหยิบใน FPA นอกจากนี้ก็ได้ทำการพล็อตการกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ใหม่โดยไม่พิจารณาการออกแบบ A0 และ A10 โดยได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 การกระจายตัวของจำนวนครั้งการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10

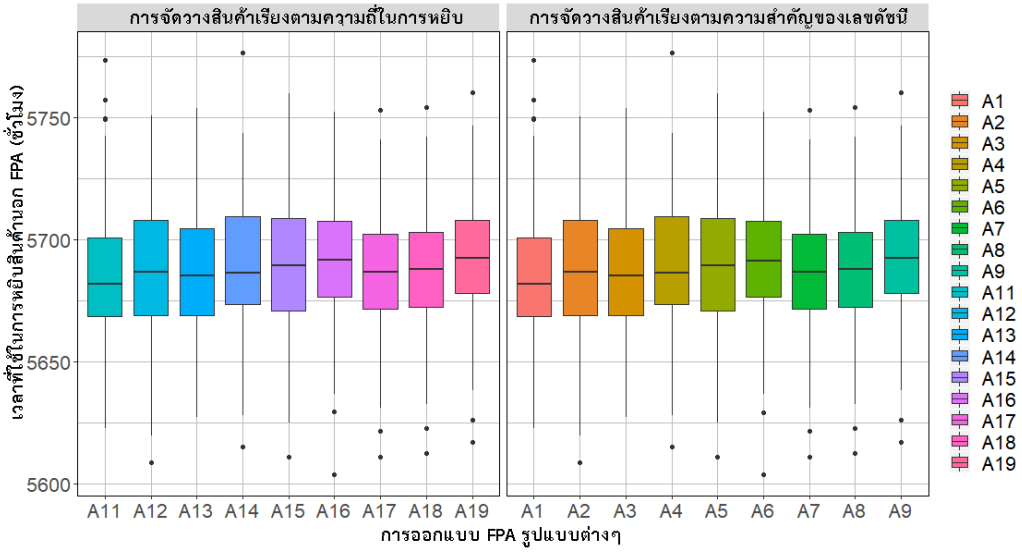
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ถัดไปในส่วนของการวิเคราะห์การหยิบสินค้านอก FPA ว่าด้วยเรื่องของเวลาที่ใช้ในการหยิบ โดยผู้วิจัยได้ใช้การทดสอบ Full Factorial Design เพื่อหาผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ขั้นตอนต่างๆ ต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA ที่ความเชื่อมั่น 95% โดยไม่พิจารณาการออกแบบ A0 และ A10 ซึ่งให้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	3.49E+02	1.74E+02	2.34E-01	0.79
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	2.97E+03	2.97E+03	3.98E+00	0.05
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	1.18E+01	1.18E+01	1.59E-02	0.90
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	4.88E-01	4.88E-01	6.55E-04	0.98
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	2.78E+03	1.39E+03	1.87E+00	0.15
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	2.75E+03	1.38E+03	1.85E+00	0.16
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	4.75E-02	2.38E-02	3.19E-05	1.00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	3.86E-02	3.86E-02	5.17E-05	0.99
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	2.29E-02	2.29E-02	3.07E-05	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	5.86E-03	2.93E-03	3.94E-06	1.00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	4.00E-02	2.00E-02	2.68E-05	1.00
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	1.33E+06	7.45E+02		

จากตารางที่ 4.22 พบว่าไม่มีปัจจัยในการออกแบบ FPA ที่ส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA เนื่องจากผลกระทบดังกล่าวได้ถูกวิเคราะห์ไปแล้วในส่วนของกิจกรรมการหยิบใน FPA ถัดมาผู้วิจัยได้ทำการพล็อตกราฟเพื่อดูการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA โดยที่ไม่พิจารณาการออกแบบ A0 และ A10 โดยให้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 การกระจายตัวของเวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้านอก FPA ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากที่วิเคราะห์ในส่วนของกิจกรรมการหยิบนอก FPA เสร็จเรียบร้อยถัดไปจะเป็นในส่วนของการวิเคราะห์ค่าที่ใช้วัด และ ประเมินผลการออกแบบ FPA เพื่อลดเวลาในกิจกรรมการหยิบในงานวิจัยนี้ได้แก่ เวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้า และ ค่า Total Net-benefits

4.6.4 เวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้า

สำหรับการวิเคราะห์เวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าในขั้นแรกผู้วิจัยจะทำการทดสอบผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ต่อเวลาที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้าด้วย Full Factorial Design ที่ความเชื่อมั่น 95% จากการออกแบบทั้งหมดโดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.23

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.23 การทดสอบ Full Factorial Design ของเวลาทั้งหมดที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้า

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	3	623326476.8	2.08E+08	203448.5658	0.00E+00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	242438.81	2.42E+05	237.39002	1.12E-50
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	760379	7.60E+05	744.5441	1.92E-139
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1550334.6	1.55E+06	1518.04887	5.20E-247
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	135239.98	6.76E+04	66.2118	1.46E-28
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	877854.62	4.39E+05	429.78664	9.23E-156
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	438394.49	2.19E+05	214.63246	4.26E-85
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	59863.35	5.99E+04	58.61669	2.97E-14
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	43076.2	4.31E+04	42.17914	1.05E-10
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	21621.25	1.08E+04	10.58549	2.67E-05
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	57550.3	2.88E+04	28.17591	8.59E-13
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1981	2023131.74	1.02E+03		

จากตารางที่ 4.23 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทุกอย่างในการออกแบบ FPA รวมไปถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่งผลกระทบต่อเวลาทั้งหมดที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้าอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นเพื่อตอบคำถามของงานวิจัยเรื่องวิธีการออกแบบ FPA เพื่อให้เวลาการทำงานรวมต่ำสุดผู้วิจัยจึงใช้ Tukey's test ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของเวลาการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้าในส่วนของปัจจัยหลักทั้ง 4 ขั้นตอนโดยได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.24

ตารางที่ 4.24 การทดสอบ Tukey's test ของเวลาเฉลี่ยในการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้า

ปัจจัยที่เปรียบเทียบ	**คู่ของปัจจัยที่เปรียบเทียบ**	**estimate**	**conf.low**	**conf.high**	**adj. p-value**
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	25% - 100%	-99.834	-104.578	-95.090	4.20E-11
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	50% - 100%	-82.425	-87.169	-77.680	4.20E-11
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	50% - 25%	17.409	12.665	22.153	4.20E-11
การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใน FPA	Viscosity Index - COI	-24.619	-28.367	-20.871	4.20E-11
การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	แบบจำลองของไหล - การเติมพร้อมกัน	-37.759	-34.011	-41.506	4.20E-11
การจัดเรียงสินค้าใน FPA	ตามความสำคัญเลขดัชนี - ตามความถี่การหยิบ	-58.696	-62.229	-55.162	4.20E-11

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.24 ที่ความเชื่อมั่น 95% เนื่องจากการออกแบบ FPA ที่ให้ผลดีที่สุด หมายความว่าเวลารวมที่ใช้ในการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้าต้องต่ำที่สุดดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า การกำหนดขนาดพื้นที่ FPA ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 25-50% ถัดมาในส่วนของ การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใช้ค่าดัชนีของ Viscosity ดีกว่า COI ต่อมาในส่วนของ การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA ใช้วิธีจากแบบจำลองของไหลดีกว่าการเติมพร้อมกัน และ สุดท้ายสำหรับวิธีการจัดเรียงสินค้าพบว่าการจัดเรียงตามความสำคัญของเลขดัชนีให้ผลดีกว่า

หลังจากที่วิเคราะห์ในส่วนของเวลาการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้าเสร็จเรียบร้อย ถัดไปจะเป็นการวิเคราะห์ค่า Total Net-benefits ซึ่งเป็นตัวชี้วัดสำหรับการออกแบบ FPA เพื่อดูว่าจะให้ผลการวิเคราะห์เหมือนกันหรือไม่

4.6.5 ค่า Total Net-benefits

สุดท้ายในส่วนของการวิเคราะห์ค่า Total Net-benefits ผู้วิจัยจะพิจารณาเฉพาะการออกแบบ FPA A1-A9 และ A11-A19 เท่านั้นเนื่องจาก A0 และ A10 เป็นแบบจำลองของศูนย์กระจายสินค้าที่ไม่มีการประยุกต์ใช้ FPA ดังนั้นจึงส่งผลให้ไม่มีค่า Total Net-benefits มาใช้ในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยในขั้นแรกผู้วิจัยจะทำการทดสอบผลกระทบของปัจจัยในการออกแบบ FPA ต่อค่า Total Net-benefits ด้วย Full Factorial Design ที่ความเชื่อมั่น 95% จากการออกแบบทั้งหมดโดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.25

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.25 การทดสอบ Full Factorial Design ของค่า Total Net-benefits ที่ไม่พิจารณา A0 และ A10

ปัจจัยที่ส่งผล		df	sumsq	meansq	F	p-value
ปัจจัยหลัก	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	2	3143891.95	1.57E+06	26301.8489	0.00E+00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	1	137947.33	1.38E+05	2308.139	4.94e-324
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	1	6756578.95	6.76E+06	113051.2888	0.00E+00
	การจัดวางสินค้าใน FPA	1	1346810.84	1.35E+06	22534.8809	0.00E+00
ปฏิสัมพันธ์	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA	2	357538.22	1.79E+05	2991.1703	0.00E+00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	2	1552331.35	7.76E+05	12986.8281	0.00E+00
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	380910.36	1.90E+05	3186.702	0.00E+00
	การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	51993.43	5.20E+04	869.9557	4.78E-156
	การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	1	37418.64	3.74E+04	626.0899	1.14E-118
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การจัดอันดับความสำคัญของสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	18783.71	9.39E+03	157.1448	1.40E-63
	การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA : การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA : การจัดวางสินค้าใน FPA	2	49993.08	2.50E+04	418.2429	1.19E-149
	ส่วนเหลือ (Residuals)	1782	106502.31	5.98E+01		

จากตารางที่ 4.25 สามารถสรุปได้ว่าปัจจัยทุกอย่างในการออกแบบ FPA รวมไปถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่งผลกระทบต่อค่า Total Net-benefits อย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% ดังนั้นเพื่อตอบคำถามของงานวิจัยเรื่องวิธีการออกแบบ FPA เพื่อให้ค่า Total Net-benefits สูงสุดผู้วิจัยจึงใช้ Tukey's test ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของค่า Total Net-benefits ในส่วนของปัจจัยหลักทั้ง 4 ขั้นตอนโดยได้ผลลัพธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 การทดสอบ Tukey's test ของค่าเฉลี่ยของค่า Total Net-benefits

ปัจจัยที่เปรียบเทียบ	**คู่ของปัจจัยที่เปรียบเทียบ**	**estimate**	**conf.low**	**conf.high**	**adj. p-value**
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	25% - 100%	-96.937	-97.984	-95.890	9.38E-12
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	50% - 100%	-19.969	-21.016	-18.922	9.38E-12
การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA	50% - 25%	76.967	75.920	78.014	9.38E-12
การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใน FPA	Viscosity Index - COI	-18.571	-19.329	-17.813	9.38E-12
การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA	แบบจำลองของไหล - การเติมพร้อมกัน	112.555	111.797	113.313	9.38E-12
การจัดเรียงสินค้าใน FPA	ตามความสำคัญเลขดัชนี - ตามความถี่การหยิบ	54.708	53.993	55.422	9.38E-12

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 4.26 ที่ความเชื่อมั่น 95% สำหรับค่า Total Net-benefits เพื่อให้การออกแบบ FPA ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดหมายความว่าต้องมีค่า Total Net-benefits สูงสุด ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า การกำหนดขนาดพื้นที่ FPA ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 50-100% ถัดมาในส่วนของ การจัดอันดับความสำคัญสินค้าใช้ค่าดัชนีของ COI ดีกว่า Viscosity Index ต่อมาในส่วนของ การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA ใช้วิธีจากแบบจำลองของไหลดีกว่าการเติมพร้อมกัน และ สุดท้ายสำหรับวิธีการจัดเรียงสินค้าพบว่าการจัดเรียงตามเลขดัชนีให้ผลดีกว่า ซึ่งแตกต่างกับการวิเคราะห์เวลาทั้งหมดที่ใช้ในศูนย์กระจายสินค้ายกเว้นในส่วนของการปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA และ วิธีการจัดเรียงสินค้าใน FPA

4.6.7 การทดสอบ Tukey ของผลการออกแบบ FPA

ถัดไปจะเป็นการทดสอบทางสถิติด้วย Tukey’s test ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้ากับการออกแบบ FPA ทุกรูปแบบที่ความเชื่อมั่น 95% โดยมีสมมุติฐานหลักคือค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าในทุกการออกแบบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญซึ่งให้ผลลัพธ์การทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.27

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 4.27 การทดสอบ Tukey's test ในแต่ละรูปแบบของการออกแบบ FPA

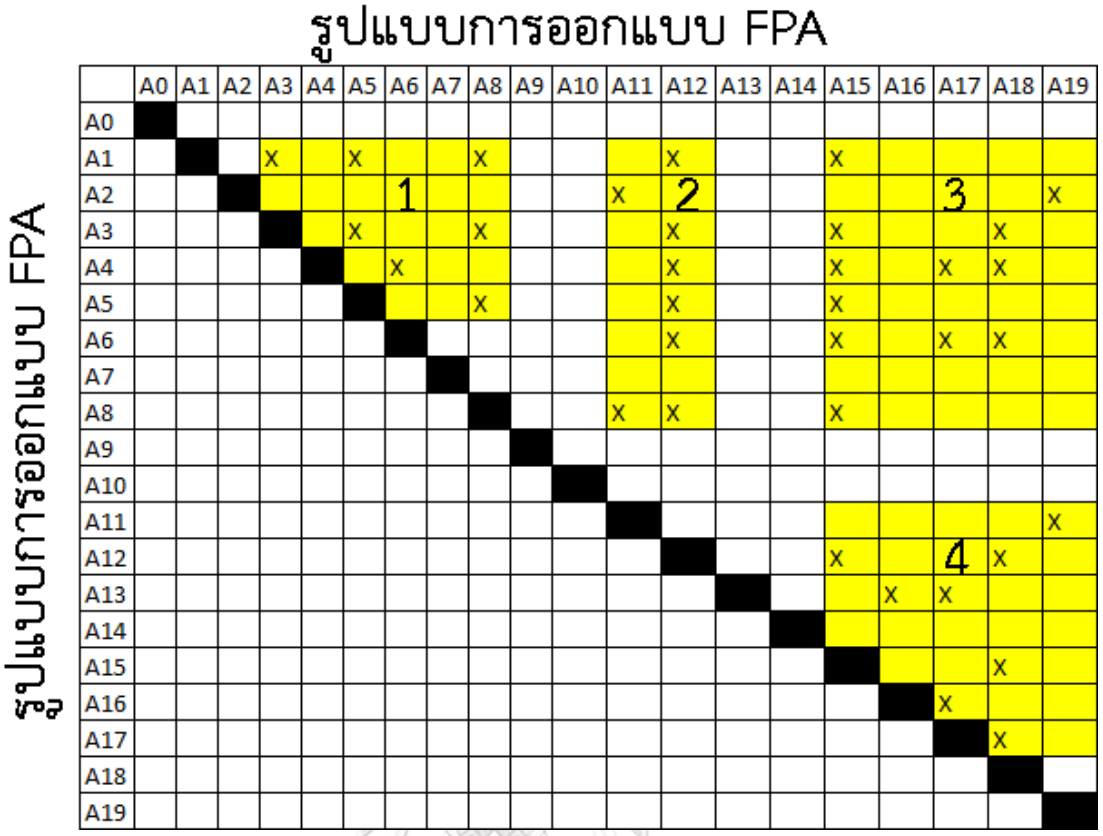
อันดับที่เปรียบเทียบ	**คู่ของปัจจัยที่เปรียบเทียบ**	**estimate**	**conf.low**	**conf.high**	**adj. p-value**
1	A3-A1	-3.45	-16.92	10.01	1.00
2	A5-A1	-2.87	-16.34	10.6	1.00
3	A8-A1	0.64	-12.82	14.11	1.00
4	A2-A11	1.08	-12.38	14.55	1.00
5	A15-A12	1.59	-11.87	15.06	1.00
6	A18-A12	-5	-18.47	8.47	1.00
7	A16-A13	-1.12	-14.59	12.35	1.00
8	A6-A18	-1.34	-14.81	12.13	1.00
9	A5-A3	0.58	-12.89	14.05	1.00
10	A8-A3	4.1	-9.37	17.56	1.00
11	A6-A4	4.2	-9.26	17.67	1.00
12	A8-A5	3.52	-9.95	16.98	1.00
13	A4-A18	-5.54	-19.01	7.92	0.99
14	A6-A12	-6.34	-19.81	7.13	0.98
15	A4-A17	6.59	-6.88	20.05	0.97
16	A18-A15	-6.59	-20.06	6.87	0.96
17	A3-A15	6.79	-6.68	20.25	0.95
18	A5-A15	7.37	-6.1	20.84	0.91
19	A6-A15	-7.93	-21.4	5.53	0.84
20	A3-A12	8.38	-5.09	21.85	0.77

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

อันดับที่เปรียบเทียบ	คู่ของปัจจัยที่เปรียบเทียบ	estimate	conf.low	conf.high	adj. p-value
21	A5-A12	8.96	-4.5	22.43	0.66
22	A15-A1	-10.24	-23.71	3.23	0.41
23	A4-A12	-10.54	-24.01	2.92	0.36
24	A17-A13	10.51	-2.96	23.97	0.36
25	A6-A17	10.79	-2.68	24.26	0.31
26	A8-A15	10.88	-2.58	24.35	0.3
27	A17-A16	11.62	-1.84	25.09	0.19
28	A12-A1	-11.83	-25.3	1.63	0.17
29	A4-A15	-12.14	-25.6	1.33	0.14
30	A18-A17	12.13	-1.34	25.6	0.14
31	A2-A19	-12.13	-25.6	1.33	0.14
32	A8-A12	12.48	-0.99	25.94	0.11
33	A8-A11	-12.98	-26.44	0.49	0.07
34	A19-A11	13.22	-0.25	26.69	0.06
35	A3-A18	13.38	-0.09	26.85	0.05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.27 จะพบว่าการออกแบบ FPA ที่ให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ความเชื่อมั่น 95% สามารถจัดกลุ่มได้ดังแสดงในรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 การจัดกลุ่มรูปแบบของการออกแบบ FPA

จากรูปที่ 4.24 สามารถแบ่งกลุ่มรูปแบบของการออกแบบ FPA ออกได้เป็น 4 กลุ่มดังต่อไปนี้

กลุ่มที่ 1: มีการจัดวางตำแหน่ง SKU ใน FPA แบบเรียงตามความสำคัญของเลขดัชนีเหมือนกันเพียงอย่างเดียวแต่กลับทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กลุ่มที่ 2: มีการจัดอันดับความสำคัญของ SKU ด้วย Viscosity Index เพียงอย่างเดียวที่เหมือนกันแต่กลับทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

กลุ่มที่ 3: มีการจัดอันดับความสำคัญของ SKU ด้วย COI เหมือนกันเพียงอย่างเดียวแต่กลับทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

กลุ่มที่ 4: : มีการจัดวางตำแหน่ง SKU ใน FPA แบบเรียงตามความถี่ในการหยิบเหมือนกันเพียงอย่างเดียวแต่กลับทำให้ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

หลังจากที่สามารถจัดกลุ่มของรูปแบบการออกแบบ FPA จาก Tukey's test ถัดไปจะเป็นเนื้อหาในส่วนของการสรุปผลการออกแบบ FPA

4.7 สรุปผลการออกแบบ FPA

สุดท้ายสำหรับเนื้อหาในบทนี้ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลการจำลองสถานการณ์ในส่วนของจำนวน SKU ที่เหมาะสมในแต่ละการออกแบบ FPA รวมไปถึงค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าที่บันทึกจากแบบจำลองสถานการณ์รวมไปถึงการวิเคราะห์ผลการออกแบบ FPA ที่ดีที่สุดโดยในส่วนของผลการจำลองสถานการณ์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 4.28 ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้า

การออกแบบ FPA	จำนวน SKU ที่เหมาะสม	จำนวนครั้งการหยิบใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเติมใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการเติมใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งในการหยิบนอก FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบนอก FPA (ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ในการทำงานรวม (ชั่วโมง)	Total Net-benefits (ชั่วโมง)
A0	0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	45000.71 ± 203.50	7894.70 ± 59.43	7894.70 ± 59.43	871.38 ± 6.82
A1	286	10819.40 ± 84.26	341.40 ± 2.83	257.96 ± 6.81	29.98 ± 0.70	34409.75 ± 164.68	5686.92 ± 27.75	6058.30 ± 27.35	814.08 ± 8.16
A2	258	9755.80 ± 95.25	262.00 ± 2.57	338.57 ± 7.60	40.96 ± 0.85	34411.92 ± 171.77	5687.62 ± 28.39	5990.58 ± 28.23	702.91 ± 6.77
A3	225	8515.19 ± 80.83	216.66 ± 2.14	434.26 ± 9.78	54.00 ± 1.16	34397.74 ± 157.43	5684.35 ± 26.35	5955.01 ± 26.22	864.14 ± 8.09
A4	280	10565.08 ± 98.58	289.24 ± 2.79	456.55 ± 10.6	57.01 ± 1.24	34425.68 ± 169.41	5689.12 ± 28.44	6035.37 ± 28.88	754.19 ± 7.81
A5	240	9073.59 ± 92.19	230.50 ± 2.37	427.21 ± 9.04	52.94 ± 1.06	34424.10 ± 170.03	5689.02 ± 27.82	5972.45 ± 27.71	651.60 ± 7.02

ตารางที่ 4.28 ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้า (ต่อ)

การออกแบบ FPA	จำนวน SKU ที่เหมาะสม	จำนวนครั้งการหยิบใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเติมใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการเติมใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งในการหยิบนอก FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบนอก FPA (ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ในการทำงานรวม (ชั่วโมง)	Total Net-benefits (ชั่วโมง)
A6	209	7904.43 ± 81.83	191.18 ± 2.05	478.18 ± 9.52	59.97 ± 1.19	34422.48 ± 155.58	5688.58 ± 25.95	5939.74 ± 25.68	890.94 ± 8.95
A7	289	10940.19 ± 108.27	334.36 ± 3.42	263.05 ± 6.79	30.57 ± 0.72	34409.41 ± 160.59	5686.63 ± 26.97	6051.56 ± 26.93	913.09 ± 8.99
A8	289	10932.78 ± 108.27	284.93 ± 2.89	432.17 ± 8.67	53.67 ± 1.03	34416.82 ± 160.23	5687.71 ± 26.92	6026.31 ± 26.98	882.61 ± 8.72
A9	289	10896.70 ± 108.02	265.32 ± 2.69	758.91 ± 14.08	98.35 ± 1.87	34452.90 ± 160.75	5693.00 ± 26.98	6056.67 ± 26.97	871.38 ± 6.82
A10	0	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	45000.71 ± 203.50	7894.70 ± 59.43	7894.70 ± 59.43	803.97 ± 6.38
A11	286	10819.40 ± 84.26	413.55 ± 3.33	257.96 ± 6.81	30.12 ± 0.71	34409.75 ± 164.68	5686.95 ± 27.75	6130.62 ± 27.26	784.11 ± 7.91

ตารางที่ 4.28 ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้า (ต่อ)

การออกแบบ FPA	จำนวน SKU ที่เหมาะสม	จำนวนครั้งการหยิบใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเติมใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการเติมใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งในการหยิบนอก FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบนอก FPA (ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ในการทำงานรวม (ชั่วโมง)	Total Net-benefits (ชั่วโมง)
A12	258	9755.80 ± 95.25	294.03 ± 2.84	338.57 ± 7.60	41.07 ± 0.85	34411.92 ± 171.77	5687.64 ± 28.39	6022.74 ± 28.18	681.77 ± 6.64
A13	225	8515.19 ± 80.83	239.21 ± 2.29	434.26 ± 9.78	54.12 ± 1.16	34397.74 ± 157.43	5684.37 ± 26.35	5977.69 ± 26.22	725.36 ± 6.83
A14	280	10565.08 ± 98.58	437.50 ± 4.13	456.55 ± 10.60	57.56 ± 1.25	34425.68 ± 169.41	5689.20 ± 28.44	6184.26 ± 29.05	706.36 ± 7.32
A15	240	9073.59 ± 92.19	281.56 ± 2.90	427.21 ± 9.04	53.17 ± 1.06	34424.10 ± 170.03	5689.05 ± 27.82	6023.78 ± 27.74	617.78 ± 6.70
A16	209	7904.43 ± 81.83	227.23 ± 2.41	478.18 ± 9.52	60.18 ± 1.20	34422.48 ± 155.58	5688.61 ± 25.95	5976.02 ± 25.73	810.53 ± 8.17
A17	289	10940.19 ± 108.27	420.42 ± 4.25	263.05 ± 6.79	30.74 ± 0.72	34409.41 ± 160.59	5686.66 ± 26.97	6137.82 ± 27.11	874.67 ± 8.62

ตารางที่ 4.28 ค่าที่บันทึกจากการจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้า (ต่อ)

การออกแบบ FPA	จำนวน SKU ที่เหมาะสม	จำนวนครั้งการหยิบใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งการเติมใน FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการเติมใน FPA (ชั่วโมง)	จำนวนครั้งในการหยิบนอก FPA (ครั้ง)	เวลาที่ใช้ในการหยิบนอก FPA (ชั่วโมง)	เวลาที่ใช้ในการทำงานรวม (ชั่วโมง)	Total Net-benefits (ชั่วโมง)
A18	289	10932.78 ± 108.27	325.96 ± 3.27	432.17 ± 8.67	53.84 ± 1.04	34416.82 ± 160.23	5687.73 ± 26.92	6067.53 ± 27.03	848.02 ± 8.40
A19	289	10896.70 ± 108.02	302.14 ± 3.04	758.91 ± 14.08	98.62 ± 1.87	34452.90 ± 160.75	5693.04 ± 26.98	6093.79 ± 27.06	803.97 ± 6.38

จากตารางที่ 4.28 และ การสรุปปัจจัยในการออกแบบ FPA ทั้ง 4 ขั้นตอนที่ให้ผลดีที่สุดในส่วนของเวลาการทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้าคือต้องมีการกำหนดปัจจัยต่างๆ ดังต่อไปนี้

- การกำหนดขนาดพื้นที่ของ FPA: 25-50% ของชั้นล่างของคลังสินค้า
- การจัดอันดับความสำคัญของ SKU ใน FPA: Viscosity Index
- การปันส่วนปริมาตรของ SKU ใน FPA: นโยบายจากแบบจำลองของไหล
- การจัดวางตำแหน่ง SKU ภายใน FPA: จัดเรียงตามลำดับความสำคัญของเลขดัชนี

ซึ่งคือการออกแบบ A2 และ A3 ดังนั้นในส่วนถัดไปผู้วิจัยจะทำการทดสอบ Tukey's test ของค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ทั้งหมดในศูนย์กระจายสินค้าเฉพาะการออกแบบ A2 และ A3 เท่านั้นโดยได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 การทดสอบ Tukey's test ของเวลาที่ใช้ทั้งหมดในการทำงานระหว่าง A2 และ A3

ปัจจัยที่เปรียบเทียบ	**คู่ของปัจจัยที่เปรียบเทียบ**	**estimate**	**conf.low**	**conf.high**	**adj. p-value**
การออกแบบ FPA	A3-A2	-35.56738	-43.16478	-27.96998	5.984e-14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.29 พบว่าการออกแบบ FPA A3 ใช้เวลาทำงานรวมของศูนย์กระจายสินค้าน้อยกว่า A2 ที่ความเชื่อมั่น 95% นั่นคือการออกแบบ FPA A3 คือการออกแบบ FPA ที่ดีที่สุดโดยมีจำนวน SKU ที่เหมาะสมที่ควรจัดเก็บใน FPA ทั้งสิ้น 225 SKU จากทั้งหมด 2264 SKU และ มีเวลาทำงานเฉลี่ยรวมของศูนย์กระจายสินค้าอยู่ที่ 5955 ชั่วโมงและมีค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving time, s) อยู่ที่ 1.53 นาทีและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมสินค้าลง FPA (Replenishment Cost, cr)

อยู่ที่ 7.46 นาที ตามลำดับพร้อมกับให้ค่าเวลาเฉลี่ยการตอบสนองต่อคำสั่งซื้ออยู่ที่ 8.3 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ซึ่งเร็วกว่ามาตรฐานที่ผู้บริหารกำหนดไว้ที่ 10 นาทีต่อคำสั่งซื้อเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแทนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าก่อนประยุกต์ใช้ FPA ซึ่งมีค่าเวลาทำงานรวมเฉลี่ยอยู่ที่ 7894 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานต่อปีลงได้เฉลี่ย 1939 ชั่วโมง หรือคิดเป็นจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent, FTE) ที่ลดลงเท่ากับ 0.93 คนภายใต้เงื่อนไขจากแบบจำลองของไหล อย่างไรก็ตามค่าความประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมสินค้าใน FPA ที่ใช้ในการออกแบบ FPA มาจากการประมาณดังนั้นหากค่าดังกล่าวมีความเปลี่ยนแปลงไปจะส่งผลอย่างไรต่อผลลัพธ์การออกแบบ FPA ที่จำลองมา

สุดท้ายขั้นตอนถัดไปจะเป็นการทดสอบความไวของแบบจำลองเนื่องจากหากค่าที่ใช้ในการออกแบบ FPA มีความคลาดเคลื่อนไปผู้วิจัยอยากทราบว่าจะส่งผลกระทบอย่างไรต่อจำนวน SKU ที่เหมาะสมในการออกแบบ FPA และค่าประโยชน์สูงสุดที่จะเกิดขึ้นโดยรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

4.8 การทดสอบความไวของแบบจำลอง (Sensitivity Analysis)

เพื่อทดสอบความไวต่อการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของแบบจำลองผู้วิจัยจึงได้เลือกค่าของความประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA ในขั้นตอนของการเลือก SKU เข้าสู่ FPA มาทดสอบ เนื่องจากภายในการออกแบบ FPA เดิมทีค่าความประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA ผู้วิจัยได้กำหนดให้เป็นค่าคงที่สำหรับแต่ละการออกแบบ FPA โดยขึ้นกับขนาดของพื้นที่ทั้งหมดที่จะกำหนดให้เป็น FPA และไม่ได้มองว่าเป็นปัจจัยในการออกแบบซึ่งหากในสถานการณ์จริงค่าความ

ประหยัด และ ค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA ไม่ได้เป็นไปตามที่ผู้วิจัยประมาณค่ามาจะส่งผลกระทบอย่างไรกับแบบจำลองเพราะค่าทั้งสองนี้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อจำนวน SKU และปริมาณงานที่เกิดขึ้นรวมไปถึงค่า Net-benefits จากการออกแบบด้วย

ในส่วนของการทดสอบความไวนั้นผู้วิจัยได้เลือกการออกแบบ FPA ของการออกแบบที่ให้ค่า Total Net-benefits สูงสุดมาทดสอบต่อนั่นก็คือ การออกแบบ A3 โดยการทดสอบจะแยกอิสระจากกันระหว่างผลของการเปลี่ยนค่าความประหยัดกับการเปลี่ยนค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA สำหรับค่าความประหยัดจะสมมุติให้มีค่าลดลง 10%, 30%, และ 50% ตามลำดับในขณะที่สำหรับค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA จะมีค่าเพิ่มขึ้น 10%, 30% และ 50% ตามลำดับซึ่งทำให้ได้รูปแบบการจำลองดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ผลการทดสอบความไวของแบบจำลองสถานการณ์

การออกแบบ FPA	**ค่าความประหยัด (วินาที)**	**ค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA (วินาที)**	**จำนวนสินค้าใน FPA**	**ความประหยัดสูงสุด (ชั่วโมง)**
A8	112.42	714.91	225	1906.11
S1 –ความประหยัด-10%	101.18	714.91	225	1699.58
S2 –ความประหยัด-30%	78.69	714.91	225	1286.52
S3 –ความประหยัด-50%	56.21	714.91	222	871.93
S4 – CostR + 10%	112.42	786.40	225	1890.19
S5 – CostR + 30%	112.42	929.38	225	1858.36
S6 – CostR + 50%	112.42	1072.36	225	1826.52

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.30 สามารถกล่าวได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์มีความทน (Robustness) ต่อความเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์โดยมีช่วงของจำนวน SKU ที่เหมาะสมสำหรับจัดใน FPA เช่นเดียวกับในการจำลองปกติในหัวข้อก่อนหน้าโดยค่าที่ส่งผลกระทบต่อการออกแบบ FPA อย่างมากคือค่าความประหยัดที่ใช้ในการคำนวณประโยชน์สูงสุดซึ่งทำให้ประโยชน์ที่ได้จากการประยุกต์ใช้ FPA ลดลงอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ค่าเสียเวลาจากการเติมใน FPA กลับไม่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

บริษัทกรณีศึกษาดำเนินกิจการขายเครื่องไฟฟ้าแสงสว่างโดยจำหน่ายสินค้าประเภทหลอดไฟ โคมไฟ ปลั๊ก และท่อร้อยสายไฟ โดยมี SKU มากกว่า 2600 รายการที่จัดเก็บอยู่ภายในศูนย์กระจายสินค้าที่ตั้งอยู่ที่ อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี ที่จะทำหน้าที่กระจายสินค้าไปยังภูมิภาคต่างๆของประเทศ แต่เนื่องจากคำสั่งซื้อส่วนใหญ่เกิดจากกลุ่มลูกค้าประเภทค้าปลีกที่มีSKUต่อคำสั่งซื้อต่ำกว่า 3 รายการส่งผลให้กิจกรรมการหยิบในศูนย์กระจายสินค้าที่อาศัยนโยบายการจัดเก็บแบบสุ่มและวิธีการหยิบแบบ Single Order ซึ่งอาศัยแรงงานคนและทรัพยากรจำนวนมาก สูญเสียเวลาส่วนใหญ่ไปกับการเดินทางและค้นหาสินค้า ดังนั้นผลจากรูปแบบการจัดวางที่ไม่สอดคล้องกับรูปแบบคำสั่งซื้อของลูกค้าส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทำงานในศูนย์กระจายสินค้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานของผู้บริหารที่ต้องการให้เวลาที่ใช้ในการตอบสนองความต้องการของลูกค้าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่า 10 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ FPA เพื่อลดเวลาในการเดินทางของกิจกรรมการหยิบในศูนย์กระจายสินค้า โดยอาศัยปัจจัยต่างๆในการออกแบบ พร้อมทั้งวัดและประเมินผลการออกแบบด้วยแบบจำลองสถานการณ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ในส่วนของการออกแบบจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้าที่มีการประยุกต์ใช้ FPA เริ่มต้นจากการลงไปเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังการซื้อขายสินค้าในช่วงระยะเวลา 1 ปี เพื่อนำมาสร้างเป็นข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองสถานการณ์โดยมุ่งเน้นในส่วนของความต้องการของลูกค้าที่เข้ามาในแบบจำลองซึ่งจะมีการแยกประเภทระหว่างความต้องการสินค้า SKU ที่อยู่ใน FPA กับ SKU ที่อยู่นอก FPA จากนั้นจึงอาศัยโปรแกรม R/RStudio Version 1.2.1335 ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของศูนย์กระจายสินค้าโดยทำการทดลองทั้งหมด 100 ครั้งเพื่อทดสอบผลการออกแบบ FPA โดยอาศัยปัจจัย 4 อย่างต่อไปนี้ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการออกแบบคือ ขนาดพื้นที่ที่กำหนดให้เป็น FPA, วิธีการจัดอันดับความสำคัญของ SKU, การปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA และวิธีการจัดวางสินค้าใน FPA ในศูนย์กระจายสินค้า ซึ่งมีการออกแบบ FPA ทั้งหมด 20 แบบโดยมี A0 และ A10 เป็นตัวแทนของการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าก่อนที่จะประยุกต์ใช้ FPA เอาไว้สำหรับเปรียบเทียบกับผลการออกแบบอื่น ทำการวัดผลโดยอาศัยการเก็บข้อมูลจำนวนกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งหมดเมื่อสิ้นวันเป็นระยะเวลา 1 ปีหรือเทียบเท่ากับ 260 วันจากนั้นจึงนำข้อมูลจำนวนครั้งของกิจกรรมมาแปลงเป็นเวลาที่ใช้ในกิจกรรมดังกล่าวเพื่อประเมินผลการออกแบบ FPA

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบการออกแบบ FPA พบว่าการออกแบบที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดคือ A3 ซึ่งมีปัจจัยการออกแบบดังต่อไปนี้คือ ใช้พื้นที่ชั้นล่างของศูนย์กระจายสินค้า 25% เป็น FPA โดยอาศัยการจัดอันดับความสำคัญด้วยค่า Viscosity Index และ ปันส่วนปริมาตรสินค้าใน FPA ด้วยนโยบายจากแบบจำลองของไหลพร้อมทั้งมีการจัดเรียงสินค้าใน FPA ตามอันดับความสำคัญของเลขดัชนี โดยผลที่ได้จากการกำหนดปัจจัยดังกล่าวจะกำหนดให้เลือก SKU ลงไปใน FPA 225 SKU โดยมี Operating Time เฉลี่ยอยู่ที่ 5955 ชั่วโมงและมีค่าเวลาเฉลี่ยที่ประหยัดได้ (Saving time, s) อยู่ที่ 1.53 นาทีและเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการเติมสินค้าลง FPA (Replenishment Cost, c_r) อยู่ที่ 7.46 นาที

ตามลำดับพร้อมกับให้ค่าเวลาเฉลี่ยการตอบสนองต่อคำสั่งซื้ออยู่ที่ 8.3 นาทีต่อคำสั่งซื้อ ซึ่งเร็วกว่ามาตรฐานที่ผู้บริหารกำหนดไว้ที่ 10 นาทีต่อคำสั่งซื้อเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแทนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าก่อนประยุกต์ใช้ FPA ซึ่งมีค่า Operating Time เฉลี่ยอยู่ที่ 7894 ชั่วโมง พบว่าสามารถลดเวลาการทำงานต่อปีลงได้เฉลี่ย 1939 ชั่วโมง หรือคิดเป็นจำนวนพนักงานเต็มเวลา (Full Time Equivalent, FTE) ที่ลดลงเท่ากับ 0.93 คน นั่นคือสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของแรงงานลงได้ 18000 บาทต่อเดือนในขั้นต่ำและจะสามารถลดได้มากกว่านี้หากมีการปรับตัวขึ้นของค่าแรงขั้นต่ำในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษากระบวนการทำงานของศูนย์กระจายสินค้าไฟฟ้าแสงสว่างในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดอีกมาก เพื่อทำให้แบบจำลองสถานการณ์นี้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริงในปัจจุบัน รวมไปถึงการขยายขอบเขตของงานวิจัยเพื่อการพัฒนาต่อยอดในอนาคตโดยสามารถสรุปข้อเสนอต่างได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

งานวิจัยนี้อาศัยการออกแบบการจัดวางสินค้าภายใต้เงื่อนไขของแบบจำลองของไหลซึ่งมองว่าลักษณะทางกายภาพของสินค้าสามารถเปลี่ยนได้ตามขนาดของพื้นที่จัดเก็บซึ่งในสภาวะความจริงลักษณะทางกายภาพของสินค้าอาจจะไม่สามารถจัดวางลงในพื้นที่ที่จัดสรรได้ตามผลการคำนวณโดยมักจะจัดเก็บได้น้อยกว่าซึ่งต้องอาศัยการศึกษาเพิ่มในส่วนของวิธีการจัดวาง (Slotting) สินค้าบนพาเลทนอกจากนี้ในส่วนของวิธีการเลือกสินค้าเข้าไปใน FPA ในขั้นตอนการคำนวณค่าประโยชน์สูงสุดอาศัยการค้นหาแบบเส้นตรง (Linear Search) ซึ่งหากอาศัยวิธีการค้นหาแบบอื่นน่าจะให้ผลลัพธ์ที่

แตกต่างจากผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ และต่อเนื่องมาจากการวิเคราะห์ความไวของแบบจำลองหากสามารถเก็บข้อมูลของค่าความประหยัดและ Replenishment Cost หลังจากที่มีการประยุกต์ใช้ FPA จริงสำหรับการออกแบบครั้งถัดไปน่าจะให้ผลลัพธ์ที่แม่นยำกว่าการประมาณค่าในปัจจุบัน

นอกจากนี้ความใหม่ของข้อมูลเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบ FPA ด้วย เนื่องจากการออกแบบใช้ข้อมูลในอดีตดังนั้นสินค้าที่เคยได้รับความนิยมในอดีตอาจจะหมดความนิยมได้ในปัจจุบันรวมไปถึงสินค้า SKU ใหม่ที่อาจจะมีเพิ่มเข้ามาในระบบส่งผลให้จำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบปรับปรุง FPA ใหม่อยู่เสมอเพื่อให้ทันกับความนิยมและความต้องการของลูกค้าโดยที่ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการปรับปรุง FPA อยู่ที่ 3 เดือน หรือ 6 เดือนตามลำดับ

สุดท้ายการออกแบบ FPA ในงานวิจัยนี้อาจจะเหมาะกับเฉพาะสินค้าประเภทไฟฟ้าแสงสว่างเท่านั้นหากเปลี่ยนประเภทของสินค้าไปในรูปแบบของอุตสาหกรรมอื่นปัจจัยที่ส่งผลให้ได้ผลลัพธ์ดีที่สุดอาจจะไม่ใช่ปัจจัยดังที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของสินค้าในประเภทของอุตสาหกรรมอื่น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บรรณานุกรม

1. Magazine, E.I., ตลาดไฟส่องสว่างแอลอีดีโตต่อเนื่อง. 2018.
2. โอฬาร กิตติธีรพรชัย, นระเกณฑ์ พุ่มชูศร, ระบบการจัดการคลังสินค้า. วารสารวิศวกรรมศาสตร์, 2556. **5**(2): p. 49-62.
3. Frazelle, E., *World-Class Warehousing and Material Handling*. 2002, New York: McGraw-Hill. 242.
4. Gu, J., M.a. Goetschalckx, and L.F. McGinnis, *Research on warehouse operation: A comprehensive review.* European Journal of Operational Research, 2007. **177**(1): p. 1-21.
5. โอฬาร กิตติธีรพรชัย, คลังสินค้าและการจัดการคลังสินค้า, ed. 1. 2561, กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
6. Bartholdi, J.J. and S.T. Hackman, *WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE* 2017.
7. Bartholdi, J.J. and S.T. Hackman, *Allocating space in a forward pick area of a distribution center for small parts.* IIE Transactions, 2008. **40**(11): p. 1046-1053.
8. บริรักษ์ ยงประเสริฐ, โ.ก., *Design of Fast-Moving Area for Automotive Assembly Plant.* Kasetsart Engineering Journal, 2015(91): p. 71-81.
9. Stouwdam, G., *Warehouse efficiency at Topa verpakking*, in *Industrial Engineering & Management*. 2010, University of Twente.
10. Walter, R., N.a. Boysen, and A. Scholl, *The discrete forward–reserve problem – Allocating space, selecting products, and area sizing in forward order picking.* European Journal of Operational Research, 2013. **229**(3): p. 585-594.
11. Schuur, P.C., *XXIV. THE CUBE PER ORDER INDEX SLOTTING STRATEGY, HOW BAD CAN IT BE?*, in *Department of Industrial Engineering and Business Information Systems*. University of Twente: Enschede, the Netherlands.
12. Gagliardi, J.P., J.a. Renaud, and A. Ruiz, *A Simulation Model To Improve Warehouse Operations*, in *2007 Winter Simulation Conference*. 2007. p. 2012-2018.
13. Kelton, W.D., R.P.a. Sadowski, and D.T. Sturrock, *Simulation with Arena 3rd ed.* 3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ed. 2004, New York: The McGraw-Hill Company, Inc.

14. ปวีณา เชาวลิตวงศ์, การกำหนดนโยบายพัสดุคงคลัง ทฤษฎีและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ. 2561, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 190.

15. Welbers, K., W.V.a. Atteveldt, and K. Benoit, *Text Analysis in R.* Communication Methods and Measures, 2017. **11**(4): p. 245-265.

16. Everitt, B.S. and T. Hothorn, *Cluster Analysis: Classifying the Exoplanets*.

17. Napolitno, M., *THE TIME, SPACE & COST GUIDE TO BETTER WAREHOUSE DESIGN*. Second ed. 2003, New Jersey: Alexander Communications Group, Inc. 135.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	จินตชาติ ชาติพาณิชย์
วัน เดือน ปี เกิด	10 มิถุนายน 2538
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลบำรุงราษฎร์
วุฒิการศึกษา	โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายประถม โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	253-259 ถนนสี่พระยา แขวงสี่พระยา เขตบางรัก กรุงเทพมหานคร 10500
ผลงานตีพิมพ์	วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 30 ฉบับที่ 2 เมษายน - มิถุนายน 2563

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University