การออกแบบผังและระบบเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับคลังสินค้าเครื่องเขียน

นายวิทิต มนต์ประสิทธิ์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

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

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2557
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN OF LAYOUT AND MATERIAL HANDLING SYSTEM FOR A STATIONARY WAREHOUSE

Mr. Withit Monprasith

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบผังและระบบเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับคลังสินค้าเครื่องเขียน
โดย	นายวิทิต มนต์ประสิทธิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานพ เรี่ยวเดชะ)

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

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

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ สมชาย พวงเพิกศึก)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิทิต มนต์ประสิทธิ์ : การออกแบบผังและระบบเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับคลังสินค้าเครื่องเขียน (DESIGN OF LAYOUT AND MATERIAL HANDLING SYSTEM FOR A STATIONARY WAREHOUSE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ดร.โอฬาร กิตติธีรพรชัย, 181 หน้า.

คลังสินค้ามีบทบาทสำคัญในการป้องกันความไม่แน่นอนของอุปสงค์และอุปทานในห่วงโซ่อุปทาน เมื่อธุรกิจมีการขยายตัวคลังสินค้าจำเป็นต้องมีการปรับปรุงด้านพื้นที่และการจัดการเพื่อรองรับปริมาณและชนิดของสินค้าที่เพิ่มขึ้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยฉบับนี้คือ นำเสนอการออกแบบผังคลังสินค้าเพื่อรองรับปริมาณธุรกรรมในอนาคตระยะเวลา 3 ปี โดยอาศัยคลังสินค้าเครื่องใช้ในสำนักงานเป็นกรณีศึกษา ทางคณะวิจัยได้พิจารณาเหตุผลของการขยายพื้นที่ของคลังสินค้าและวิเคราะห์ความจำเป็นทางธุรกิจในการย้ายคลังสินค้า เมื่อรวบรวมข้อกำหนดและเงื่อนไขในด้านการจัดการและด้านการดำเนินงานแล้ว สถานที่ตั้งคลังสินค้าใหม่ได้ถูกวิเคราะห์โดยใช้วิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) และข้อจำกัดต่างๆ ของสถานที่ที่เหมาะสมที่สุดที่ผ่านวิธี AHP ดังกล่าวได้ถูกนำมาพิจารณาปัจจัยเบื้องต้นในการออกแบบผังคลังสินค้า ซึ่งครอบคลุมพื้นที่การจัดเก็บสินค้า อุปกรณ์การขนย้ายและจัดเก็บและการจัดโซนเก็บสินค้า โดยผังคลังสินค้าที่ออกแบบได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับผังคลังสินค้าเดิมในด้านการใช้พื้นที่จัดเก็บ ด้านการเข้าถึงสินค้า ด้านผลิตภาพที่พนักงานสามารถหยิบได้โดยใช้ข้อมูลในอดีต ผ่านการจำลองตัวแบบระยะทางเฉลี่ยสั้นที่สุด ซึ่งผลการเปรียบเทียบพบว่าแบบผังคลังสินค้าที่ออกแบบใหม่ สามารถดำเนินการได้ดีกว่าโดยสามารถรองรับการใช้พื้นที่จัดเก็บได้มากกว่าคลังเดิม 77% โดยมีการใช้พื้นที่อยู่ที่ 91% ในปีที่ 4 และใช้ระยะเวลาเฉลี่ยในการจัดสินค้าอยู่ที่ 57 นาทีต่อคำสั่งซื้อหรือ 10 กล่องต่อชั่วโมงแรงงาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2557

5471006221 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING
KEYWORDS: WAREHOUSE DESIGN / ANALYTIC HIERARCHY PROCESS / DESIGN AND SIMULATION

WITHIT MONPRASITH: DESIGN OF LAYOUT AND MATERIAL HANDLING SYSTEM FOR A STATIONARY WAREHOUSE. ADVISOR: ORAN KITTITHREERAPRONCHAI, Ph.D., 181 pp.

Warehouse plays an important role for prevention of uncertain demand and supply in supply chain. Once the business has grown up, the expansion and well management of warehouse space is ordinarily considered to meet further operations. The goal of this article is to design a warehouse that supports future transactions to meet all business requirements using a stationary warehouse as a case study. We outlined the rationales behind the expansion and analyzed business necessary to relocate the warehouse. Having gathered managerial and operational requirements, Analytic Hierarchy Process (AHP) was used to assess the candidate sites with their constraints. The information of the most suitable candidate site from AHP became a primary input for a warehouse layout, including storage area, material handling equipment, storage equipment, and product zoning. Based on historical data, the proposed layouts were compared between the previous layout in terms of space utilization for goods storage, stock accessibility and productivity of the operators through the simulation of the shortest average travel distance. The results showed that the new layout is preferable.Particularly,it yields 77% more space than the previous one and 91% space utilization at the forth year,whereas the average picking time is 57 minutes or 10 case per man-hour.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department: Industrial Engineering Student's Signature .....
Field of Study: Industrial Engineering Advisor's Signature .....
Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถเสร็จโดยสมบูรณ์ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ ได้รับคำแนะนำ ผลักดัน เฝ้าติดตามจากอ.ดร.โอฬาร กิตติธีระพรชัย ตลอดจนคณาจารย์ภาควิชาวิศวอุตสาหการที่ประสิทธิ์ประสาทวิชา ทางผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ด้วยความเคารพมา ณ ที่นี้

นอกจากนี้ทางผู้วิจัยต้องขอขอบคุณหัวหน้าคุณธนิต ผลเจริญ ผู้ซึ่งช่วยให้เวลาและอำนวยความพร้อมในด้านต่างๆให้กับผู้วิจัย นายสมศักดิ์ ชมภูศรี ผู้มากประสบการณ์ที่ให้ความร่วมมือด้านข้อมูลจากประสบการณ์ที่ยาวนานเป็นอย่างดีตลอดจนเพื่อนๆวิศวกรรมฯอุตสาหการที่ให้กำลังใจและช่วยคำปรึกษา

สุดท้ายขอขอบพระคุณบิดา มารดา ครอบครัวมนต์ประสิทธิ์ที่สนับสนุนดูแล เอาใจใส่ตลอดเสมอมาจนผู้วิจัยสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ฎ
สารบัญภาพ ..... ฒ
บทที่ 1 1
บทนำ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 3
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.7 เกณฑ์ความต้องการ (Requirements) 6
บทที่ 2 8
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8
2.1 ความสำคัญของการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า 8
2.2 การเลือกที่ตั้งคลังสินค้า (Site Selection) 9
2.3 กระบวนการตัดสินใจลำดับชันเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierarchy Process) 11
2.4 กิจกรรมภายในคลังสินค้า (Warehouse Activities) 18
2.5 ระบบในการจัดเก็บสินค้า (Storage Assignment) 20
2.6 ระบบในการหยิบสินค้า (Order Picking) 21
2.6.1 ระบบตัวบุคคล-ถึง-สินค้า (Picker-to-stock: PTS System) 21

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.6.2 ระบบ สินค้า-ถึง-บุคคล (Stock-to-picker: STP System) 22
2.7 การออกแบบคลังสินค้า (Warehouse Design) 23
2.7.1 ขั้นตอนในการออกแบบคลังสินค้า (Warehouse Design Approach) 26
2.7.2 การกำหนดความต้องการและวัตถุประสงค์ (Warehouse Requirements and Objectives) 32
2.7.3 แนวคิดต่างๆในการวางผังคลังสินค้า (Warehouse Layout Principles) 33
2.8 การวัดประสิทธิภาพในคลังสินค้า (Warehouse Key Performance Indicators) 36
2.8.1 ดัชนีวัดผลในคลังสินค้า (Warehouse Key Performance Indicators) 37
2.8.2 การเปรียบเทียบวัดกับเกณฑ์ที่ดีที่สุด (Benchmarking) 38
2.9 การประเมินประสิทธิภาพของผังคลังสินค้า (Warehouse Layout Evaluations) 38
2.9.1 เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง (Central of Gravity Technic: COG) 39
2.9.2 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์ 41
2.10 สรุป 42
บทที่ 3 43
คลังสินค้ากรณีศึกษา 43
3.1 บริษัทกรณีศึกษา 43
บทที่ 4 54
การเลือกที่ตั้งคลังสินค้า 54
4.1 ปัจจัยในการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า 54
4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจสำหรับคลังสินค้าให้เช่าคลังสินค้าเครื่องเขียน 55
4.2.1 เกณฑ์การตัดสินใจ 55
4.3 การทดสอบความครบถ้วนของปัจจัย 57
4.4 การพัฒนารูปแบบจำลองการตัดสินใจตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ 59

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

4.4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบ 60
4.4.2 รูปแบบโครงสร้างแผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 60
4.5 ข้อมูลในการพิจารณาคะแนนของแต่ละตัวเลือกและปัจจัย 61
4.5.1 ข้อมูลของคลังแต่ละตัวเลือก 62
4.5.2 ข้อมูลของแต่ละปัจจัย 64
4.6 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม 71
4.6.1 การสร้างแบบสอบถาม 71
4.6.2 ผู้ตอบแบบสอบถาม 71
4.6.3 การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม 71
4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลของแบบสอบถาม 72
4.7.1 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย 72
4.7.2 น้ำหนักความสำคัญของความสามารถในการขยายคลังสินค้า 74
4.7.3 น้ำหนักความสำคัญของความพร้อมของระบบขนส่ง 74
4.7.4 น้ำหนักความสำคัญของเขตประการศห้ามรถบรรทุก 75
4.7.5 น้ำหนักความสำคัญของค่าเช่าต่อ ตร.ม. 75
4.7.6 น้ำหนักความสำคัญของค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน 76
4.7.7 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านสังคมและชุมชน 76
4.8 สรุปผลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ 76
บทที่ 5 79
การพัฒนาแบบผังคลังสินค้า อุปกรณ์จัดเก็บ และอุปกรณ์เคลื่อนย้าย 79
5.1 ข้อมูลและการวิเคราะห์กิจกรรมของคลังสินค้าเครื่องเขียน 80
5.1.1 ข้อมูลปริมาณกิจกรรมคลังสินค้ากรณีศึกษา 80

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

5.2 การคำนวณพื้นที่ในกิจกรรมต่างๆ 83
5.2.1 พื้นที่จัดเก็บสินค้า 84
5.2.2 พื้นที่รับสินค้าขาเข้า 84
5.2.3 พื้นที่รับสินค้าขาออก 85
5.3 การเลือกอุปกรณ์ในการดำเนินงานในคลังสินค้า 87
5.4 วางแบบผังคลังสินค้าทางเลือก 90
5.4.1 ข้อมูลขนาดผังคลังสินค้า RBL 90
5.4.2 การวางพื้นที่กิจกรรมหลักในคลังสินค้า 91
5.4.3 การออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้า 91
5.4.4 แบบผังตามแนวขวาง 93
5.4.5 แบบผังตามแนวยาว 97
บทที่ 6 103
การประเมินผลการออกแบบผังคลังสินค้า 103
6.1 การจำลองการหยิบสินค้าในผังที่คัดเลือก 103
6.1.1 การจำลองการหยิบสินค้าในโปรแกรม Arena 107
6.2 ผลที่ได้จากการจำลองการจัดเก็บและหยิบสินค้าในผังที่คัดเลือก 119
บทที่ 7 122
สรุปผลการวิจัย วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ 122
7.1 ผลสรุปการศึกษา 122
7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 124
7.3 วิจารณ์ผลการวิจัย 125
7.4 ข้อเสนอแนะ 126
รายการอ้างอิง 127

หน้า

ภาคผนวก..... 130

ภาคผนวก ก..... 131

แบบสอบถามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบสอบถาม 131

ภาคผนวก ข..... 150

ข้อมูลทางสถิติสำหรับแบบจำลอง..... 150

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 181

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละลำดับชั้น 14
ตารางที่ 2.2 แสดงระดับความเข้มข้นของความสำคัญ 15
ตารางที่ 2.3 แสดงค่า R.I. จากการสุ่มตัวอย่าง 16
ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการคำนวณปัญหาที่มี 3 ระดับชั้น 17
ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าตามชนิดของอุตสาหกรรม [16] 24
ตารางที่ 2.6 ขั้นตอนการออกแบบจากวรรณกรรมปี 1997 – 2000 [17] 27
ตารางที่ 2.7 ขั้นตอนการออกแบบจากวรรณกรรมปี 2000 – 2006 [17] 29
ตารางที่ 2.8 ขั้นตอนและเครื่องมือในการออกแบบจากบริษัทเอกชน [17] 31
ตารางที่ 2.9 ดัชนีวัดผลในคลังสินค้า 37
ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งานพื้นที่ในแต่ละเดือน (หน่วย:พาเลท) 46
ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนกิจกรรมรวม รับ-จ่าย ในแต่ละปี (หน่วย:ลัง) 47
ตารางที่ 3.3 แสดงชื่อรหัสกลุ่มสินค้าของคลังสินค้ากรณีศึกษา 51
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม 57
ตารางที่ 4.2 ผลการสอบถามน้ำหนักปัจจัยการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 58
ตารางที่ 4.3 ผลการสอบถามน้ำหนักปัจจัยการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 59
ตารางที่ 4.4 แสดงเกณฑ์และทางเลือกที่ตั้งที่พิจารณาของคลังสินค้าเครื่องเขียน 61
ตารางที่ 4.5 แสดงความพร้อมของระบบขนส่ง 64
ตารางที่ 4.6 แสดงเขตประกาศห้ามรถบรรทุก 67

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.7 แสดงความสามารถในการขยายคลังสินค้า 67
ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเช่า 68
ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลด้านแรงงาน 68
ตารางที่ 4.10 แสดงความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค 69
ตารางที่ 4.11 แสดงความพร้อมด้านปัจจัยและชุมชน 70
ตารางที่ 4.12 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ 73
ตารางที่ 4.13 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความสามารถในการขยายคลังสินค้า 74
ตารางที่ 4.14 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความพร้อมของระบบขนส่ง 74
ตารางที่ 4.15 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเขตประกาศห้ามรถบรรทุก 75
ตารางที่ 4.16 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยค่าเช่าต่อ ตร.ม 75
ตารางที่ 4.17 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงานค่าเช่าต่อ ตร.ม. . 76
ตารางที่ 4.18 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยปัจจัยด้านสังคมและชุมชน 76
ตารางที่ 4.19 แสดงผลค่าน้ำหนักคลังทางเลือกภายใต้ปัจจัยในการตัดสินใจ 77
ตาราง 4.20 แสดงน้ำหนักความสำคัญรวมของการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 77
ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยปี 2012 เทียบกับปี 2013 (หน่วย : พาเลท) 81
ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณสินค้าคงคลังและข้อมูลจากการนับจริงของกลุ่มสินค้า 82
ตารางที่ 5.3 แสดงความต้องการพื้นที่ของปีเริ่มต้นไปอีก 3 ปีข้างหน้า 84
ตารางที่ 5.6 สรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายสินค้าและชุดจัดเก็บที่พิจารณาในการออกแบบผัง 89
ตารางที่ 5.7 แสดงจำนวนพาเลทในแต่ละผัง 100
ตารางที่ 5.8 แสดงจำนวนโมดุลที่ใช้งานตามระดับชั้นในแนวสูงที่ใช้งาน 100
ตารางที่ 6.1 พิกัดจุดและระยะทางระหว่างกลุ่มสินค้าในผังแนวขวาง 106

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 6.2 พิกัดจุดและระยะทางระหว่างกลุ่มสินค้าในผังแนวยาว 107
ตารางที่ 6.3 ผลของแบบจำลองผังตามแนวขวาง 120
ตารางที่ 6.4 ผลของแบบจำลองผังตามแนวยาว 120
ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเรื่องการใช้ประโยชน์ของผังที่ออกแบบ 121
ตารางที่ 7.1 สรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายสินค้าและชุดจัดเก็บที่ในการออกแบบผัง 123

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 อัตราการขยายตัวเฉลี่ยต่อ GDP ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ปี 2555 [2] 1
รูปที่ 2.1ตัวอย่างแผนภูมิลำดับชั้นทั่วไป 14
รูปที่ 2.2 สรุปขั้นตอนการกระบวนการลับชั้นเชิงวิเคราะห์ 18
รูปที่ 2.3 แสดงการไหลของกิจกรรมภายในคลังสินค้าทั่วไป [4] 20
รูปที่ 2.3 แสดงผังแบบพื้นฐานดั้งเดิมของคลังสินค้า [19] 33
รูปที่ 2.4 แสดงผังแบบที่มีความยาวช่องทางเดินต่างกัน [18] 34
รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์จัดเก็บอัตโนมัติแบบ AS/RS [19] 35
รูปที่ 2.6 แสดงผังทิศทางการไหลทางเดียว [20] 35
รูปที่ 2.7 แสดงผังทิศทางการไหลสองทาง [20] 36
รูปที่ 2.8 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนัก 39
รูปที่ 2.9 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนักจากการคำนวณ 40
รูปที่ 2.10 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนักจากการคำนวณ 41
รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กรบริษัทกรณีศึกษา 43
รูปที่ 3.2 แผนผังองค์กรคลังสินค้ากรณีศึกษา 44
รูปที่ 3.3 แสดงกลุ่มสินค้าและพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้ากรณีศึกษา 45
รูปที่ 3.5 แสดงจำนวนใบสั่งซื้อเปรียบเทียบปี 2010 – 2012 46
รูปที่ 3.6 แสดงร้อยละการใช้พื้นที่ในแต่ละเดือนของแผนกเครื่องเขียน (หน่วย:%) 48
รูปที่ 3.7 แสดงการใช้พื้นที่ในแต่ละเดือนของคลังภายนอก (หน่วย:พาเลท) 48
รูปที่ 3.8 แสดงการกระบวนการทำงานในคลังสินค้ากรณีศึกษา 49
รูปที่ 3.9 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละกลุ่มสินค้า 50
รูปที่ 3.10 แสดงแผนผังการใช้พื้นที่ชั้นบนของแผนกเครื่องเขียนคลังสินค้ากรณีศึกษา 52

รูปที่ 3.11 แสดงแผนผังการใช้พื้นที่ชั้นล่างของแผนกเครื่องเขียนคลังสินค้ากรณีศึกษา 52
รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการจัดเก็บสินค้าเครื่องเขียนชั้นบน 52
รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างการจัดเก็บสินค้าเครื่องเขียนชั้นล่าง 53
รูปที่ 4.1 แผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 61
รูปที่ 4.2 ผังคลังสินค้าตัวเลือก MCO 62
รูปที่ 4.3 ผังคลังสินค้าตัวเลือก WHL 63
รูปที่ 4.4 ผังคลังสินค้าตัวเลือก RBD 63
รูปที่ 4.5 ผังคลังสินค้าตัวเลือก RBL 64
รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงช่วงของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย 73
รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงน้ำหนักรวมของคลังตัวเลือก 78
รูปที่ 5.1 แผนภูมิแสดงระดับสินค้าคงคลังปี 2012 – 2013 80
รูปที่ 5.2 แผนภูมิแสดงปริมาณสินค้าเข้า 2012 – 2013 82
รูปที่ 5.3 แผนภูมิแสดงปริมาณสินค้าออก 2012 – 2013 83
รูปที่ 5.4 แผนภูมิแสดงความถี่และความถี่สะสมของปริมาณสินค้าเข้า 2012 ถึง 2013 85
รูปที่ 5.5 แผนภูมิแสดงความถี่และความถี่สะสมของปริมาณสินค้าเข้า 2012 ถึง 2013 86
รูปที่ 5.6 ตารางที่แสดงความเหมาะสมของอุปกรณ์ชั้นจัดเก็บกับลักษณะสินค้า [22] 88
รูปที่ 5.7 ตารางสรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่เหมาะกับชั้นจัดเก็บ [22] 89
รูปที่ 5.8 ผังและขนาดของคลังสินค้า RBL 90
รูปที่ 5.9 พื้นที่ตามกิจกรรมในคลังสินค้า 91
รูปที่ 5.10 ลักษณะการจ่ายของกลุ่มสินค้าในคำสั่งซื้อปี 2012 92
รูปที่ 5.11 (ก) และ (ข) แสดงขนาดค่าในการออกแบบระยะชั้นวางสินค้าของโมดุลในแนวขวาง 95
รูปที่ 5.12 แบบ Selective Rack แนวขวาง 96
รูปที่ 5.13 (ก) และ (ข) แสดงขนาดค่าในการออกแบบระยะชั้นวางสินค้าในแนวยาว 97
รูปที่ 5.14 แบบ Selective Rack แนวยาว 99

รูปที่ 5.15 พื้นที่แต่ละกลุ่มสินค้าในคลังแนวขวาง 101
รูปที่ 5.16 พื้นที่แต่ละกลุ่มสินค้าในคลังแนวยาว 101
รูปที่ 6.1 ขั้นตอนการจัดสินค้า 105
รูปที่ 6.2 แสดงค่าของ Create Module ในการจำลองการหยิบสินค้า 108
รูปที่ 6.3 แสดงค่าของโมดุล Assign Init ในการจำลองการหยิบสินค้า 109
รูปที่ 6.4 แสดงค่าของโมดุล Check Group ในการจำลองการหยิบสินค้า 109
รูปที่ 6.5 ชุดโมดุลขั้นตอนการจัดสินค้าในโปรแกรม Arena 110
รูปที่ 6.6 แสดงค่าของโมดุล Assign Group ในการจำลองการหยิบสินค้า 111
รูปที่ 6.7 แสดงการกำหนดค่าการกระจายในตัวแปร vGroupSku 111
รูปที่ 6.8 แสดงการกำหนดค่าของโมดุล Check Sku 112
รูปที่ 6.9 แสดงค่าโมดุล Assign Qty ในการจำลองการหยิบสินค้า 112
รูปที่ 6.10 แสดงการกำหนดค่าการกระจายในตัวแปร vGroupQty 113
รูปที่ 6.11 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Next Group 113
รูปที่ 6.12 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Init OriDest 114
รูปที่ 6.13 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Check Loop 114
รูปที่ 6.14 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Check Next 115
รูปที่ 6.15 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign tOrder 116
รูปที่ 6.16 แสดงการตัวอย่างเมตริกซ์เก็บค่าระยะทางของตัวแปร timeBtw 116
รูปที่ 6.17 แสดงการค่าระยะทางของตัวแปร tSku 116
รูปที่ 6.18 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Ori 117
รูปที่ 6.19 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Dest 117
รูปที่ 6.20 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign ManHr 118
รูปที่ 6.21 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Picking 118
รูปที่ 6.22 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Picking 119

รูปที่ 6.23 แสดงการกำหนดตั้งค่าทดสอบการจำลองผล 119

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

ในอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัว สิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นเสมอคือการที่ยอดขายเพิ่มขึ้น และยอดขายที่เพิ่มขึ้นนั้น ย่อมมีผลทำให้มีจำนวนสินค้าคงคลังเพิ่มขึ้นด้วยเป็นเงาตามตัวจากผลการวิจัยทางเศรษฐกิจของศูนย์วิจัยกสิกรไทย [1] ประมาณการไว้ว่าอุตสาหกรรมค้าปลีกของไทยจะมีการขยายตัวร้อยละ 13 จากผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ(GDP) และหลังจากการเปิดการค้าเสรีอาเซียน หรือ AEC จะมีขนาดตลาดมูลค่ารวมกันไม่ต่ำกว่า 3.2 แสนล้านดอลลาร์สหรัฐฯ หรือประมาณ 6 เท่าของตลาดค้าปลีกไทยเพียงตลาดเดียว

รูปที่ 1.1 อัตราการขยายตัวเฉลี่ยต่อ GDP ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง ปี 2555 [2]

แม้ในหลายอุตสาหกรรมปัจจุบันจะมีการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบการผลิตทันเวลา(Just-in-Time : JIT) เพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังก็ตาม แต่ด้วยระยะเวลานำของการผลิตที่ใช้เวลายาวนานกว่าเวลานำในการรอรับสินค้าของผู้บริโภค การรอที่นานอาจหมายถึงการสูญเสียลูกค้าให้กับผู้แข่งขันอื่นๆในตลาด ซึ่งในธุรกิจที่มีการแข่งขันกันสูงเช่นอุตสาหกรรมการค้าปลีก-ค้าส่งที่แข่งกันด้วยความเร็วแล้วนั้น การสำรองสินค้าคงคลังให้เพียงพอสมควรกับเวลานำจากการผลิตย่อมเป็นทางออกที่ดีกว่า และด้วยเหตุนี้เองการเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อตอบสนองขนาดตลาดที่เพิ่มขึ้นและรักษาระดับความพึงพอใจของลูกค้าจึงจำเป็นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และหากผู้ประกอบการธุรกิจค้าปลีก-ค้าส่ง ไม่คำนึงถึงการเตรียมความพร้อมในการจัดหาพื้นที่ใช้รองรับในการจัดเก็บสินค้าคงคลังที่เพิ่มขึ้นย่อมจะกลายเป็นความผิดพลาดอย่างร้ายแรง

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

คลังสินค้าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของระบบโลจิสติกส์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงผู้ผลิต ผู้ขาย และผู้บริโภค ต่อระดับความพึงพอใจในการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้าอันเป็นเป้าหมายอันสำคัญทางธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง อีกทั้งยังช่วยในการประหยัดค่าขนส่ง และการรองรับการผลิตภายใต้ความผันผวนของความต้องการของตลาด จึงทำให้การวางแผนที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้าถูกจัดเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธของธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง

การตัดสินใจเกี่ยวกับกลยุทธของคลังสินค้านั้นจะเป็นการติดสินค้าใจเกี่ยวกับ การเลือกที่ตั้งของคลังสินค้า ขนาด การจัดวางผัง ที่เป็นแผนการลงทุนระยะกลางจนถึงระยะยาวเพราะการลงทุนสร้างคลังสินค้านั้นมักมีต้นทุนสูง ต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุนนาน การเลือกตัวเลือกแต่ละตัวเลือก จึงต้องมีการคิดที่ละเอียดรอบคอบ และตอบสนองต่อธุรกิจได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ธุรกิจบริการคลังสินค้าและศูนย์กระจายสินค้า ยังมีแนวโน้มเติบโตมากขึ้น ศูนย์วิจัยกสิกรไทย [3]ประเมินว่า ธุรกิจให้บริการด้านคลังสินค้า (Public Warehouse) มีมูลค่าตลาดประมาณ 9,600 ล้านบาทในปี 2012 เติบโตร้อยละ 12.5 เมื่อเทียบกับมูลค่าตลาดที่ระดับประมาณ 8,300 ล้านบาทในปี 2011 โดยเป็นผลมาจากการเตรียมพร้อมเปิดเสรีสาขาโลจิสติกส์ของกลุ่มประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน หรือ(Asean Economics Community : AEC) ดังนั้น ไม่ว่าจะเป็นการผู้ประกอบกิจการคลังสินค้าหรือผู้ใช้บริการคลังสินค้า เลือกสร้างคลังสินค้าใหม่ทั้งหมด ดัดแปลงขยายจากคลังที่มีอยู่เดิม หรือแม้แต่เช่าคลังสินค้าก็ตาม การออกแบบที่ผิดพลาดจะนำมาสู่ปัญหาทางธุรกิจ และความสามารถในการแข่งขัน ไม่ว่าจะเป็นคุณภาพ การให้การบริการ ต้นทุน ช่วงเวลานำสู่ตลาด เป็นต้น

ทั้งนี้การวางผังคลังสินค้าภายในคลังสินค้า เมื่อนำไปใช้แล้วการแก้ไขจะทำให้กระทบการทำงาน และยังทำได้ยาก ดังนั้นการมีผังที่ดีตั้งแต่การเริ่มต้นนอกจากจะเป็นการป้องกันปัญหาแล้วยังสามารถทำให้การดำเนินงานเป็นไปได้ด้วยดี ลดต้นทุน และรองรับการขยายตัวของธุรกิจได้

สำหรับสินค้าเครื่องเขียนซึ่งเป็นสินค้าแบบหนึ่งในสินค้าที่มีรูปแบบการค้าปลีกค้าส่งย่อมได้รับผลจากการรวมกันของตลาดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน ที่ทำให้มูลค้าการค้าสูงขึ้นและย่อมเป็นผลต่อความต้องการปริมาณสินค้าที่จะทำให้เกิดปริมาณการสินค้าคงคลัง กิจกรรม จำนวนลังสินค้าเข้าออกในคลังสินค้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยคาดว่าจะคลังสินค้าเครื่องเขียนจะได้รับผลกระทบและค่อยปรับตัวในระยะเวลา 3 ปีข้างหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ออกแบบผังคลังสินค้าที่แสดงถึงการจัดวางกลุ่มสินค้า การใช้พื้นที่ในการจัดเก็บและกิจกรรมภายในคลังสินค้า กิจกรรมเพิ่มมูลค่ารวมถึง ระบบเคลื่อนย้ายและชั้นวางสินค้าสำหรับคลังสินค้าของแผนกเครื่องเขียนของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อรองรับการขยายตัวในอีก 3 ปีข้างหน้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การศึกษาลักษณะและกระบวนการการทำงานคลังสินค้าจากคลังสินค้าตัวอย่าง เฉพาะส่วนของแผนกเครื่องเขียน
2. เพื่อจัดหาเครื่องมือชนย้าย ชั้นวางและอุปกรณ์การทำงานให้เหมาะสมกับงานของแผนกสินค้าเครื่องเขียน
3. พิจารณาปริมาณสินค้าที่คลังสามารถรองรับได้ ในอีก 3 ปีข้างหน้าแยกตามกลุ่มสินค้าและเงื่อนไขการเก็บสินค้าแบบสุ่มช่องจัดเก็บสินค้า
4. วัดผลโดยเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่รองรับสินค้า กิจกรรม จำนวนกล่อง/ชม.งาน ระยะทางในการเข้าถึงตัวสินค้าในแบบผังคลังสินค้าโดยวางกรอบพิจารณาเทียบเคียงกับคลังสินค้าอื่น (Benchmarking) และพิจารณาตัวเลือกด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP)
5. พิจารณากระบวนการจัดสินค้า(Picking) ด้วยวิธีหยิบทีละคำสั่งซื้อ (Single Order Picking) เท่านั้น
6. การเข้าถึงสินค้าสามารถพิจารณาการเลือกหยิบโดยคน หรือ ใช้อุปกรณ์แบบอัตโนมัติหรือผสมร่วมกันได้
7. กิจกรรมเพิ่มมูลค่าหมายถึงกิจกรรมการเพิ่มสินค้าบรรจุ(Repack) การติดฉลากสินค้า (Labeling) โดยไม่ใช่การประกอบสินค้า
8. ออกแบบจากที่ตั้งพื้นที่คลังเปล่าที่มีโครงสร้างฐานราก ทางเข้าออก ระบบไฟฟ้าพื้นฐานที่ได้มีการกำหนดและสร้างไว้ก่อนแล้ว โดยไม่ศึกษาผลกระทบจากทำเลที่ตั้งใหม่กับที่ตั้งเดิมและพิจารณาด้วยสัญญาการเช่าคลังเปล่าในระยะ 3-5 ปีเท่านั้น และไม่คิดการลงทุนสร้างคลังเปล่าขึ้นมาใหม่เอง
9. การออกแบบและพัฒนาคลังสินค้าพิจารณาภายใต้การดำเนินการกรณีปกติ สำหรับกรณีฉุกเฉินที่ไม่ได้เกิดขึ้นประจำ หรือไม่สามารถคาดการณ์ได้จะไม่พิจารณา

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและกิจกรรมของแผนกเครื่องเขียนของบริษัทกรณีศึกษา
   1.1 กระบวนการทำงานในแผนกเครื่องเขียน
   1.2 ข้อมูลลักษณะผลิตภัณฑ์ (Product Characteristics)
   1.3 ข้อมูลคำสั่งซื้อและการรับเข้าของสินค้าในปี 2012
   1.4 ข้อมูลสินค้าคงคลังในแต่ละเดือน (Inventory Profiles)
   1.5 ข้อมูลกิจกรรมคลังสินค้า (Warehouse Activities Profiling)
2. วิเคราะห์หารูปแบบการออกแบบที่เหมาะสม กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และวางแผนการวิจัย
3. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย คือ
   3.1 การจัดการคลังสินค้า (Warehouse Operations & Management)
   3.2 การออกแบบผังและเครื่องมือ (Lay out Procedures and Approaches, Material Handling and Facilities Design)
   3.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP)
   3.4 การจำลองสถานการณ์และทฤษฎีแถวคอย (Simulation and Queuing Theory)
4. กำหนดกรอบความต้องการ(Requirements)และ ออกแบบคลังสินค้าตัวเลือก
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแนวทางการออกแบบ โดยเปรียบเทียบปริมาณพื้นที่รองรับสินค้ากิจกรรม ผลิตภาพ (จำนวนกล่อง/ชม.งาน) ระยะทางในการเข้าถึงตัวสินค้าในแบบผัง กำลังพลงบประมาณการลงทุนในแต่ละคลังสินค้าตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดกับคลังสินค้าเดิมและคลังสินค้าอื่นๆโดยเลือกตัวเลือกด้วยวิธี กระบวนการลำดับชั้นวิเคราะห์ (AHP)
   พิจารณาเทียบเคียง (Benchmarking) ด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพของคลังสินค้า(KPIs)และสรุปผลการวิจัย
6. จัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แบบผังคลังสินค้าและอุปกรณ์ในการจัดเก็บ อุปกรณ์ในการขนถ่ายสินค้าของคลังสินค้าที่สามารถรองรับปริมาณคำสั่งซื้อ สินค้าคงคลัง วิธีการจัดเก็บและจัดจ่ายที่เหมาะสมที่สุด โดยมีรายการนำส่งดังตาราง

รายการนำส่ง	รายละเอียด
1)กระบวนการไหลของสินค้า เข้า และ ออกจากคลังสินค้า (Inbound and Outbound Operations)	1)วิธีการทำงาน ขั้นตอน โดยนำส่งในรูปแบบแผนผังการไหลของงาน(Work Flow)
2)แผนผังคลังสินค้า (Warehouse Layout)	รูปแบบผังคลังสินค้าที่เหมาะสมกับนโยบายของคลังสินค้าเครื่องเขียน ซึ่งระบุถึง 1) ผังคลังสินค้าที่แสดงโครงสร้างทางกายภาพ พื้นที่จัดเก็บ พื้นที่รองรับกิจกรรมต่างๆ 2) ประเภทสินค้าในแต่ละพื้นที่ที่จัดเก็บ
3)กำลังพล(Manpower)	1) จำนวนพนักงานที่เหมาะสมสอดรับตามกระบวนการไหลและแบบผังของคลังสินค้า
4)ผลผลิต (Throughput)	1) ระดับผลิตภาพที่เกิดขึ้นสอดรับตามกระบวนการไหลของงานผังของคลังสินค้าและกำลังพล
5)อุปกรณ์ในการจัดเก็บ(Storage Equipment) และอุปกรณ์ขนถ่ายวัสดุ(Material Handling)	1)ลักษณะประเภทของรูปแบบ/อุปกรณ์และจำนวนจะต้องเพียงพอต่อการใช้งาน
6)งบประมาณ(Budget)	1)รายละเอียดของเงินลงทุนที่ใช้ในการออกแบบ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักเกณฑ์ในการออกแบบคลังสินค้าด้วยข้อจำกัดต่างๆและประยุกต์ใช้วิธีการเลือกได้อย่างเหมาะสม
2. สามารถประยุกต์ใช้หลักการทางวิศวกรรมอุตสาหการไปใช้แก้ปัญหาในคลังสินค้า ด้วยการออกแบบผังและทางเลือกที่ได้จากการสร้างคลังตัวเลือก
3. เข้าใจกิจกรรมที่เกิดขึ้นในคลังสินค้าและผลกระทบจากแบบผัง

4. ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการทำงานในคลังสินค้าให้มีประสิทธิภาพและผลิตภาพเพิ่มขึ้น
5. สารมารถประยุกต์ใช้วิธีการในการออกแบบเพื่อไปใช้กับคลังสินค้าที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

1.7 เกณฑ์ความต้องการ (Requirements)

- ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้ง
  (เป็นปัจจัยที่ได้จากการทำแบบสอบถามในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์)

ชื่อปัจจัย	ชนิดของปัจจัย
ความพร้อมของระบบขนส่ง	เชิงคุณภาพ
เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	เชิงคุณภาพ
ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	เชิงคุณภาพ
ค่าเช่าต่อตารางเมตร	เชิงปริมาณ
ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	เชิงปริมาณ
ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	เชิงปริมาณ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ปัจจัยในการเลือกผังภายในคลังสินค้า

ซึ่งมาจากตัวชี้วัดประสิทธิภาพคลังสินค้า(KPIs)[4]คือ

ชื่อปัจจัย	**ชนิดของปัจจัย**	**สถานะของปัจจัย**	**ช่วงเกณฑ์การยอมรับ**
อัตราร้อยละการใช้งานพื้นที่จัดเก็บ	เชิงปริมาณ	เงื่อนไขหลัก	> 85%
ระยะเวลาทั้งกระบวนการรับสินค้า-จัดเก็บต่อครั้ง	เชิงปริมาณ	เงื่อนไขรอง	<6 ช.ม.
ระยะเวลาในการจัดสินค้าต่อคำสั่งซื้อ	เชิงปริมาณ	เงื่อนไขหลัก	< 1 ช.ม.
จำนวนลังต่อชม.แรงงาน	เชิงปริมาณ	เงื่อนไขรอง	> 12 ลัง/ช.ม. แรงงาน

หมายเหตุ : เงื่อนไขหลัก หมายถึงเงื่อนไขที่ต้องได้ตามค่าเกณฑ์การยอมรับ
เงื่อนไขรอง หมายถึงเงื่อนไขที่แม้ไม่ได้ตามเกณฑ์แต่ว่าใกล้เคียงก็สามารถยอมรับได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า

เนื่องจากที่ตั้งของคลังสินค้าจะมีอิทธิพลต่อความมีประสิทธิผลของการประกอบธุรกิจ เพราะเกี่ยวข้องกับระยะทางทั้งการส่งสินค้าเข้าสู่คลังเพื่อจัดเก็บ และการกระจายสินค้าออกเพื่อนำไปสู่ลูกค้า ที่ซึ่งหากระยะทางที่เกิดขึ้นไม่เหมาะสม จะส่งอิทธิพลต่อการให้บริการคลังสินค้าได้ คำนาย [5] ได้จำแนกความสำคัญไว้ดังนี้

1) ความสำคัญต่อระบบงาน เนื่องจากทำเลที่ตั้งจะมีอิทธิพลต่อกิจกรรมของคลังสินค้า เช่น การมีทำเลอยู่ติดแม่น้ำ ย่อมส่งให้เกิดการขนส่งทางน้ำ ดังนั้นกิจกรรมการรับ และกระจายสินค้าย่อมต้องมีความเกี่ยวข้องกับการขนส่งทางน้ำไปด้วย หรืออิทธิพลต่อการออกแบบของสิ่งอำนวยความสะดวกและการกำหนดแผนผังพื้นที่ตั้ง เช่น หากทำเลตั้งอยู่ใจกลางเมืองที่มีราคาที่ดินสูงมากและมีความจำเป็นที่จะต้องมีคลังดังกล่าว การสร้างคลังให้เป็นคลังสูงหรือคลังเป็นอาคารหลายชั้นย่อมมีความเป็นไปได้และจะส่งผลต่อชั้นวางหรืออุปกรณ์ที่จะต้องใช้ประโยชน์ในเชิงความสูงแทน เป็นต้น

2) ความสำคัญต่อการดำเนินการ เนื่องจากทำเลที่ตั้งจะส่งผลต่อความสามารถในการหาผลกำไรอันเพราะรายได้ในการดำเนินการนั้นมาจากการที่ได้รับค่าบริการจากลูกค้าที่มาใช้คลัง หากที่ตั้งมีระยะทางไกลจากสถานที่ผลิต นำเข้า เช่น ท่าเรือ ย่อมส่งผลทำให้เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่ง ที่จะมีผลต่อค่าใช้จ่ายของลูกค้าทำให้การดึงดูดการมาใช้บริการคลังย่อมเป็นเรื่องที่ยากขึ้น และย่อมมีอิทธิพลต่อรายได้ที่ผู้ให้บริการอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

หรือด้านต้นทุน ทั้งต้นทุนคงที่และผันแปรที่จะเกิดขึ้นต่างกันเมื่อเลือกที่ตั้ง เช่น ราคาเช่าเนื่องจากราคาที่ดิน สาธารณูปโภคทั้งไฟฟ้า ประปา โทรศัพท์ ล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อค่าใช้จ่ายในการให้บริการทั้งสิ้น

อีกทั้งคุณภาพชีวิตในการทำงานเพราะหากเลือกทำเลที่ตั้งในบริเวณที่มีสภาพสังคมที่ดี มีสิ่งแวดล้อมสะอาด สะดวก เช่น มีโรงเรียน มีสถานพยาบาล มีแหล่งบันเทิงยามเลิกงาน พนักงานที่ทำงานก็จะได้รับประโยชน์ซึ่งย่อมนำมาซึ่งการทำงานที่ดี และทำให้การดำเนินการให้บริการ

คลังสินค้ามีคุณภาพดีไปด้วย และก็จะมีอิทธิพลอย่างมากต่อความมั่นคงและขยายกิจการในอนาคต

2.2 การเลือกที่ตั้งคลังสินค้า (Site Selection)

ปัจจัยในการเลือกที่ตั้งคลังสินค้านั้น Russell and Taylor [6] ได้สรุปปัจจัยไว้ดังนี้

- แหล่งแรงงาน
- ความใกล้ชิดลูกค้า
- จำนวนลูกค้า
- ต้นทุนค่าก่อสร้าง
- ต้นทุนค่าที่ดิน
- ความพร้อมด้านการขนส่ง
- ต้นทุนการขนส่ง
- ความใกล้สถานที่ราชการ
- กฎหมายท้องถิ่น/กฎหมายต่างๆ
- การสนับสนุนจากภาครัฐ
- ภาษีอากรและการประกันภัย
- ทัศนคติของชุมชน
- สภาพแวดล้อมทางธุรกิจ
- ความพร้อมเรื่องวัตถุดิบ
- โครงสร้างสาธารณูปโภค
- ความใกล้ชิดกับผู้ขายปัจจัยการผลิต
- สิ่งแวดล้อม

ในปัจจุบันมีผู้นำเสนองานวิจัยวิธีการตัดสินใจในการเลือกทางเลือกที่ตั้งคลังสินค้าอยู่อย่างหลากหลาย งานวิจัยต่างๆเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับออกแบบคลังสินค้ากรณีศึกษาของโรงงานตัวอย่าง ยกเช่น

นารีรัตน์ โพธิกุล[7]นำเสนอการนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process : AHP) มาประยุกต์ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมสำหรับการเลือกคลังสินค้าบริษัทผลิตภัณฑ์อาหาร โดยใช้ปัจจัยในความเป็นไปได้ในการลงทุนตัดแล้วตัวเลือกเหลือ 4 ทำเลที่ตั้ง แล้วใช้กระบวนการแบบสอบถามเพื่อหาปัจจัยที่จะใช้ในการพิจารณาและคำนวณค่าน้ำหนักเกณฑ์ในแต่ละปัจจัยเพื่อใช้ในการตัดสินใจ โดยสรุปว่าเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจโดยลำดับเป็นดังต่อไปนี้ เขตประกาศจำกัดเวลาห้ามรถบรรทุก ค่าขนส่ง ศักยภาพในการขยายพื้นที่ ค่าแรง ราคาค่าขนส่ง ความใกล้ชิดลูกค้า ความพร้อมของระบบสาธารณูปโภคปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์ [8]ได้นำเสนอการนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ มาประยุกต์ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสม สำหรับบริษัทผลิตบรรจุภัณฑ์ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อช่วยวิเคราะห์การตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ (Multi-Criteria

Decision-Making) ที่สามารถใช้ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การตัดสินใจที่ตีค่าเป็นเงินได้แล้วตีค่าเป็นเงินไม่ได้ นอกจากนั้นกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ยังเป็นกระบวนการที่ไม่สลับซับซ้อน สามารถแสดงถึงลำดับความสำคัญของเกณฑ์และทางเลือก ซึ่งได้มาจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ และยังสามารถวัดความสอดคล้องของการตัดสินใจด้วย

ณัทฐวิยา ภักดีปัญญา [9] ได้นำเสนอการนำเอากระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ประยุกต์ใช้ในการเลือกผังโรงงาน ที่สร้างจากทฤษฎีการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ(Systematic Layout Planning : SLP) กับการวางผังโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตร สามารถเลือกผังที่ดีที่สุดจาก 5 ผังโดยประเมินเปรียบเทียบ 6 ปัจจัย คือ ระยะทางการขนส่ง การไหลอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เครื่องจักการและอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ ความปลอดภัยของโรงงาน ลักษณะรูปร่าง ค่านิยมการยอมรับ การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ตามลำดับ จนได้ผังโรงงานที่เหมาะสมโดยลดระยะทางในการขนส่งได้ 43.51%

Korpela and Tuominen [10] ได้นำเสนอรูปแบบกระบวนการเลือก Warehouse ที่มีความเป็นระบบและยืดหยุ่น โดยการนำสิ่งที่ควรปรับปรุง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการคำนวณต้นทุนแบบดั้งเดิม หรือคำนึงถึงแค่ปัจจัยเชิงปริมาณ นั่นคือการใช้วิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เข้ามาช่วยในการรวมเอาปัจจัยในเชิงคุณภาพซึ่งเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดประโยชน์ทางอ้อมหลายๆ ปัจจัย เข้ามาไว้ในกระบวนการของการตัดสินใจ นอกจากนี้ปัจจัยทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับทางเลือกยังสามารถแสดงได้ในรูปของลำดับชั้นและความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยดังนี้

1) กำหนดปัญหาและทางเลือก (Defining the problem and alternative)
2) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis)
3) การวิเคราะห์ต้นทุน (Cost Analysis)
4) เลือกทางเลือกที่ดีที่สุด (Choosing the best alternative)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จะเป็นระบบที่ช่วยในการรวมเอาการวิเคราะห์ในเชิงปริมาณและการวิเคราะห์เชิงคุณภาพเข้าด้วยกัน ช่วยให้ได้ทางเลือกที่ดีกว่าเดิม

Kengpol [11] ได้นำเสนอผลการศึกษา ในการออกแบบระบบช่วยสนับสนุนในการตัดสินใจ ในการเลือกลงทุนกับศูนย์การกระจายสินค้าแห่งใหม่ ผลที่ได้จากการศึกษาคือการรวบรวมปัจจัยเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพ ด้วยการนำเอากระบ วนการลำดับชั้นเชิง

วิเคราะห์ (Analytic-Hierarchy Process) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยการศึกษาได้แบ่งส่วนของแบบจำลองที่ใช้ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้

1) แบบจำลองต้นทุนการขนส่ง (Transportation Model)
2) แบบจำลองต้นทุนการลงทุน (Capital Investment cost Model)
3) แบบจำลองในการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Aggregation Model)

ในส่วนของแบบจำลองต้นทุนการขนส่ง ได้ทำการเปรียบเทียบต้นทุนในการขนส่งระหว่างทางเลือกที่เป็นไปได้ โดยใช้ Program Lindo เข้ามาช่วยในการออกแบบและคำนวณต้นทุนในแต่ละทางเลือก หลังจากนั้นต้นทุนในการขนส่งจะถูกรวมเข้ากับต้นทุนในการบริหาร เกิดเป็นต้นทุนปฏิบัติการ (Operation cost) ซึ่งต้นทุนปฏิบัติการก็จะคำนวณรวมกับต้นทุนการลงทุน (Capital Investment cost) เพื่อหามูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value) ของแต่ละทางเลือก Aggregation Model จะทำหน้าที่ในการรวบรวมปัจจัยด้านของปริมาณ (ต้นทุน) เข้ากับปัจจัยด้านคุณภาพ (ความสามารถในการบริหารรถบรรทุก และความสามารถในการกระจายสินค้า)

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่าการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์เข้ามาเป็นเครื่องมือในการตัดสินใจที่มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายปัจจัยทั้งที่เป็นเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพซึ่งเหมือนกับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า ทางผู้วิจัยจึงเลือกกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นวิธีการในการยืนยันผลการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าตัวอย่างว่ามีความเหมาะสม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.3 กระบวนการตัดสินใจลำดับชันเชิงวิเคราะห์ (The Analytic Hierarchy Process)

กระบวนการตัดสินใจลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ ได้ถูกคิดค้นและพัฒนาโดย Thomas L,Saaty [12] เป็นกระบวนการที่ใช้การวินิจฉัยเพื่อหาเหตุผลช่วยในการตัดสินใจในประเด็นปัญหาที่มีความซับซ้อนให้ง่ายขึ้น โดยการแบ่งองค์ประกอบของปัญหาทั้งที่เป็นรูปธรรมและนามธรรมออกเป็นส่วนๆ สร้างรูปแบบโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปของแผนภูมิลำดับชั้น แล้วนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นมากำหนดเป็นค่าวินิจฉัยเพื่อเปรียบเทียบหาความสำคัญของแต่ละปัจจัย ขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์เพื่อคำนวณค่าปัจจัยทางเลือกใดที่มีลำดับความสำคัญสูงที่สุดเพื่อหาบทสรุปและเลือกทางเลือกที่เหมาะสม

การสร้างรูปแบบโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปแผนภูมิลำดับขั้น นั้นจะแบ่งปัญหาออกเป็นระดับชั้นโดยชั้นบนสุดคือวัตถุประสงค์หรือเป้าหมาย และชั้นรองลงมาคือปัจจัยอื่นๆ จนถึงทางเลือกซึ่งจะเป็นระดับชั้นต่ำที่สุด

การวิเคราะห์จะใช้หลักกการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Comparison) ของปัจจัย การให้ค่าความสำคัยมีช่วงตั้งแต่ มีความสำคัญเท่ากันจนถึงมีความสำคัญสูงสุดแทนค่าด้วยตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9 โดยหมายเลข 1 คือมีความสำคัญเท่ากันจนถึงหมายเลข 9 คือมีความสำคัญมากที่สุด การเปรียบเทียบหาค่าลำคับความสำคัญหรือน้ำหนักของปัจจัยเป็นคู่ๆ ซึ่งจัดเป็นตารางเมตริกซ์ ซึ่งสามารถใช้ทดสอบความสอดคล้องและความไวของค่าความสำคัญได้อีกด้วย

ผลของการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆนี้โดยใช้ไอเกนเวคเตอร์ (Eigenvector) นี้จะแสดงอยู่ในรูปของน้ำหนักของปัจจัยแต่ละตัวเลือก ซึ่งถูกถ่วงด้วยน้ำหนักของปัจจัยในระดับที่สูงกว่าด้วย ขั้นตอนนี้ถูกทำซ้ำไปจนครบตามโครงสร้างแผนภูมิของปัญหาจนจากบนลงล่างสุด ซึ่งในที่สุดจะได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด ดังนี้สามารถสรุปหลักใหญ่ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประการ[13]คือ

1. หลักการสลายปัญหาที่ซับซ้อน (Decomposition) ให้อยู่ในรูปแผนภูมิโครงสร้างเป็นลำดับชั้น (Hierarchy Structure) ที่แต่ละชั้นประกอบไปด้วยเกณฑ์ในการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องกับปัญหา โดยชั้นบนสุดจะเป็นเป้าหมายและชั้นถัดไปเป็นปัจจัยซึ่งต้องมีความสำคัญเท่ากันและเป็นอิสระต่อกันหากมีความสำคัญไม่เท่ากันให้อยู่ชั้นถัดไปลงไปเรื่อยๆ จนถึงชั้นสุดท้ายจะเป็นระดับของทางเลือก
2. หลักการลำดับความสำคัญ (Prioritization) โดยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของปัจจัยหรือเกณฑ์ในการตัดสินใจในแต่ละระดับชั้นทีละคู่โดยให้อยู่ในรูปของตารงเมตริกซ์ เพื่อให้สามารถใช้ทฤษฎีของเมตริกซ์ตรวจสอบความสอดคล้องและความไวได้
3. หลักการสังเคราะห์ทางเลือก (Synthesis) คือการนำผลจากน้ำหนักปัจจัยในแต่ละชั้น มาหาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยจากระดับสูงสุดจนถึงล่างสุด เพื่อพิจารณาว่าทางเลือกใดที่ควรได้รับการเลือก

ประโยชน์ของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ คือ

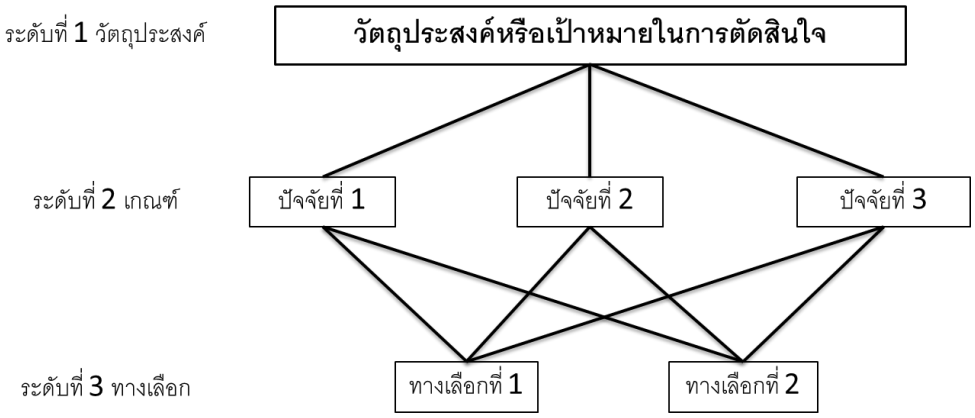
1. กระบวนการนี้เกิดจากการสลายปัญหาที่ซับซ้อน(Decomposition) ให้ออกเป็นแผนภูมิลำดับชั้นที่สามารถเข้าใจได้ง่าย

2. เป็นการวิเคราะห์ที่สามารถตีเป็นค่าเชิงตัวเลขได้ทั้งปัจจัยเชิงปริมาณ(Quantitative Factors) และปัจจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Factors)
3. มีการตรวจสอบความสอดคล้องของความสมเหตุสมผลของค่าความสำคัญในแต่ละปัจจัยที่นำมาเปรียบเทียบว่าสมเหตุสมผลหรือไม่
4. เป็นกระบวนการที่เปรียบเทียบโดยผู้ที่ตัดสินใจมีเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดโดยคิดทบทวนถึงเป้าหมายอยู่เสมอ เพราะรูปแบบที่แสดงเป็นโครงสร้างเชื่อมโยงปัจจัยเข้ากับเป้าหมายให้ผู้ตัดสินใจระลึกอยู่ตลอดการเลือก
5. สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งกับการตัดสินใจเพียงคนเดียวหรือเป็นหมู่คณะก็ได้

ขั้นตอนกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ
2. กำหนดเกณฑ์หรือปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ
3. สร้างรูปแบบโครงสร้างของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบของแผนภูมิลำดับชั้น โดยระดับบนสุดเป็นวัตถุประสงค์ ลำดับชั้นต่อไปเป็นปัจจัยในการเลือก และระดับสุดท้ายเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.1ตัวอย่างแผนภูมิลำดับชั้นทั่วไป

4. เปรียบเทียบค่าความสำคัญของเกณฑ์หรือปัจจัยโดยวิเคราะห์เป็นคู่ๆ ภายใต้ปัจจัยในระดับที่สูงกว่าในรูปแบบของเมตริกซ์

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบปัจจัยในแต่ละลำดับชั้น

ปัจจัย	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ n	น้ำหนัก
ปัจจัยที่ 1	1	a_{12}	a_{13}	a_{1n}	W_1^0
ปัจจัยที่ 2	$1/a_{21}$	1	a_{23}	a_{2n}	W_2^0
ปัจจัยที่ 3	$1/a_{31}$	$1/a_{32}$	1	a_{3n}	W_3^0
ปัจจัยที่ n	$1/a_{n1}$	$1/a_{n2}$	$1/a_{n3}$	1	W_n^0

หมายเหตุ - a_{ij} เป็นค่าความสำคัญของปัจจัย i เมื่อเทียบกับปัจจัย j

- $a_{ji} = 1/a_{ij}$
- W_j^0 เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัย i ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้ ผู้ตัดสินใจจะต้องให้ค่าความสำคัญหรือระดับความพึงพอใจในรูปของคะแนน 1 ถึง 9 ตามตาราง

ตารางที่ 2.2 แสดงระดับความเข้มข้นของความสำคัญ

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับสูงที่สุด
2,4,6,8	ค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญของการเปรียบเทียบปัจจัย ถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5. คำนวณค่าน้ำหนักของปัจจัย (Normalize Weight) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index ,C.I.) และค่าอัตตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio ,C.R.)

จากตารางที่ 2.1 เมื่อได้ค่าเปรียบเทียบน้ำหนักปัจจัยแล้วให้ทำการรวมน้ำหนักในสดมภ์แต่ละปัจจัยแล้วนำไปหารค่าในสดมภ์นั้นๆ เพื่อทำการแปลงค่าให้เท่ากับ 1 เพื่อทำให้การค่าจากการเทียบในแต่ละสดมภ์สามารถนำมาคิดร่วมกันได้ แล้วจึงทำการหาค่าเฉลี่ยในแนวนอนหรือแต่ละแถวของปัจจัย ก็จะได้น้ำหนักเฉลี่ย(W_j)

อัตราส่วนความความสอดคล้อง(C.R.)

เนื่องจากขั้นตอนการเปรียบเทียบเกณฑ์ต่างๆทีละคู่นั้นมักจะมีจำนวนหลายคู่ ซึ่งเป็นไปได้ที่ผู้ทำการตัดสินใจเปรียบเทียบอาจมีความสอดคล้องของวิจารณญาณไม่สม่ำเสมอ จึง

ต้องมีการตรวจสอบว่าการตัดสินใจนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ เช่น หากผู้ตัดสินใจเลือกเทียบปัจจัย ก. กับ ข.ว่ามีสเกลอยู่ที่ 3 และเมื่อเปรียบเทียบ ข.กับ ค. แล้วมีความต่างกันอยู่ที่ 2 ดังนั้นเมื่อเทียบ ก. กับ ค. ก็ควรจะมีความต่างของสเกลที่มีความสอดคล้องอย่างสมบูร์เป็น 6 แต่หากการเทียบกลับเป็น 2 แสดงว่าการเปรียบเทียบแต่ละคู่นั้นไม่สอดคล้องสม่ำเสมอ ซึ่งค่าที่ใช้ตัดสินความสม่ำเสมอก็คือค่าอัตราส่วนความสอดคล้องหรือ C.R. ซึ่งจะต้องน้อยกว่า 0.10 โดยมีสูตรคำนวนดังสมการ

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}, C.R. \leq 0.10$$

ดัชนีความสอดคล้อง (C.I.)

$$C.I. = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)}, \qquad \text{n = จำนวนปัจจัยหรือเกณฑ์}$$

ผลรวม Eigen Vector สูงสุด (λ_{max})

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^{n} \left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} W_j \right]$$

ค่า Random Index(R.I.)

คือค่าจากการทดลองส่งตัวอย่างเมตริกซ์จำนวน 64,000 ตัวอย่างของ Saaty ซึ่งจะขึ้นอยู่กับจำนวนปัจจัยหรือหลักเกณฑ์ ดังแสดงในตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า R.I. จากการสุ่มตัวอย่าง

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ค่า R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

6. เปรียบเทียบขั้นตอนที่ 4 และ 5 สำหรับปัจจัยหรือทางเลือกของระดับต่อมาภายใต้ปัจจัยตัวเดียวกันในระดับถัดขึ้นมา วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ค่าดัชนีความสอดคล้องและอัตตราส่วนความสอดคล้องของข้อมูลในระดับนี้
7. วิเคราะห์ค่าน้ำหนักของทางเลือกต่างๆในวัตถุประสงค์ของปัญหา หรือน้ำหนักความสำคัญรวมของปัจจัย โดยคำนวณจากผลรวมของผลคูณน้ำหนักความสำคัญแต่ละตัวของปัจจัยภายใต้ปัจจัยหนึ่งๆลงไปสู่ระดับต่ำสุดหรือค่าน้ำหนักของทางเลือกแต่ละตัว

ตารางที่ 2.4 ตัวอย่างการคำนวณปัญหาที่มี 3 ระดับชั้น

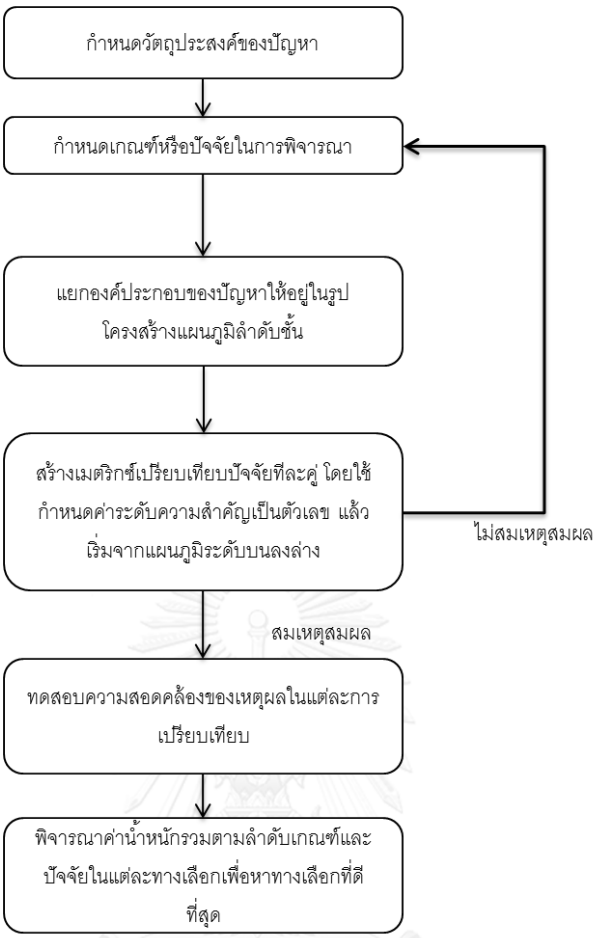
ปัจจัยเปรียบเทียบ / ทางเลือก	ปัจจัยที่ 1	ปัจจัยที่ 2	ปัจจัยที่ 3	ปัจจัยที่ n	น้ำหนักรวม
	W_1^0	W_2^0	W_3^0	W_n^0	
ทางเลือกที่ 1	$w_1^f 1$	$w_1^f 2$	$w_1^f 3$	$w_1^f n$	$\sum_{j=1}^{n} W_1^0 \cdot w_i^f j$
ทางเลือกที่ 2	$w_2^f 1$	$w_2^f 2$	$w_2^f 3$	$w_2^f n$	$\sum_{j=1}^{n} W_2^0 \cdot w_i^f j$
ทางเลือกที่ n	$w_n^f 1$	$w_n^f 2$	$w_n^f 3$	$w_n^f n$	$\sum_{j=1}^{n} W_n^0 \cdot w_i^f j$

หมายเหตุ : $w_n^f 1$ เป็นค่าน้ำหนักของทางเลือก i ภายใต้ปัจจัยที่ n

W_n^0 เป็นค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ n ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญญหา

สรุปขั้นตอนในการวิจัยนี้โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น เป็นดังแผนภาพที่ 2.2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 2.2 สรุปขั้นตอนการกระบวนการลับชั้นเชิงวิเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.4 กิจกรรมภายในคลังสินค้า (Warehouse Activities)

กิจกรรมในคลังสินค้าจะสามารถแบ่งเป็นกลุ่มงานหลักๆตามการไหลของสินค้าได้ 3 แบบ คือ การรับสินค้า การจัดเก็บสินค้า และการจ่ายสินค้า ทั้งนี้สามารถแบ่งจำแนกย่อยตามกลุ่มงานได้ดังนี้

1) การรับสินค้า (Receiving) คือกลุ่มกิจกรรมที่ดำเนินการเพื่อให้สินค้าเข้าสู่คลัง โดยทั้งนี้จะมีการตรวจสอบความถูกต้องเริ่มแรกทั้งคุณภาพและปริมาณ เช่น จำนวน รายการตามการสั่งซื้อ สภาพของหีบห่อ การชำรุดเสียหายเป็นต้น แล้วทำการนำสินค้าทั้งตัวสินค้าจริงและข้อมูลเข้าสู่ระบบให้ถูกต้องตรงกัน

2) การนำเก็บสินค้า (Put away) คือการดำเนินการนำสินค้าที่ได้รับการตรวจสอบแล้ว หลังจากการรับเข้าไปเข้าสู่ที่เก็บต่างๆเพื่อให้สามารถหาสินค้าดังกล่าวได้อย่างตรงกันทั้งสถานที่ว่างสินค้าจริงกับตำแหน่งที่เก็บในระบบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว

3) การเติมสินค้า (Replenishment) คือการนำสินค้าเข้าสู่ที่เก็บเหมือนกันการนำเก็บสินค้า เพียงแต่การเติมสินค้านั้นจะเกิดเมื่อมีการจ่ายสินค้าจนถึงระดับหนึ่งที่จำเป็นต้องนำสินค้ามาเก็บเพิ่มในช่องเก็บเพื่อให้เพียงพอต่อการหยิบสินค้าที่ถูกสั่งตามคำสั่งซื้อ

4) การเก็บรักษา (Storage) คือการเก็บสินค้าให้อยู่ในสภาพพร้อมการหยิบเพื่อจัดจ่ายออกโดยวิธีการรักษาสภาพของสินค้าและอุปกรณ์ที่ใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับประเภทสินค้า ขนาด ปริมาณ เงื่อนไขเฉพาะต่างๆของแต่ละสินค้า

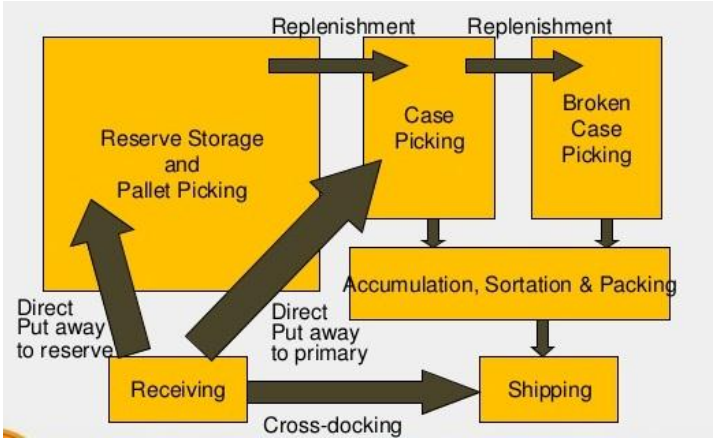
5) การหยิบสินค้า (Order Picking) คือกระบวนการนำสินค้าออกจากที่เก็บรักษาสินค้าตามความต้องการที่ได้รับมา ซึ่งโดยมากขั้นตอนการหยิบนี้จะมีการตรวจสอบความถูกต้องของการหยิบสินค้า (Checking) ตามมาด้วยวิธีการใดๆตามมาเสมอ

6) การบรรจุหีบห่อ (Packaging) เป็นงานที่อาจจะพบในการจัดสินค้าบางประเภทซึ่งบางสินค้าอาจไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนนี้ก็ได้ โดยเป็นการนำสินค้าที่หยิบมาใส่หีบห่อเพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือขนส่งซึ่งอาจจะเพิ่มความคงทนหรือรักษาสภาพระหว่างการนำไปสู่มือลูกค้าด้วย

7) การคัดแยกและการรวมสินค้า (Sortation/Consolidation) เป็นการนำสินค้าที่หยิบออกมาหรือบรรจุหีบห่อพร้อมที่จะเคลื่อนย้ายมารวมกัน เพื่อให้สะดวกต่อการนำส่งไปสู่ลูกค้าต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

8) การจัดส่ง (Despatch/Shipping) คือการนำสินค้าที่ได้รับการคัดแยกและรวมสินค้าเข้าด้วยกันโดยมากจะเป็นในลักษณะที่มีจุดหมายใกล้เคียงกัน หรือเพื่อนำไปกระจายต่อสู่ปลายทาง โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับรูปแบบและวิธีการขนถ่ายสินค้า



รูปที่ 2.3 แสดงการไหลของกิจกรรมภายในคลังสินค้าทั่วไป [4]

2.5 ระบบในการจัดเก็บสินค้า (Storage Assignment)

Hausman ,*et al.* [14] ได้นำการแบ่งระบบการจัดเก็บที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยแบ่งวิธีการจัดเก็บไว้ 3 แบบดังนี้

1) การจัดเก็บแบบสุ่ม (Random Storage) เป็นการจัดสินค้าเก็บสู่ตำแหน่งที่ใดๆก็ตามในคลังสินค้าเมื่อตำแหน่งนั้นๆว่าง โดยการจัดเก็บวิธีนี้มักใช้ร่วมกับระบบบริหารคลังสินค้า (Warehouse Management System) เพื่ออำนวยความสะดวกในการค้นหาและจดจำ ทั้งนี้การจัดเก็บแบบนี้จะมีข้อดีคือมีการใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่น แต่มักจะทำให้ระยะทางในการหยิบสินค้าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการจัดเก็บไม่ได้คำนึงถึงการเคลื่อนไหวจากการจัดจ่ายสินค้า

2) การจัดเก็บแบบกำหนดพื้นที่ตายตัว (Dedicated/Fixed Storage) เป็นการจัดเก็บที่จำเพาะตำแหน่งที่เก็บว่าจะต้องเก็บเฉพาะสินค้าใดๆ สินค้าหนึ่งเท่านั้น ไม่สามารถนำสินค้าอื่นๆมาเก็บแทนในตำแหน่งนั้นได้แม้จะเป็นตำแหน่งที่ว่างก็ตาม วิธีการนี้จะเป็นวิธีง่ายต่อการจดจำเข้าถึงและไม่จำเป็นต้องใช้ระบบ แต่ก็เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่ต่ำและมักจะต้องกำหนดพื้นที่ให้เพียงพอต่อความต้องการจัดเก็บที่ค่าสูงสุดเพื่อให้เพียงพอต่อสินค้าแต่ละตัวเสมอ

3) การจัดเก็บแบบผสมหรือจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่ม(Class-Based Storage) เป็นการนำการจัดเก็บสินค้าแบบที่ 1 และ 2 มาใช้ร่วมกัน กล่าวคือมีการแบ่งสินค้าออกตามการเคลื่อนไหวของสินค้าโดยอาศัยหลักการพาเรโต(Pareto's Method) แล้วแบ่งสินค้าออกเป็นกลุ่มๆพื้นที่จัดเก็บเพียงแต่ในกลุ่มดังกล่าวจะสามารถเก็บสินค้าแบบสุ่มคือเก็บสินค้าใดๆในกลุ่มเดียวกันเมื่อมีตำแหน่งว่าง ณ บริเวณนั้น โดยไม่จำเป็นว่าตำแหน่งดังกล่าวจะต้องเป็นสินค้าตัวเดิม ซึ่งวิธีการนี้

จะมีความยืดหยุ่น และประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่มากกว่าแบบกำหนดพื้นที่ตายตัวแต่น้อยกว่าการจัดเก็บแบบสุ่ม แต่ก็จะมีระยะทางในการหยิบสินค้าดีกว่าแบบสุ่มเช่นกัน
ทั้งนี้แม้วิธีการแต่ละแบบจะมีข้อดีข้อเสียต่างกันแต่ก็ไม่สามารถสรุปเป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดได้กับสินค้าทุกชนิด เนื่องจากมีปัจจัยอื่นๆที่ต้องพิจารณาประกอบด้วย

2.6 ระบบในการหยิบสินค้า (Order Picking)

ระบบการหยิบสินค้าในคลังสินค้าโดยทั่วไปสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลักๆคือ

2.6.1 ระบบตัวบุคคล-ถึง-สินค้า (Picker-to-stock: PTS System)

ระบบการหยิบสินค้าแบบตัวบุคคล-ถึง-สินค้าเป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดคือจะใช้คนหรือพนักงานเดินทางไปยังช่องหยิบสินค้าเพื่อหยิบสินค้า โดยสามารถแบ่งได้เป็นสอง ประเภทคือ low-level picking และ High-level picking โดยการหยิบแบบ low-level picking พนักงานหยิบจะหยิบสินค้าจากชั้นวางกล่อง (Bin Shelving) หรือชั้นวางแบบ Rack ในขณะที่เดินทางไปหยิบสินค้าตามคำสั่งซื้อ ส่วน High-level picking คือการหยิบสินค้าในที่สูงโดยเป็นการใช้ประโยชน์จากปริมาตรและพื้นที่ของอาคารอาศัยระบบเครื่องมือขนย้ายยกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลง

โดยวิธีเก็บสินค้าที่ได้รับพบได้มากที่สุดสามวิธีสำหรับระบบ พนักงาน-ถึง-สินค้า ได้แก่

1) ชั้นวางกล่อง (Bin Shelving) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสำหรับสินค้าที่มีขนาดไม่ใหญ่มากนัก เนื่องจากราคาไม่แพง สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้โดยง่ายและไม่ต้องบำรุงรักษามากนัก แต่มีข้อเสียคือมีพื้นที่ให้ใช้ประโยชน์จากพื้นที่จัดเก็บน้อยเนื่องจากพื้นที่ว่างภายในชั้นวางและความสูงของชั้นวางถูกจำกัดให้ไม่สูงเกินระยะเอื้อมของพนักงานหยิบ นอกจากนี้พนักงานต้องเดินในระยะทางที่ไกลมากขึ้นหากมีพื้นที่มาก

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

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

อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับวิธีการหยิบสินค้าแบบบุคคล-ถึง-สินค้า ประกอบไปด้วย

1) รถเข็น ใช้ในการรวบรวม คัดแยก และ/หรือบรรจุสินค้าตามรายการคำสั่งซื้อโดยพนักงานหยิบเดินไปตามเส้นทางเดิน โดยใช้รถเข็นสำหรับเพื่อผ่อนแรงหลังการหยิบสินค้า ซึ่งช่วยให้พนักงานสามารถเดินหยิบคราวละมากๆ แทนการถือได้ และบางครั้งการหยิบสินค้าอาจถูกออกแบบให้สามารถหยิบสินค้าได้ได้ครั้งละหลายคำสั่งซื้อในการเดินทางไปหยิบสินค้าเพียงครั้งเดียว

2) การใช้ลังหรือกล่องในการหยิบสินค้า โดยลังใส่สินค้าจะมีเพื่อใช้สำหรับรวมสินค้าในรายการคำสั่งซื้อ โดยทั้งนี้อาจใช้ร่วมกับสายพานลำเลียงในการขนลังตั้งแต่บริเวณพื้นที่ในการหยิบสินค้าไปตลอดเส้นทางที่ได้รับตามคำสั่งซื้อ

3) ระบบยกคนเคลื่อนที่ขึ้น-ลง สามารถทำได้โดยให้พนักงานขับรถหยิบสินค้าหรือใช้เครื่องจัดเก็บสินค้าแบบอัตโนมัติ (AS/RS) ที่สามารถเคลื่อนที่พาพนักงานหยิบไปสู่ที่เก็บสินค้าระดับความสูงได้ แต่ระบบนี้เป็นเครื่องจักรที่มีราคาสูงที่สุด ดังนั้นคลังที่จะใช้ระบบนี้ควรมีความหนาแน่นการจัดเก็บและมีงานใช้งานอย่างคุ้มค่า

4) การหยิบสินค้าด้วยแขนกล โดยรถหยิบแบบมีแขนกลจะเคลื่อนที่ไปหยิบสินค้าตามตำแหน่งเก็บตามลำดับโดยอัตโนมัติ แต่มีงานไม่กี่ประเภทเท่านั้นที่เหมาะที่จะนำระบบการหยิบสินค้าด้วยแขนกลมาใช้งาน

2.6.2 ระบบ สินค้า-ถึง-บุคคล (Stock-to-picker: STP System)

เป็นระบบที่มีจุดเด่นที่เหนือกว่าระบบบุคคล-ถึง-สินค้า คือสามารถกำจัดเวลาที่เสียไปในระหว่างการเคลื่อนไปหยิบสินค้าของพนักงานหยิบได้โดยการทำให้พนักสามารถหยิบสินค้าจากชั้นหมุนหรือสายพานได้อย่างต่อเนื่อง แต่ระบบดังกล่าวจำเป็นต้องได้รับการออกแบบมาอย่างเหมาะสมเพื่อให้พนักงานหยิบสินค้ามีระยะห่างเพียงพอ ในการรอระบบเพื่อรับคำสั่งการหยิบสินค้าลำดับถัดไป โดยระบบ สินค้า-ถึง-บุคคล มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบได้แก่

1) ชั้นหมุน แบ่งเป็น ชั้นหมุนแนวราบ และ ชั้นหมุนแนวดิ่ง โดย ชั้นหมุนแนวราบคือชุดเครื่องจักรที่มีกล่องหมุนที่อยู่ในชั้นวาง เป็นชุดขับเคลื่อนติดตั้งอยู่ทิศทางในการหมุนจะอยู่

ในแนวตั้งฉากกับพื้น สินค้าจะถูกหมุนเพื่อให้พนักงานหยิบออกจากชั้นหมุนโดยมีพนักงานไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่จากหน้าเครื่องจักร และมีหน้าที่ในการเลือกหยิบจากการหมุนของชั้นหมุนซึ่งถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ ส่วนชั้นหมุนแนวดิ่งคืออุปกรณ์ชั้นหมุนแนวราบที่พลิกกลับด้านไปมา โดยระบบนั้นจะคำนวณการหมุนที่สั้นที่สุดแนวดิ่งเพื่อลดเวลาในการหยิบสินค้า อีกทั้งยังอาศัยประโยชน์ในการหยิบที่ให้อยู่ในความสูงระดับเอวของพนักงานหยิบสินค้าเสมอทำให้หยิบได้ง่าย แต่อย่างไรก็ดีราคาของชั้นหมุนแนวดิ่งจะแพงกว่าชั้นหมุนแนวราบทั้งจากโครงสร้างและอัตราการสิ้นเปลืองไฟฟ้าอันเนื่องมาจากการเคลื่อนชั้นหมุนสวนทางกับแรงโน้มถ่วงโลกลักษณะเดียวกับการใช้ลิฟท์ขนถ่ายสินค้า

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

2.7 การออกแบบคลังสินค้า (Warehouse Design)

Gu, *et al.* [15]ได้กล่าวว่า การออกแบบคลังสินค้าสามารถ แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนใหญ่คือ

1) องค์ประกอบโดยรวมของคลังสินค้า ซึ่ง เป็นการหารูปแบบการไหลของสินค้าภายในคลังสินค้า ระบุหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละแผนกงาน และความสัมพันธ์ของแต่ละแผนก

2) ขนาดของคลังสินค้าและขอบเขตของคลังสินค้า โดยขนาดของคลังสินค้า นั้นเป็นการหาปริมาณสูงสุดที่คลังสินค้าสามารถจัดเก็บได้ ซึ่งจะได้จาก ข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง เป็นการกาหนดขนาดและขอบเขตของแต่ แผนกที่เกี่ยวข้องกับคลังสินค้า ขณะที่ขอบเขตของคลังสินค้าเป็นการ เปลี่ยนจากปริมาณสูงสุดที่คลังสินค้าสามารถจัดเก็บได้มาเป็นพื้นที่ที่จะใช้ ในการจัดเก็บ

3) การวางผังแต่ละแผนกภายในคลังสินค้า โดยจะให้ ความสำคัญในส่วนของแผนกจัดเก็บสินค้า

4) การเลือกกลยุทธ์ในการ จัดการภายในคลังสินค้า ซึ่งเป็นสิ่งที่มีความสาคัญเพราะจะมีผลกระทบต่อ ระบบโดยรวม ดังนั้นการเลือกแล้วจะไม่ค่อยมีการปรับเปลี่ยนบ่อย

5) การ เลือกเครื่องมือที่จะนามาใช้ภายในคลังสินค้า ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นการ เลือกระดับว่าจะใช้ระบบอัตโนมัติ ระบบกึ่งอัตโนมัติ หรือระบบใช้แรงงาน

Ronald H.Baillou [16] ในการออกแบบคลังสินค้าและกระบวนการปฏิบัติการนั้น สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับแรกคือ ที่ตั้งคลังสินค้าอยู่ที่ไหน หรือจะเช่าอสังหาริมทรัพย์ที่ใดในการสร้างคลังสินค้า โดยลักษณะวิธีการเลือกดังกล่าวมักมีความเป็นศิลปะมากกว่าที่จะสามารถอธิบายเป็นกระบวนการที่ชัดเจนได้ เพราะเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่สามารถจับต้องได้และไม่ได้รวมกันอยู่ จากการสำรวจ สามารถแบ่งปัจจัยกลุ่มตามลักษณะอุตสาหกรรมได้ดังตาราง

ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับความสำคัญของปัจจัยในการเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าตามชนิดของอุตสาหกรรม [16]

Factor	Overall	Manufacturer	Retailer	Distributor
Transportation access	1	1	2	1
Outbound transportation	2	2	3	5
Custom proximity	3	3	6	6
Labor availability	4	5	1	3
Labor Cost	5	6	7	4
Inbound transportation	6	4	4	2
Union environment	7	7	5	9
Taxes	8	8	10	7
State incentive/laws	9	10	-	-
Land costs	10	-	8	8
Utilities	-	-	9	10
JIT requirements	-	9	-	-

โดยในส่วนของการตัดสินใจบนการสร้างคลังสินค้าโดยการเป็นเจ้าของสินทรัพย์ (Private Warehouse) ซึ่งการออกแบบและวางแผนกระบวนการปฏิบัติการที่เป็นการวางแผนระยะยาวและใช้เงินลงทุนมาก จะต้องเป็นการออกแบบที่คำนึงถึงการใช้งานที่ระยะยาวและมีการปรับเปลี่ยนน้อย กล่าวคือเมื่อออกแบบเสร็จสิ้นแล้ว ประสิทธิภาพของคลังสินค้าจะเป็นแบบนั้นไปอีกจนกว่าจะมีการสร้างคลังใหม่ หรือปรับเปลี่ยนไม่ได้มากนักโดยหากปราศจากการลงทุนเพิ่ม จึงต้องมีการคาดการณ์ถึงขนาดของคลังสินค้าและอุปกรณ์ที่ใช้ให้ตรงกับความต้องการตั้งแต่แรกเริ่ม

ขนาดของพื้นที่คลังสินค้านั้นเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากที่สุดเป็นอันดับแรกๆในการออกแบบและวางอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บและดำเนินการ เมื่อขนาดคลังสินค้าถูกกำหนดแล้ว นั่นจะเป็นข้อจำกัดไปอีกยาวนาน เว้นแต่ว่าผังภายในสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยไม่มีผลกระทบจากความสัมพันธ์กันของพื้นที่ใช้สอย ซึ่งโดยทั่วไปแล้วมักจะไม่มีคลังสินค้าในแบบดังกล่าว แม้ว่าการขยายหรือเช่าพื้นที่เพิ่มเติมก็ตาม แต่การมีพื้นที่น้อยก็จะกระทบต่อค่าใช้จ่ายสำหรับการจัดสินค้า หรือการมีพื้นที่มากเกินไปก็จะทำให้เสียค่าเช่าพื้นที่โดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นการหาขนาดพื้นที่เหมาะสมจึงเป็นโจทย์ที่สำคัญและมีความซับซ้อนจากหลายปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเช่น ชนิดของอุปกรณ์เคลื่อนย้าย จำนวนช่องทางเดิน ท่าขนถ่ายสินค้า จำนวนผลิตภาพ เป็นต้น โดยอย่างน้อยที่สุดต้องรองรับจำนวนสินค้าคงคลังได้ตลอดเวลาโดยพิจารณาเงื่อนไขสำหรับการหาขนาดจำนวนสินค้าที่จัดเก็บเป็น 2 แบบ ซึ่งทั้งสองเงื่อนไขนั้นจำเป็นต้องทราบข้อมูลความต้องการของสินค้าคงคลังเสียก่อนแล้วใช้ค่า Inventory Turnover Ratio เพื่อหาปริมาณสินค้าคงคลังที่ต้องการ

1. พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสินค้าคงคลังแบบไม่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยมักจะใช้กับการพิจารณาเพื่อเลือกคลังสินค้าแบบเช่าหรือดำเนินการเองอย่างใดอย่างหนึ่ง
2. พิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสินค้าคงคลังแบบมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล จะเป็นการใช้พิจารณาโดยตัดสินใจที่จะใช้คลังสินค้าแบบเช่า ร่วมกับดำเนินการเองโดยดูจากประโยชน์ที่จะได้รับกับต้นทุนที่ใช้ขนย้าย

ซึ่งวิธีการดังกล่าวส่วนใหญ่จะพบว่า

1. การใช้ระดับสินค้าคงคลังเป็นพื้นฐานการตัดสินใจแล้วพิจารณาช่องทางเดิน ท่าขนถ่ายสินค้า พื้นที่จัดเก็บจัดจ่าย แล้วเปลี่ยนเป็นต้นทุนนั้นจะเป็นการละเลยข้อจำกัดอื่นๆ จึงเหมาะกับการใช้ในคลังสินค้าเปล่าเพื่อนำไปปรับสร้างในแบบอื่นๆต่อไปเท่านั้น
2. การใช้การพยากรณ์ในระยะเวลาที่ยาวจะมีความคลาดเคลื่อนมาก ดังนั้นต้องพิจารณาการให้น้ำหนักกับข้อมูลส่วนนี้
3. การเลือกตตัวเลือกต่างๆในการตัดสินใจนี้อาจจะไม่ครบถ้วนทั้งหมดเสียทีเดียว แต่อย่างไรก็ตามตัวเลือกที่ไม่ได้คำนึงถึงนั้นก็มักไม่มีผลต่อการออกแบบเท่าใดนัก

โดยสรุปจากข้อมูลทางผู้วิจัยจะนำวิธีการคาดการณ์พื้นที่จากข้อมูลในอดีตแบบมีฤดูกาลมคิดเป็นค่าเฉลี่ยน สำหรับการออกแบบคลังสินค้าเครื่องเขียนแต่จะไม่คำนึงถึงการใช้คลังสินค้าเช่าเพิ่มเติมร่วมกับคลังสินค้าเดิม เนื่องจากโจทย์คือการสร้างคลังใหม่

2.7.1 ขั้นตอนในการออกแบบคลังสินค้า (Warehouse Design Approach)

ในการออกแบบคลังสินค้านั้น แม้จะเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวพันกับระดับความพึงพอใจในการให้บริการของลูกค้าและต้นทุนในหลายๆธุรกิจ แต่ปัจจุบันก็ยังไม่มีระเบียบวิธีในกระบวนการออกแบบอย่างเป็นระบบที่แน่นอน Peter Baker [17]ได้รวบรวมวิธีการในการออกแบบคลังสินค้า รวมถึงเครื่องมือและเทคนิคต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์การออกแบบตั้งแต่ปี ค.ศ. 1973 – 2006 ดังตาราง 2.6 -2.7และสอบถามจากบริษัทรับออกแบบคลังสินค้าเอกชน ดังตาราง2.8 ซึ่งผลต่างๆได้นำมาตรวจสอบจากบริษัทที่ให้บริการออกแบบคลังสินค้า โดยได้ผลสรุปออกมาเป็นกรอบกว้างๆ สำหรับขั้นตอนในการออกแบบแต่ละขั้นตอนพร้อมทั้งเครื่องมือ เทคนิคที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถพัฒนาและใช้เป็นองค์ความรู้ในการออกแบบคลังสินค้าได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ เช่น ต้องการให้ต้นทุนการดำเนินการต่ำที่สุด โดยยังรักษาระดับการบริการอยู่ เป็นต้น
2. เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ขนาดของพื้นที่และอุปกรณ์ต่างๆ จำนวนและประเภทของสินค้า แผนการขายหรือยอดขาดสินค้าที่จะจัดเก็บ เป็นต้น
3. วิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลที่เก็บได้มาวิเคราะห์ว่าและสร้างข้อมูลให้สามารถนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์กำหนด เช่น การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ (Space Utilization Standard) จากความต้องการที่เกิดขึ้นในอดีต
4. พิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้วิธีแบบ Unit Loads
5. เลือกวิธีการปฏิบัติการในการดำเนินงานในคลังสินค้า
6. พิจารณาถึงอุปกรณ์และลักษณะงานที่นำมาใช้
7. คำนวณจำนวนอุปกรณ์และสมรรถณะจากอุปกรณ์ที่ใช้
8. กำหนดส่วนประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงาน
9. เตรียมสร้างผังที่เป็นไปได้เพื่อใช้ในการพิจารณาทางเลือก
10. ประเมินแบบผังทางเลือก
11. สรุปผล

ตารางที่ 2.6 ขั้นตอนการออกแบบจากวรรณกรรมปี 1997 – 2000 [17]

Heskett ,*et al*. (1973)	Apple (1977)	Firth ,*et al*. (1988)	Hatton (1990)	Mulcahy (1994)	Oxley (1994)	Govindaraj ,*et al*. (2000)
Determine warehouse requirements	Procure data	Identify the warehouse	Determine the task (Inc. data collection)		Define system requirements	
	Analyze data	Gather data and make projections	Analyze product quantity	Collect data	Define and obtain data	Assemble and analyses data
			Analyze product movement		Analyze data	
				Analyze data	Establish unit loads to be used	
Design material handling systems and facility design	Design processes	Develop alternative methods	Develop alternative concepts	Establish design year parameters	Determine operating procedures and methods	Determine functional requirements
	Plan material flow pattern	Combine functional alternatives into single system		Consider alternative material handling equipment and concepts	Consider equipment types & characteristic-s	Make high-level (“architecture”) decisions
	Calculate equipment requirements equipment requirements				Calculate equipment capacities and quantities	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Heskett ,*et al*. (1973)	Apple (1977)	Firth ,*et al*. (1988)	Hatton (1990)	Mulcahy (1994)	Oxley (1994)	Govindaraj ,*et al*. (2000)
	Plan individual work areas			Identify administrative function areas	Define services & ancillary operations	
Develop the facility layout	Select material handling equipment			Develop alternative layouts	Prepare possible layouts	
	Determine storage requirements		Develop the management system (methods, procedures and systems)		Evaluate and assess	Undertake detailed system specification and optimization
	Plan service and auxiliary activities	Select the total system			Identify the preferred design	Reiterate above steps
	Determine space requirements					
	Allocate activity areas to total space					
	Construct the master layout					

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.7 ขั้นตอนการออกแบบจากวรรณกรรมปี 2000 – 2006 [17]

Rouwenhorst ,*et al*. (2000)	Rowley (2000)	Rushton ,*et al*. (2000)	Bodner ,*et al*. (2002)	Hassan (2002)	Waters (2003)	Rushton ,*et al*. (2006)
Define concept	Define system requirement and design constraints	Define system requirements and design constraints		Specify type and purpose of warehouse		Define business requirements and design constraint
Acquire data	Define and obtain relevant data	Define and obtain data	Assemble data	Forecast and analyses expected demand	Estimate future demand	Define and obtain data
	Analyze data	Analyze data	Undertake data profiling	Establish operating policies	Forecast movements through warehouse	Formulate a planning base
	Establish unit loads to be used	Establish unit loads to be used		Determine inventory levels		Define the operational principles
Produce functional specification	Postulate operating procedures and systems	Postulate basic operations and methods	Determine high-level functional-ities	Form classes (of products)	Compare available handling equipment	Evaluate equipment types
Produce technical specification	Consider equipment types and characteristic-s	Consider possible equipment types	Produce high-level specification (“architec-ture”)	Departmentali ze (into areas) and establish general layout	Calculate the space needed for storage and movement	Prepare internal and external layouts
Select the means and equipment	Calculate equipment quantities	Calculate equipment quantities		Partition into storage areas	Identify which materials should be close to each other	Draw up high-level procedures and IS requirements
	Define other facilities and services	Calculate staffing levels		Design material handling, storage and		Evaluate design flexibility

Rouwenhorst ,*et al*. (2000)	Rowley (2000)	Rushton ,*et al*. (2000)	Bodner ,*et al*. (2002)	Hassan (2002)	Waters (2003)	Rushton ,*et al*. (2006)
				sortation systems		
Develop layout	Draft possible layouts	Prepare possible building and site layouts		Design aisles	Develop outline plans	Calculate equipment quantities
Select planning and control policies	Select the preferred design	Evaluate the design against requirements	Undertake detailed system specification/ optimization	Determine space requirements	Finalize plan	Calculate staffing levels
	Evaluate and assess expected performance	Identify the preferred design	Reiterate above steps	Determine input/output points		Calculate capital and operating costs
				Determine docks		Evaluate the design against requirements
	Conduct computer simulations			Determine the storage arrangement		Finalize the preferred design
				Form picking zones		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.8 ขั้นตอนและเครื่องมือในการออกแบบจากบริษัทเอกชน [17]

Step	Company A	Company B	Company C	Company D
1	Develop material flows (including unit load formats)	Define and collect data	Data acquisition	Define operation requirements
2	Technology evaluation	Analyze data	Data analysis	Define and obtain data
3	Refinement of preferred options	Establish design parameters	Material flow diagrams	Define operational constraints
4	Manning levels	Establish operating procedures	Operating principles	Consider equipment types and characteristics
5	CAD layout	Initial design	Operating principles Develop alternative designs	Design layouts
6	Functionality definition (i.e. processes and systems functionality)	Evaluate initial design	Outline costing	Evaluate and assess design layouts
7	Detailed design (including ancillaries)	Refine design	Design evaluation	Identify preferred design
8	Simulation	Simulation of solution	Development of preferred option	Prepare final proposal and detailed specification
9	Equipment specification	Evaluate final design	Submit design proposal	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2.7.2 การกำหนดความต้องการและวัตถุประสงค์ (Warehouse Requirements and Objectives)

การวางผังคลังสินคค้าคือการวางแผนในการจัดตั้งคลังสินค้าให้เครื่องมือ อุปกรณ์เหมาะสมกับหน้าที่งานแต่ละงาน รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกในคลังสินค้า เพื่อให้กระบวนการทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น ปลอดภัย รวดเร็ว โดยให้ระยะทางและระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสั้นที่สุด และเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานต่ำที่สุด

1. จุดมุ่งหมายในการวางผังคลังสินค้า
    1. เพื่อให้สามารถเข้าถึงสินค้าในทุกๆรายการอย่างเหมาะสม
    2. เพื่อให้เส้นทางการไหลของสินค้าแลการหมุนเวียนของสินค้าคงคลังเป็นไปอย่างเหมาะสม
    3. เพื่อให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการน้อยที่สุด
    4. เพื่อให้บริการลูกค้าได้ในเวลาที่ลูกค้าต้องการอย่างแม่นยำ
2. วัตถุประสงค์ของการวางผังคลังสินค้า
    1. ใช้พื้นที่ในคลังสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด
    2. ให้การไหลของสินค้าจากพื้นที่รับสินค้าไปยังพื้นที่จัดเก็บและจากพื้นที่จัดเก็บไปประกอบ บรรจุหีบห่อ และไปยังพื้นที่จัดส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ ระยะทางและระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของทั้งพนักงานและสินค้าสั้นที่สุด
    3. ให้ความสามารถในการเข้าถึงสินค้าแต่ละรายการมีประสิทธิภาพ สามารถหยิบสินค้าได้สะดวกที่สุด
    4. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำที่สุด
    5. เพิ่มผลิตภาพในการทำงานหลักๆของพนักงานในคลังสินค้า(กระบวนการรับ เคลื่อนย้าย จัดเก็บ หยิบสินค้า บรรจะหีบห่อ เตรียมจัดส่ง จัดส่งและรับคืน)
    6. ป้องกันสินค้าคงคลังและระบบอุปกรณ์ในการเคลื่อย้ายเสียหาย ถูกลักขโมย และรบกวน
    7. เตรียมพร้อมสำหรับการขยายคลังสินค้า
    8. จัดสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงาน
    9. สามารถทำงานได้อย่างเป็นที่พึงพอใจของลูกค้า
3. เงื่อนไขของการจัดการวางผังสินค้า
    1. พื้นที่ว่างระหว่างแถว

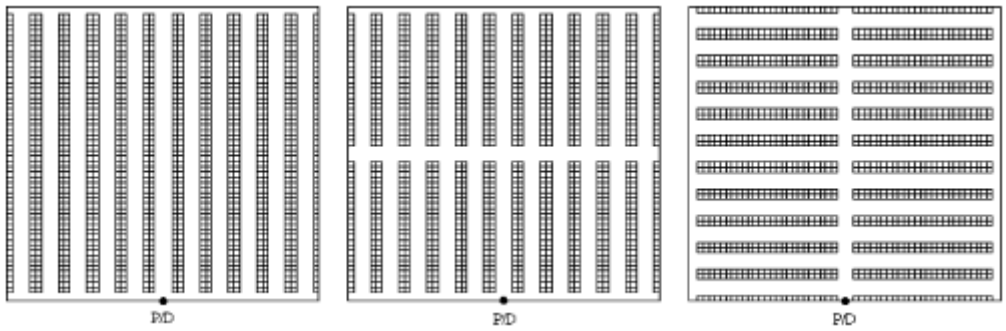
Chulalongkorn University

2. ขนาดและทิศทางของช่องว่างระหว่างเสา
3. ความสูงเพดาน
4. ประตูและตำแหน่งของท่ารับสินค้า
5. รูปร่างของอาคารและเงื่อนไขและรูปร่างของพื้นที่
6. สภาพทางภูมิศาสตร์
7. ชนิดและกำหนดขีดความสามารถของอาคาร

2.7.3 แนวคิดต่างๆในการวางผังคลังสินค้า (Warehouse Layout Principles)

David E. Mulcahy [18] ได้กล่าวถึงปรัชญาในการวางผังคลังสินค้าแบบต่างได้ไว้หลากหลายดังนี้

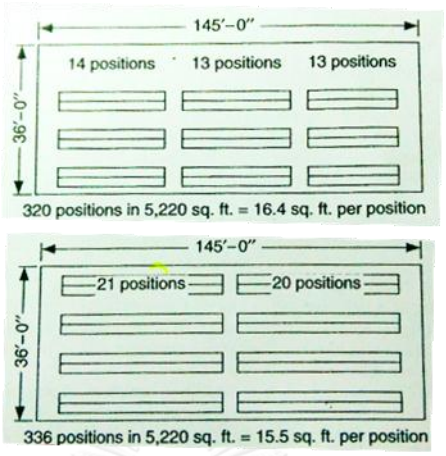
- ปรัชญาการใช้กลุ่มสินค้า คือใช้หลักการนำสินค้าที่มีลักษณะเดียวกัน เช่น ขนาด น้ำหนัก หรือเงื่อนไขในการจัดเก็บเช่น อุณหภูมิ ความมีพิษ การใช้เครื่องมือในการหยิบ ฯลฯ มารวมกันไว้ในช่องการจัดเก็บพื้นที่เดียวกัน
- ปรัชญาในการหมุนเวียนของสินค้า คือใช้การคำนึงถึงการนำเข้า นำออกของสินค้า ยกตัวอย่างที่เป็นที่รู้จักกันดีคือ เข้าก่อน – ออกก่อน (First-In, First-Out : FIFO) หรือ เข้าหลัง – ออกก่อน (Last-In, First-Out : LIFO)
- ปรัชญาทิศทางการวางชั้นวางและช่องทางเดิน คือจะคำนึงถึงแนวทางในการวางช่องทางเดินและการเรียงชั้นวางว่าจะวางไปในทิศทางใด เช่น วางชั้นและทางเดินขนานกับหน้าท่า หรือ การวางชั้นและทางเดินตรงกับหน้าท่า



รูปที่ 2.3 แสดงผังแบบพื้นฐานดั้งเดิมของคลังสินค้า [19]

- ปรัชญาความยาวของช่องทางเดิน คือ การเลือกว่าจะมีการความยาวในการช่วงช่องทางเดินควรจะยาวมากน้อยเท่าใด ทั้งนี้เนื่องจากหากมีช่องทางเดินมากจะมีจำนวนช่อง

สำหรับการจัดเก็บลดลงไปด้วยและจะเสียผลิตภาพไปกับกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าคือการเดินข้ามช่องอีกด้วย แต่ก็จะมีการเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึงสินค้ามากกว่า

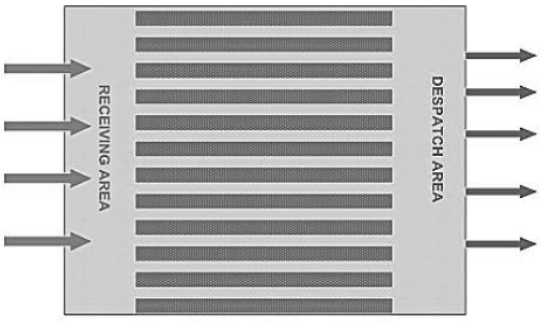


รูปที่ 2.4 แสดงผังแบบที่มีความยาวช่องทางเดินต่างกัน [18]

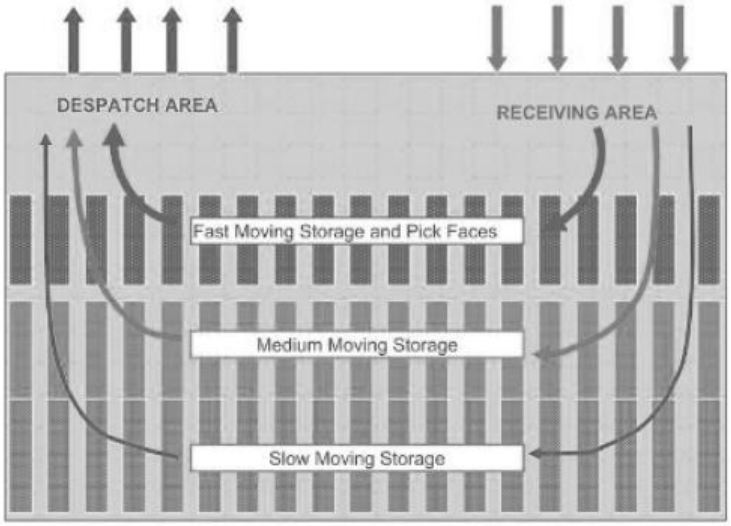
- ปรัชญาวิธีการจัดพื้นที่เก็บสินค้า คือการเลือกวิธีการใช้เครื่องมือในการใช้พื้นที่จัดเก็บ เช่น จัดเก็บแบบความลึก 1 ช่องพาเลท ที่จัดเก็บได้ง่าย แต่จะเสียพื้นที่จัดเก็บไปกับช่องทางเดิน ในขณะที่การจัดเก็บแบบความลึก 2 ช่องพาเลท จะจัดเก็บโดยเสียเนื้อที่ช่องทางเดินน้อยกว่า แต่ก็จำเป็นต้องมีการดัดแปลงอุปกรณ์ในการหยิบสินค้า หรือแบบช่องความลึกหนาแน่น ที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการทำงานแต่จะได้ประโยชน์จากพื้นที่การจัดเก็บมาก เป็นต้น
- ปรัชญาพาหนะในการจัดเก็บ คือการเลือกใช้เครื่องมือในการหยิบสินค้าตามความกว้างของช่องทางเดิน เช่น แบบทั่วไป คือการใช้รถโฟล์คลิฟท์ธรรมดาจัดสินค้า แบบช่องเดินเดินแคบ(Narrow-Aisle) ที่จะต้องใช้รถที่หน้ากว้างไม่เกิน 7-10ฟุต หรือแบบช่องทางเดินแคบมาก(Very-Narrow-Aisle) ที่ต้องใช้รถพิเศษที่หน้ากว้างไม่เกิน 5-8 ฟุต ซึ่งจะใช้กับคลังที่มีความสูงเกินกว่า 40 ฟุต เป็นต้น
- ปรัชญาในการหยิบสินค้า คือการคำนึงถึงวิธีการในการเข้าไปทำหยิบ จัดสินค้าออกมา เช่น การใช้คนหยิบ การใช้เครื่องมือช่วย หรือการใช้ระบบอัตโนมัติ เป็นต้น

รูปที่ 2.5 แสดงอุปกรณ์จัดเก็บอัตโนมัติแบบ AS/RS [19]

- ปรัชญารูปร่างของคลังสินค้า จะขึ้นอยู่กับแบบอาคารที่ใช้เป็นคลังสินค้า เช่น สี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปตัวแอล รูปตัวยู วงกลม หรือสามเหลี่ยม เป็นต้น โดยแต่ละแบบจะมีผลกระทบต่อการขนถ่ายสินค้าในคลัง เช่นตัวยู จะเป็นการเพิ่มการขนย้ายจากปลายด้านหนึ่งไปอีกด้านของขาตัวยู และมีพื้นที่ขั้นตรงกลาง ซึ่งจะเหมาะกับโรงงาน หรือคลังที่มีกระบวนการผลิต ซึ่งมักมีการนำวัตถุดิบเข้า และสินค้าออกคนละทาง
- ปรัชญาทิศทางการไหลของสินค้า เช่น แบบเข้าออกทางเดียว หรือ รูปตัวไอ และเข้าออกสองทาง หรือรูปตัวยู หรือแบบผสม เป็นต้น



รูปที่ 2.6 แสดงผังทิศทางการไหลทางเดียว [20]



รูปที่ 2.7 แสดงผังทิศทางการไหลสองทาง [20]

อย่างไรก็ตามการที่จะเลือกใช้วิธีการใดนั้น จำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจในกระบวนการของคลังสินค้าที่ทำการออกแบบ เนื่องจากจะมีผลต่อความเป็นไปได้ในการบรรลุเป้าหมายของคลังสินค้าที่วางไว้ อีกทั้งในแต่ละหลักปรัชญาในการวางผังจะพบว่ามีความเกี่ยวเนื่องกันอยู่ เช่น ปรัชญาวิธีการจัดเก็บ ก็จะสัมพันธ์กับปรัชญาพาหนะในการจัดเก็บ และปรัชญาวิธีการหยิบสินค้า เป็นต้น ซึ่งเป็นการยากที่จะเลือกและหาปรัชญาที่ดีที่สุดในแต่ละแบบสำหรับคลังสินค้า ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้จะใช้วิธีการเลือกแบบใดแบบหนึ่งจำเพาะโดยขึ้นอยู่กับผลการเลือกที่ตั้งของคลังสินค้าที่ได้มาเปรียบเทียบกันแล้วเทียบกับเกณฑ์ที่วางไว้เพื่อยืนยันผลว่าการวางผังที่ได้นั้นเป็นการวางผังที่ดี

Chulalongkorn University

2.8 การวัดประสิทธิภาพในคลังสินค้า (Warehouse Key Performance Indicators)

เหตุผลโดยทั่วไปในการวัดผลหรือประเมินกิจกรรมคือ เพื่อให้แน่ใจว่ากิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นสามารถตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า ทั้งเพื่อรักษาลูกค้าเดิมและดึงดูดลูกค้าใหม่เข้ามาใช้บริการ เช่นเดียวกัน คลังสินค้าที่ดีย่อมมีกระบวนการที่ถูกคาดหวังไว้จากลูกค้า ซึ่ง Gwynne [21] ได้สรุปแง่มุมที่ควรทำการวัดผลไว้ 4 ด้าน ดังนี้

- ด้านความหน้าเชื่อถือ ได้แก่ ความตรงเวลาในการจัดส่ง ความถูกต้องในการส่งมอบ ความแม่นยำของสินค้าคงคลัง เป็นต้น
- ด้านความหยืดหยุ่นในการตอบสนอง เช่น ช่วงเวลานำในการส่งมอบ

- ด้านต้นทุน เช่น ร้อยละของยอดขาย หรือ ผลิตภาพ เทียบกับต้นทุนแรงงาน ค่าเช่าพื้นที่
- ด้านการประโยชน์ในการใช้สอย เช่น อัตราการใช้พื้นที่คลังสินค้า

2.8.1 ดัชนีวัดผลในคลังสินค้า (Warehouse Key Performance Indicators)

เพื่อวัดผลในแต่ละด้านให้ชัดเจน มีวิธีการวัดดัชนีชี้วัดต่างๆกัน ไปตามกิจกรรมในคลังสินค้า ซึ่ง Franzelle[4] ได้แยกสรุปตามกิจกรรมและแง่มุมที่วัดออกมา ดังตาราง

ตารางที่ 2.9 ดัชนีวัดผลในคลังสินค้า

กิจกรรม	การเงิน	ผลิตภาพ	การใช้ประโยชน์	คุณภาพ	รอบเวลา
การรับสินค้า	ค่าใช้จ่ายในการรับสินค้าต่อรายการที่รับ	จำนวนครั้งรับต่อคน-ชั่วโมง	% การใช้ประโยชน์ของท่ารับสินค้า	% รายการสินค้าที่รับอย่างถูกต้อง	ระยะเวลาทั้งกระบวนการที่ใช้ต่อครั้งการรับสินค้า
การเก็บเข้าที่	ค่าใช้จ่ายในการเก็บสินค้าเข้าที่ต่อสายการจัดเก็บ	จำนวนการเก็บเข้าที่ต่อคน-ชั่วโมง	% การใช้ประโยชน์ของแรงงานและอุปกรณ์ในการเก็บเข้าที่	% การเก็บเข้าที่อย่างสมบูรณ์	รอบเวลาในการเก็บสินค้า
การเก็บรักษา	ค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อรายการสินค้า	สินค้าคงคลังต่อตารางฟุต	% ตำแหน่งและปริมาตรของพื้นที่ที่ใช้	% ตำแหน่งที่ไม่มีสินค้าคงคลังผิดพลาด	จำนวนวันที่เก็บสินค้าไว้ในคลัง
การหยิบสินค้า	ค่าใช้จ่ายในการหยิบสินค้าต่อรายการสินค้า	รายการสินค้าที่ถูกหยิบต่อคน-ชั่วโมง	% การใช้ประโยชน์จากคนและอุปกรณ์ในการหยิบ	% รายการที่หยิบสินค้าอย่างถูกต้องสมบูรณ์	รอบเวลาในการหยิบสินค้าต่อคำสั่งซื้อ
การจัดส่งสินค้า	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าต่อคำสั่งซื้อ	คำสั่งซื้อที่เตรียมพร้อมเพื่อการจัดส่งต่อคน-ชั่วโมง	% การใช้ประโยชน์จากชานชาลาจัดส่งสินค้า	% การจัดส่งสินค้าอย่างสมบูรณ์	รอบเวลาในการสั่งสินค้าเข้าคลังสินค้า
ด้านกิจกรรมรวม	ค่าใช้จ่ายรวมต่อคำสั่งซื้อ	จำนวนรายการที่จัดส่งรวมต่อคน-ชั่วโมง	% การใช้ประโยชน์จากจำนวนสินค้าที่	% ความสมบูรณ์ในการจัดการคำสั่งซื้อ	รอบเวลารวมกิจกรรมในคลังสินค้า

กิจกรรม	การเงิน	ผลิตภาพ	การใช้ประโยชน์	คุณภาพ	รอบเวลา
			ผ่าคลังและความจุสินค้า	ของคลัง	

2.8.2 การเปรียบเทียบวัดกับเกณฑ์ที่ดีที่สุด (Benchmarking)

จากตัวดัชนีชี้วัดดังกล่าวข้างต้นเมื่อมีการวัดกระบวนการต่างๆแล้วสามารถนำมาทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

1. การเปรียบเทียบวัดกับเกณฑ์มาตรฐานที่ดีที่สุด (Benchmark) เป็นการนำค่าดัชนีชี้วัดที่วัดได้ในองค์กรของเราเองนำไปเทียบกับองค์กรอื่นๆ เช่นผู้ที่เป็นอันดับหนึ่งในท้องตลาด หรือคู่แข่งที่ต้องการเปรียบเทียบเพื่อดูข้อดี-ข้อด้อยขององค์กร ซึ่งในที่นี้จะเป็นการเปรียบเทียบในส่วนงานคลังสินค้าหรือส่วนงานอื่นๆก็ได้
2. การเปรียบเทียบกับวิธีปฏิบัติที่ดีที่สุด (Best Practices) เป็นวิธีที่เข้าไปเรียนรู้วิธีปฏิบัติที่ประสบความสำเร็จหรือมีค่าเกณฑ์ที่ดีที่สุด ซึ่งอาจจะเป็นจากบริษัทระดับโลกนอกเหนือจากคู่แข่งหรือบริษัทที่เปรียบเทียบในแบบที่ 1 เพื่อที่จะได้มีการพัฒนามากขึ้นไปอีกระดับหนึ่งหรือมีการเตรียมแผนเพื่อก้าวสู่ระดับคุณภาพที่สูงขึ้นจากท้องตลาดทั่วไป

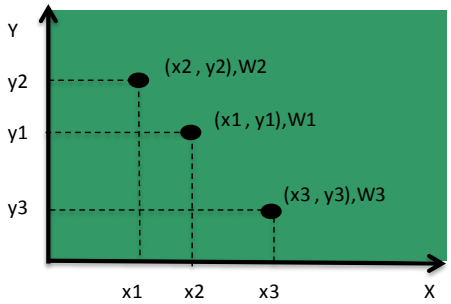
ซึ่งสำหรับการออกแบบคลังสินค้าแล้ว การได้แบบผังที่ดีย่อมหมายถึงการที่กิจกรรมในคลังสินค้าได้รับการตอบสนองจากผังที่วางไว้เป็นไปด้วยดีด้วย นั่นคือหากผลของดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพออกมาดี ย่อมเป็นข้อบ่งบอกอย่างหนึ่งว่าคลังนั้นถูกออกแบบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

2.9 การประเมินประสิทธิภาพของผังคลังสินค้า (Warehouse Layout Evaluations)

จากดัชนีชี้วัดประสิทธิภาพของคลังสินค้าจะเห็นว่าไม่ว่าจะเป็นด้านต้นทุนการเงิน ผลิตภาพ รอบเวลา จะสัมพันธ์กับระยะทางในการดำเนินกิจกรรม แม้ว่าในส่วนของการใช้ประโยชน์ของพื้นที่อาจจะไม่เกี่ยวข้องนักแต่หากมองถึงการใช้ประโยชน์จากพนักงานและเครื่องมือขนย้าย เช่น รถยกแล้ว ระยะทางที่น้อยกว่าในการทำกิจกรรมย่อมสะท้อนต้นทุนทรัพยากรต่างที่มีความคุ้มค่ามากกว่า ดังนั้นในการประเมินประสิทธิภาพของผังคลังสินค้านั้นจึงสามารถใช้ระยะทางเป็นเครื่องมือได้เป็นอย่างดี

2.9.1 เทคนิคการหาศูนย์กลางของการขนส่ง (Central of Gravity Technic: COG)

ในการแก้ปัญหาตำแหน่งที่ตั้งในแนวราบนั้นจะมีการแก้ปัญหาที่เรียกว่าปัญหาการหาค่าต่ำสุดของผลรวม ซึ่งเป็นการพิจารณารูปแบบปัญหาเพื่อพิจารณาฟังก์ชั่นเป้าหมายเป็นระยะทางหรือต้นทุนรวมให้มีค่าต่ำที่สุด โดยทั่วไปจะใช้ในการประเมินหาที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แห่งเดียวที่เป็นศูนย์กลางของปริมาณอุปสงค์ ปริมาณอุปทาน และอัตราค่าขนส่งตามระยะทางและน้ำหนักของสินค้าที่ต้องขนส่งดังสูตรต่อไปนี้[6]



รูปที่ 2.8 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนัก

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}, \qquad y = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}$$

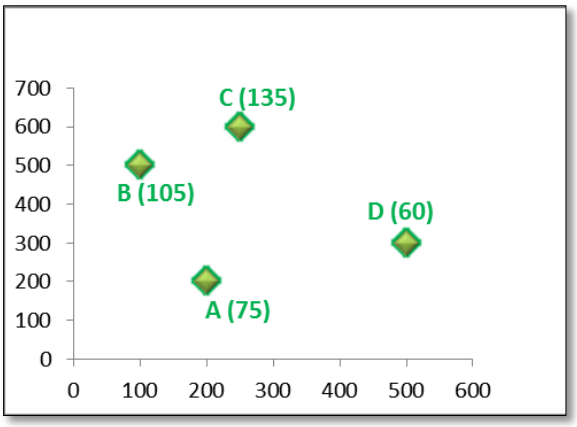
โดยที่ x, y = จุดพิกัดที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดจากสุด x_i, y_i

x_i, y_i = จุดพิกัดที่ตั้งของแหล่งลูกค้าที่ i

W_i = น้ำหนักสินค้ารวมต่อปีที่จะขนไปยังแหล่งลูกค้า i

ตัวอย่างการคำนวณ

ร้านขายอาหารแห่งหนึ่งมีการซื้อสินค้า A B C D เพื่อนำมาประกอบอาหารโดยมีปริมาณการซื้อต่อปีเป็นดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.9 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนักจากการคำนวณ

เราสามารถใช้เทคนิคการหาศูนย์กลางขนส่งได้ดังนี้

A	B	C	D
$x_A = 200$	$x_B = 100$	$x_C = 250$	$x_D = 500$
$y_A = 200$	$y_B = 500$	$y_C = 600$	$y_d = 300$
$W_A = 75$	$W_B = 105$	$W_C = 135$	$W_D = 60$

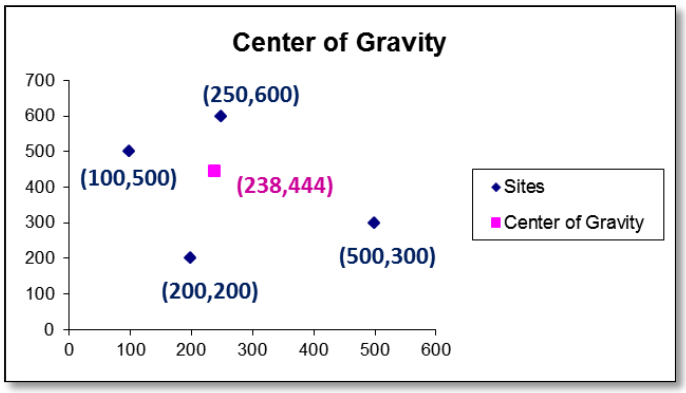
$$x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad y = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}$$

$$= \frac{(200)(75)+(100)(75)+(250)(135)+(500)(60)}{75+105+135+60} \qquad = \frac{(200)(75)+(500)(75)+(600)(135)+(300)(60)}{75+105+135+60}$$

= 238

= 244

จะได้จุดศูนย์กลางขนส่งมีพิกัดเป็น (238,244)



รูปที่ 2.10 แสดงจุดพิกัดและน้ำหนักจากการคำนวณ

2.9.2 การจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์

ได้มีการให้คำนิยามสำหรับการจำลองปัญหาว่า เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อให้เรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริงภายใต้ข้อกำหนดต่างๆที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

- การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า(Input Analysis)

ในการสร้างแบบจำลองนั้นข้อมูลที่นำเข้าเพื่อเป็นตัวแทนในระบบจำลองจำเป็นต้องมีความถูกต้องเพื่อเป็นตัวแทนของข้อมูลได้ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มักเป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอนและอยู่ในรูปการแจกแจงซึ่งจะต้องทำการทดสอบว่าการแจกแจงของข้อมูลเป็นการแจกแจงแบบไหน สำหรับการใช้โปรแกรม Arena หรือ Promodel จะมีฟังก์ชันช่วยเหลือในการทดสอบค่าการแจกแจงโดยอาศัยการทดสอบสมมุติฐานการแจกแจงตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล(Goodness of Fit test) ที่นิยม 2 วิธีด้วยกันคือ วิธีทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ(Kolmogorov-Smirnov Test) และ วิธีการทดสอบไคสแควร์(Chi-Square Test) โดยดูได้จากค่า P-Value ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ระดับนัยสำคัญ = 0.05) ต้องมีค่ามากกว่า 0.05 ในการยอมรับการแจกแจงหรือหากผลที่ได้ไม่มีการแจกแจงแบบใดมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญก็สามารถใช้ค่าการแจกแจงเชิงประจักษ์ (Empirical)ในรูปแบบฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง(Discrete) จากข้อมูลด้วยการแทนค่าการแจกแจงก็ได้

- การวิเคราะห์ผลจากแบบจำลอง(Output)

ทั้งนี้ผลของการทดสอบของแบบจำลองจะให้ผลออกมาเป็ค่าเพื่อใช้วิเคราะห์ในการประเมินพฤติกรรมและประสิทธิภาพของระบบโดยปกติการทดสอบจะทำการประมวลผลมากกว่า 1 ครั้งขึ้นไป ดังนั้นผลที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยและค่าประมาณช่วงความเชื่อมั่น โดยมีสูตรการคำนวนดังนี้

ช่วงความเชื่อมั่น(Confidence interval) $= \bar{Y} \pm t_{\frac{\alpha}{2},R-1} \cdot \frac{S}{\sqrt{R}}$

โดยปกติโปรแกรม Arena จะคำนวณค่าเฉลี่ยทุกรอบการประมวลผล $(\bar{Y})$และค่าความกว้างระหว่างจุดกึ่งกลาง(Half Width)ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% $\left(t_{\frac{\alpha}{2},R-1} \frac{S}{\sqrt{R}}\right)$ ให้เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้วทุกครั้ง

ซึ่งจากวิธีการดังกล่าวได้มีการนำการจำลองแบบปัญหาไปใช้ในการทดลองปรับปรุงระบบการเลือกวิธีการ เปรียบเทียบแบบ โดยข้อดีของการใช้แบบจำลองปัญหาคือสามารถใช้กับระบบที่มีความซับซ้อนเกินกว่าจะสร้างความสัมพันธ์ด้วยสมการคณิตศาสตร์ หรือ ระบบที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นจริงได้ จึงได้นำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการประเมินแบบผังคลังในงานวิจัยครั้งนี้ได้

2.10 สรุป

ในการออกแบบวางผังคลังสินค้าเครื่องเขียนในงานวิจัยนี้ จะประยุกต์ใช้การเลือกที่ตั้งตามกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ที่ผ่านแบบสอบถามจากผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียใจการตัดสินใจของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อพิจารณานำที่ตั้งและคลังสินค้าที่ได้สร้างไว้มาทำการออกแบบการวางผัง ซึ่งจะประยุกต์ขั้นตอนตามกรอบการออกแบบที่ Peter Baker ได้ทำการศึกษาวางขั้นตอนการออกแบบไว้ โดยเลือกแนวคิดการจัดวางผังจากแนวคิดการวางตามทิศทาง ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวคิดพื้นฐานทั่วไป

ทั้งนี้ในการประเมินแบบที่เหมาะสมจะพิจารณาด้วยการเปรียบเทียบวัดกับเกณฑ์ที่ระหว่างแบบผังด้วยตัวชี้วัดประสิทธิภาพในคลังสินค้า ได้แก่ อัตราการใช้ประโยชน์ เวลา ระยะทางที่ใช้ในการจัดสินค้า ทรัพยากร ต้นทุนที่เกี่ยวข้องผ่านทางการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยเชื่อว่าผลที่ได้นั้นจะนำไปสู่แบบที่เหมาะสมที่สุดต่อไป

บทที่ 3

คลังสินค้ากรณีศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะธุรกิจของคลังสินค้ากรณีศึกษาว่ามีโครงสร้างองค์กรอย่างไร และเกี่ยวข้องกับบริษัทที่ให้การดำเนินการธุรกิจด้วยเช่นไรเพื่อให้เข้าใจถึงข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมากขึ้น

3.1 บริษัทกรณีศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นบริษัทย่อยที่บริการทางด้านโลจิสติกส์ให้กับบริษัทแม่ ซึ่งเป็นบริษัทที่ประกอบด้วยสายงานธุรกิจ 5 ธุรกิจ ดังนี้

1.กลุ่มสินค้าและบริการทางอุตสาหกรรม

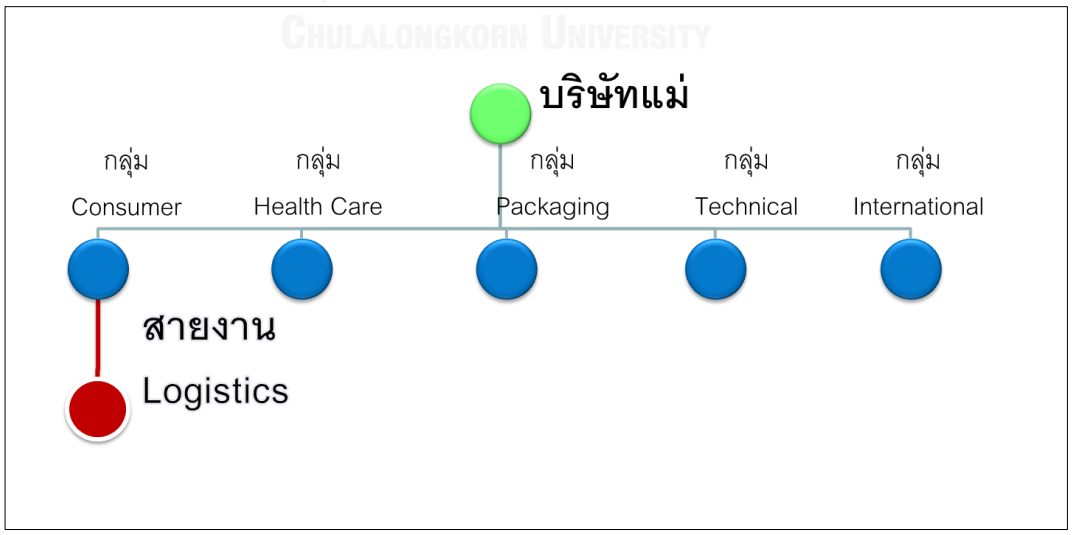
2.กลุ่มสินค้าและบริการทางอุปโภคบริโภค

3.กลุ่มสินค้าและบริการทางเวชภัณฑ์

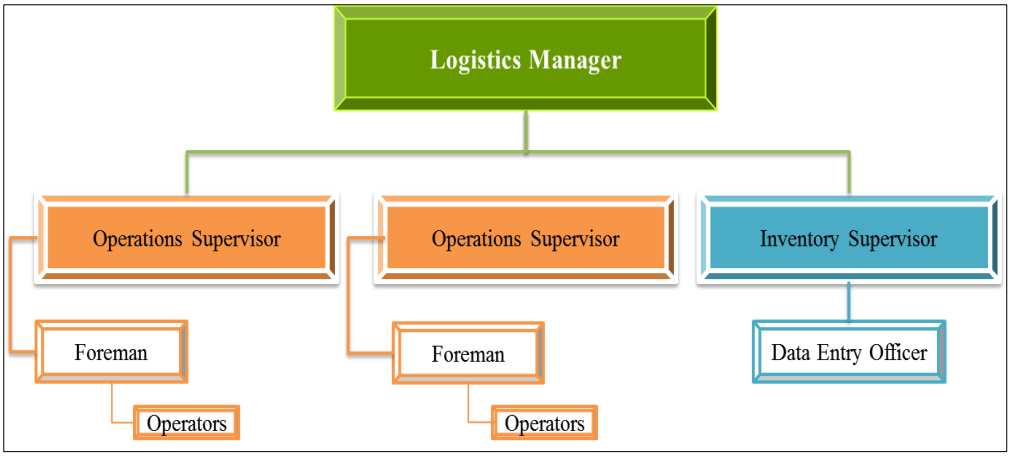
4.กลุ่มสินค้าและบริการทางเคมีภัณฑ์

5.กลุ่มธุรกิจต่างประเทศ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กรบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 3.2 แผนผังองค์กรคลังสินค้ากรณีศึกษา

ซึ่งบริษัทกรณีศึกษาจะมีการแบ่งแยกหน่วยงานตามสายธุรกิจเพื่อรองรับการความต้องการของบริษัทแม่ โดยคลังสินค้าที่จะทำการศึกษานั้นจะเป็นคลังสินค้าที่มีแผนผังองค์กร ดังนี้

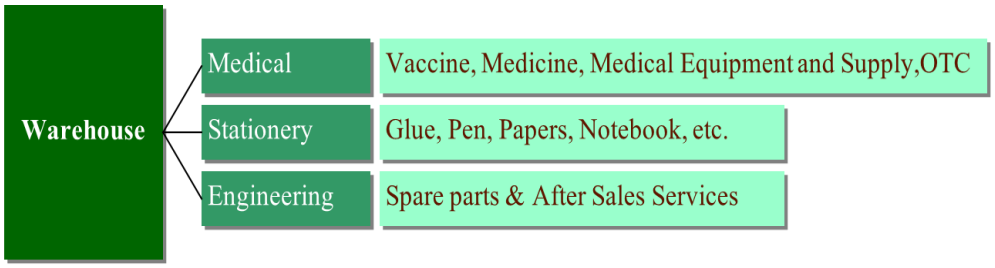
ข้อมูลคลังสินค้ากรณีศึกษา

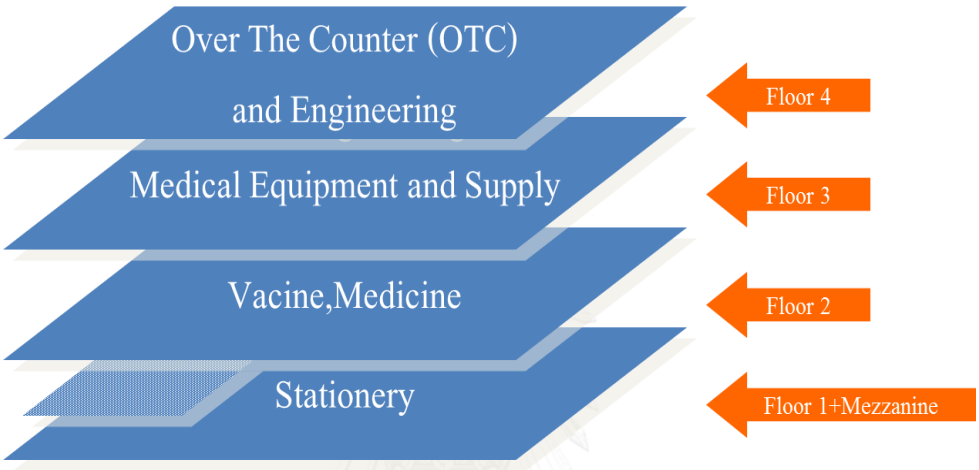
เนื้อที่ในการเก็บสินค้า: 5,000 ตร.ม. หรือ 4,700 พาเลท

จำนวนพนักงาน: 60 คน

กลุ่มผลิตภัณฑ์ที่จัดเก็บและบริการ

1. ผลิตภัณฑ์ยา เวชภัณฑ์ เครื่องมือแพทย์และร้านขายยา
2. ผลิตภัณฑ์เครื่องเขียนและเครื่องใช้สำนักงาน
3. ผลิตภัณฑ์อะไหล่และอุปกรณ์ทางวิศวกรรม



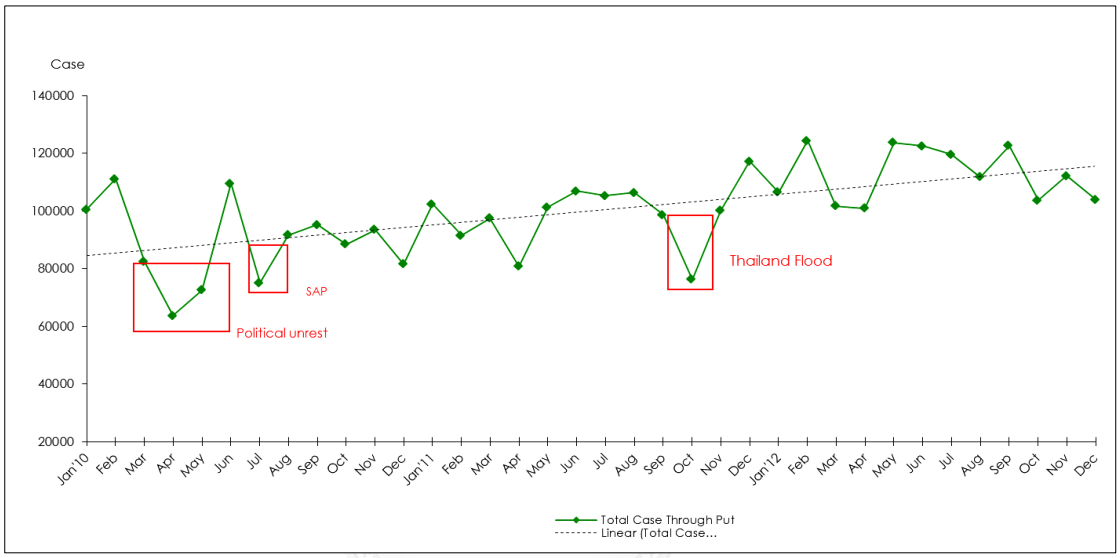


รูปที่ 3.3 แสดงกลุ่มสินค้าและพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้ากรณีศึกษา

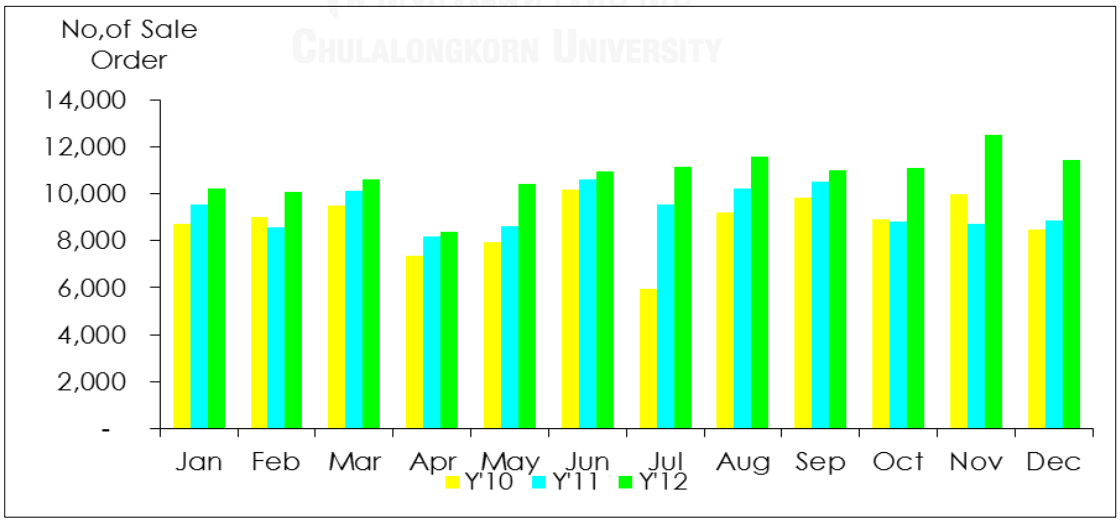
โดยขณะนี้ในแต่ละกลุ่มสินค้าได้มีการเติบโตเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4 และ 3.5 ทำให้คลังสินค้ากรณีศึกษา โดยเฉพาะส่วนคลังสินค้าเครื่องเขียน จำนวน 2,574 พาเลทพื้นที่ไม่เพียงพอมาตั้งแต่ปีค.ศ. 2011 จนต้องมีการเช่าพื้นที่คลังภายนอกอีก 360 ตร.ม. และพื้นที่นดังกล่าวก็เริ่มไม่เพียงพอ ดังรูปที่ 3.6 และ 3.7 ซึ่งจากการคาดการณ์เดิมนั้น คลังภายนอกนี้จะใช้เพียงแค่ชั่วคราว สำหรับสินค้าที่เกินกว่าพื้นที่จัดเก็บตามปกติเนื่องมาจากการสำรองสินค้าคงคลังในช่วงฤดูกาลขายของแผนกเครื่องเขียนในช่วงเดือน เม.ย – ก.ค.ของทุกปี ทำให้ไม่มีการลงทุนอุปกรณ์ใดๆ เป็นเพียงการจัดเก็บแบบวางบนพื้น จึงเกิดปัญหาที่ว่าคลังภายนอกดังกล่าวไม่สามารถรองรับสินค้าเครื่องเขียนได้ทุกประเภทเนื่องจากไม่มีการควบคุมอุณหภูมิ และก็ไม่คุ้มค่ากับการลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพราะเป็นการเช่าระยะสั้น จึงทำให้การใช้ส อยคลังดังกล่าวมีข้อจำกัดจำกัด และยังมีต้นทุนการขนย้ายสินค้าที่นำไปเก็บเพิ่มขึ้นตามมา

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้งานพื้นที่ในแต่ละเดือน (หน่วย:พาเลท)

Year'12														
Location	Cap	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	YTD
Ground	1,976	1,918	1,946	1,942	1,966	1,968	2,014	1,975	1,912	1,926	1,915	1,993	2,002	1,958
Mezz	598	635	629	666	664	651	651	604	631	599	595	654	614	630
Total	2,574	2,554	2,575	2,608	2,630	2,618	2,665	2,579	2,544	2,525	2,510	2,648	2,616	2,588
%Utilization	100.00%	99.21%	100.05%	101.30%	102.19%	101.72%	103.54%	100.20%	98.83%	98.09%	97.51%	102.87%	101.64%	101%



รูปที่ 3.4 แสดงจำนวน Case Through Put ของสินค้าคลังกรณีศึกษา

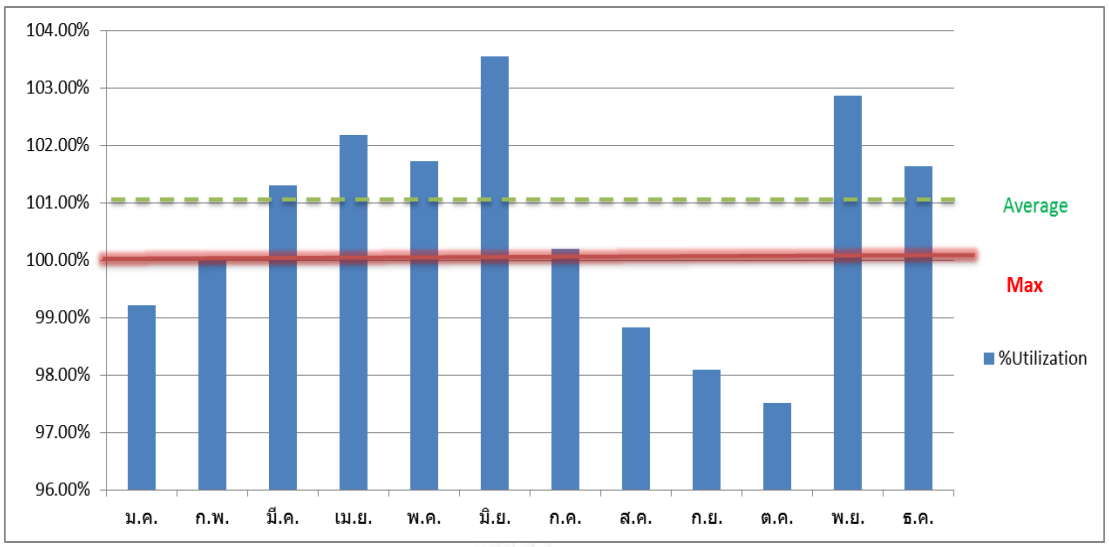


รูปที่ 3.5 แสดงจำนวนใบสั่งซื้อเปรียบเทียบปี 2010 – 2012

จะเห็นได้ว่า ในแต่ละปีตั้งแต่ปี 2010 เป็นต้นมา แนวโน้มของจำนวนลัง(Case)และใบคำสั่งซื้อ(Sale Order) จะมีการเพิ่มขึ้นต่อเนื่อง แม้จะมีเหตุการณ์แวดล้อมทางสังคมเช่น การชุมนุมทางการเมือง ผลของน้ำท่วมใหญ่ หรือการเปลี่ยนแปลงระบบ ERP ในบริษัทกรณีศึกษาที่ส่งผลให้มีการลดลงของจำนวนลังก็ตาม ซึ่งแสดงได้อย่างชัดเจนว่าปริมาณสินค้าที่จะผ่านเข้าและออกในคลังสินค้ากรณีตัวอย่างจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในแต่ะละปีถัดไป แนวโน้มดังกล่าวพบว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับข้อมูลศูนย์วิจัยกสิกรไทย ที่ได้มีการคาดการณ์ว่า มูลค่าตลาดอุปกรณ์เครื่องเขียนในปี 2010 มีประมาณ 20,000-30,000 ล้าน โดยขยายตัวประมาณร้อยละ 10-15 จากปี 2009 และตลาดอุปกรณ์เครื่องเขียนในประเทศปี 2011 มีมูลค่าตลาดประมาณ 33,000 ล้านบาท หรือขยายตัวร้อยละ 10-12 จึงคาดว่าในปี 2012 –2013 สินค้ากลุ่มเครื่องเขียนจะมีการขยายตัวอย่างน้อยประมาณ 10-15% เช่นเดียวกันโดยประเมินได้จากจำนวนกิจกรรมในหน่วยลัง ดังแสดงในตาราง 3.2

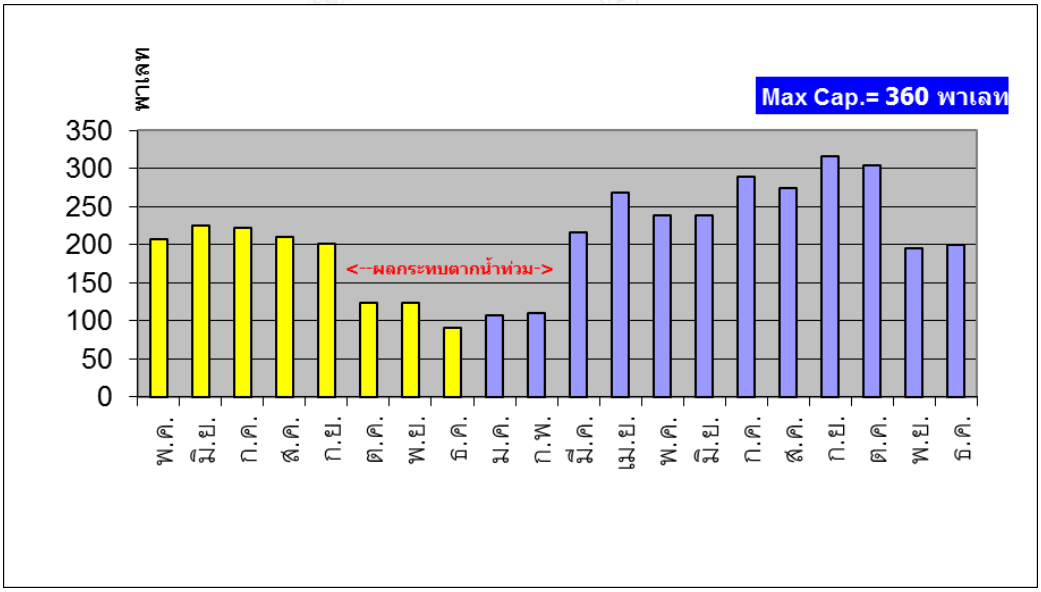
ตารางที่ 3.2 แสดงการเปรียบเทียบจำนวนกิจกรรมรวม รับ-จ่าย ในแต่ละปี (หน่วย:กล่อง)

	Y'2011	Y'2012	%Increase
ม.ค.	53,422	54,023	1.13
ก.พ.	40,541	63,222	55.95
มี.ค.	41,908	51,430	22.72
เม.ย.	36,020	37,965	5.40
พ.ค.	52,811	63,534	20.30
มิ.ย.	62,707	63,333	1.00
ก.ค.	50,783	60,616	19.36
ส.ค.	50,432	62,707	24.34
ก.ย.	49,269	48,860	-0.83
ต.ค.	25,993	48,361	86.05
พ.ย.	48,375	53,876	11.37
ธ.ค.	51,660	57,549	11.40
YTD	563,921	665,476	18.01



รูปที่ 3.6 แสดงร้อยละการใช้พื้นที่ในแต่ละเดือนของแผนกเครื่องเขียน (หน่วย:%)

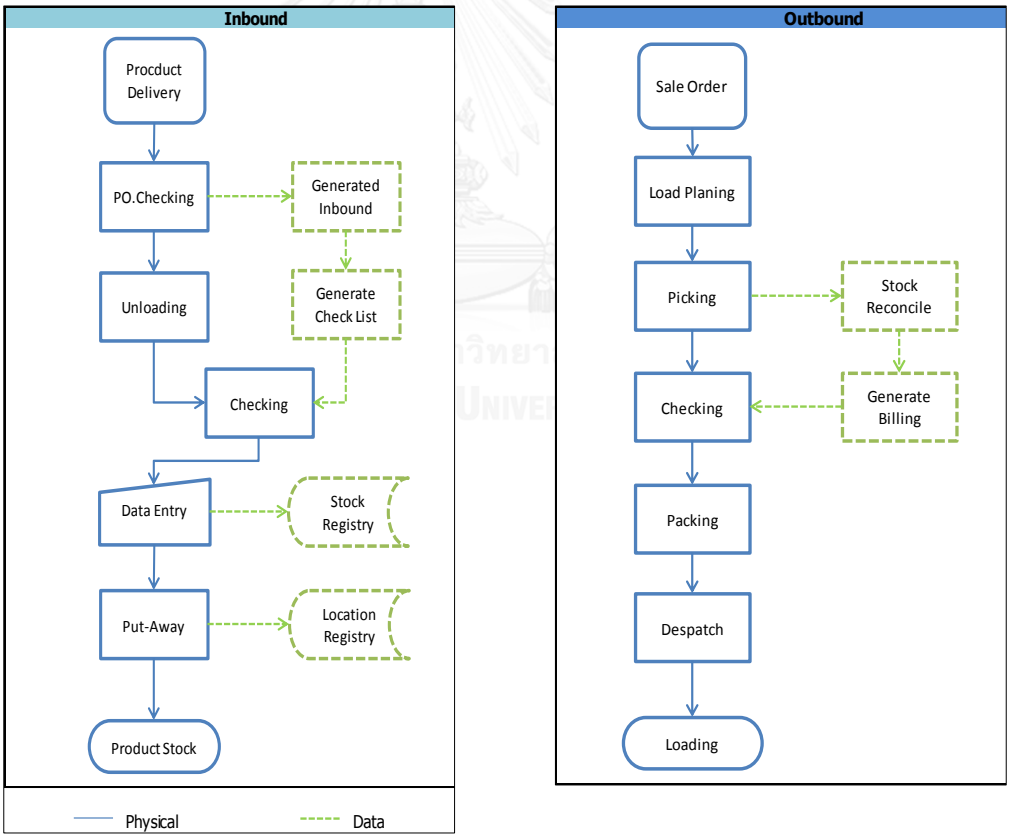
ดังที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่ารูปที่ 3.6 แสดงให้เห็นว่าปริมาณเฉลี่ยในแต่ละเดือนตั้งแต่ ก.พ. – มิ.ย.คลังสินค้ากรณีศึกษารองรับสินค้าเกินกว่า 100% ซึ่งเท่ากับไม่มีที่เก็บเพียงพอ ทำให้ปริมาณส่วนเกินได้ถูกทยอยเข้าไปในคลังสินค้าภายนอกที่เช่าเพิ่มไว้เพิ่มขึ้น และทำให้ในรูปที่ 3.7 คลังสินค้าภายนอกเริ่มจะเข้าใกล้ปริมาณสูงสุดที่จะรับได้



รูปที่ 3.7 แสดงการใช้พื้นที่ในแต่ละเดือนของคลังภายนอก (หน่วย:พาเลท)

จากรูปที่ 3.8 (ก) และ (ข) กิจกรรมหลักในคลังสินค้า สรุปโดยสังเขปได้ผ่าน 2 กระบวนการคือ

1. กระบวนการขาเข้า (Inbound) กระบวนขาเข้าจะเริ่มต้นจากการนำสินค้ามาส่งแล้ว จะมีการตรวจสอบกับใบสั่งซื้อ(PO) แล้วจึงเกิดทำการป้อนข้อมูลในระบบ โดยจะรับใบสั่งซื้อในระบบที่มีสร้างไว้(Generated Inbound) หลังจากนั้นสินค้าจะถูกแยกเป็นพาเลทและรอการใบตรวจเช็คที่จะมีการแยกสินค้าเป็นเลขรหัสพาเลท(Pallet ID) ซึ่งจะถูกระบุช่องเก็บด้วยระบบ WMS (Warehouse Management System) ตามข้อมูลและขนาดช่องเก็บที่ได้มีการสร้างไว้ในฐานข้อมูล และมีการจดข้อมูลอื่นๆตามระบบควบคุมสินค้า เช่น วัน เดือน ปีที่ผลิตหรือวันหมดอายุลงใบตรวจเช็ค(Check List) ตามที่ปรากฏในสินค้า เมื่อข้อมูลถูกต้องครบถ้วนจะทำการป้อนข้อมูลเพื่อรับสินค้า หลังจากนั้นจึงนำสินค้าไปจัดก็บ(Put Away) ในช่องเก็บกำหนด (Location) เมื่อทำการเก็บเข้าเรียบร้อยแล้ว สินค้าดังกล่าวจะถูกระบุเป็นสินค้าพร้อมจ่าย(Stock) ต่อไป

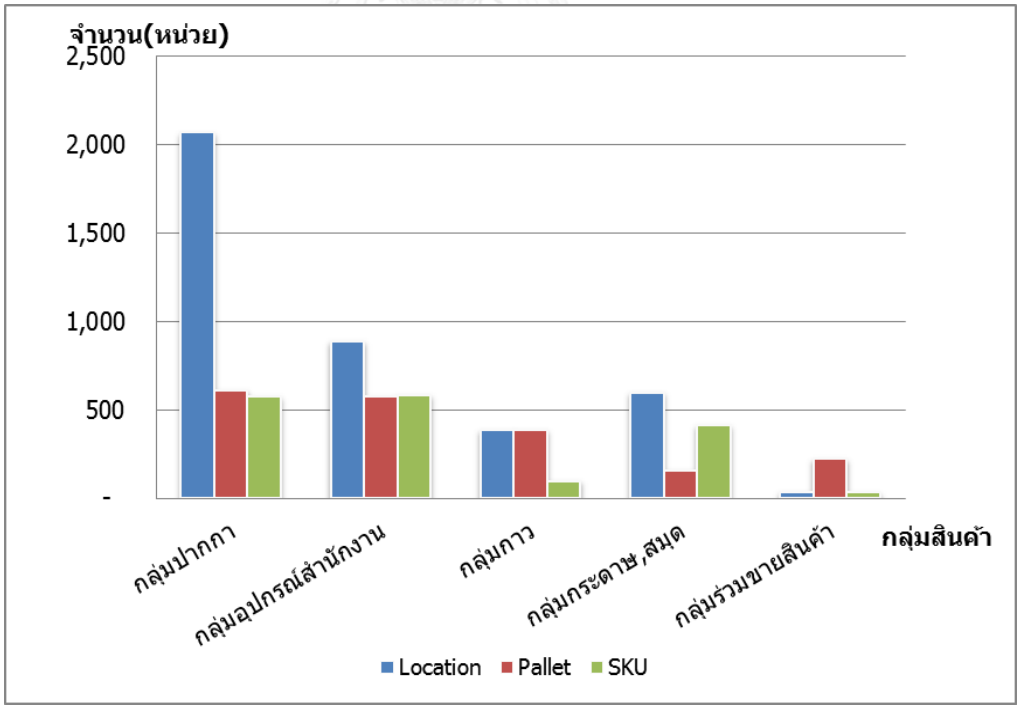


(ก) กระบวนการขาเข้า (ข) กระบวนการขาออก

รูปที่ 3.8 แสดงการกระบวนการทำงานในคลังสินค้ากรณีศึกษา

2. กระบวนการในขาออก(Outbound) เมื่อมีการสั่งซื้อสินค้า(Sale Order) ระบบ WMS จะทำการสร้างรายการส่งสินค้า(Delivery Order) ผ่านกระบวนการ Load Planning ซึ่งจะส่งรายการสินค้าเข้าสู่การจัดสินค้า(Picking) ที่จะแจ้งรายการสินค้าให้ผู้จัดสินค้าไปยังจุดที่เก็บสินค้าที่ช่องจัดเก็บ Location และเมื่อจัดสินค้าครบทุกรายการ ระบบจะระบุสถานที่จัดวางเพื่อรอการตรวจเช็คและทำการตัดยอดสินค้าคงคลังในระบบพร้อมสร้างใบรายการเรียกเก็บเงิน (Bill) ซึ่งพนักงานจะนำ Bill นั้นมากทำการตรวจเช็คกับสินค้าที่มีการจัดออกมาเมื่อถูกต้องตรงกันก็จะทำการบรรจุสินค้าลงลัง หลังจากนั้นจึงนำส่งให้กับแผนกขนส่งเพื่อส่งมอบให้กับรถขนส่งที่จะนำสู่ลูกค้าปลายทาง

สำหรับพื้นที่ต่างๆภายในคลังสินค้ากรณีศึกษาสามารถจำแนกตามกลุ่มสินค้าที่จัดเก็บจำนวนSKU พื้นที่ที่ใช้จัดเก็บและจำนวน Locationที่ใช้ได้ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งจะเห็นว่ารายการสินค้าหลักๆจะมีอยู่ 4 กลุ่มคือ กลุ่มปากกา กลุ่มกระดาษโน๊ตและอุปกรณ์ออฟฟิศ กลุ่มกาวและกลุ่มกระดาษสมุด เป็นหลัก ส่วนอีกหนึ่งกลุ่มที่ไม่ใช่สินค้าหลักคือ กลุ่มสินค้าร่วมขาย(ของแถม)



รูปที่ 3.9 แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละกลุ่มสินค้า

1. **กลุ่มปากกา** เป็นสินค้านำเข้า เมื่อนำเข้ามาจะรวมกันเป็นพาเลท ต้องทำการแยกเป็นสินค้าเก็บ(SKU) ก่อน เช่น แยกสีในแต่ละรุ่นสินค้า จึงมีความยุ่งยากอันเนื่องมาจากการ

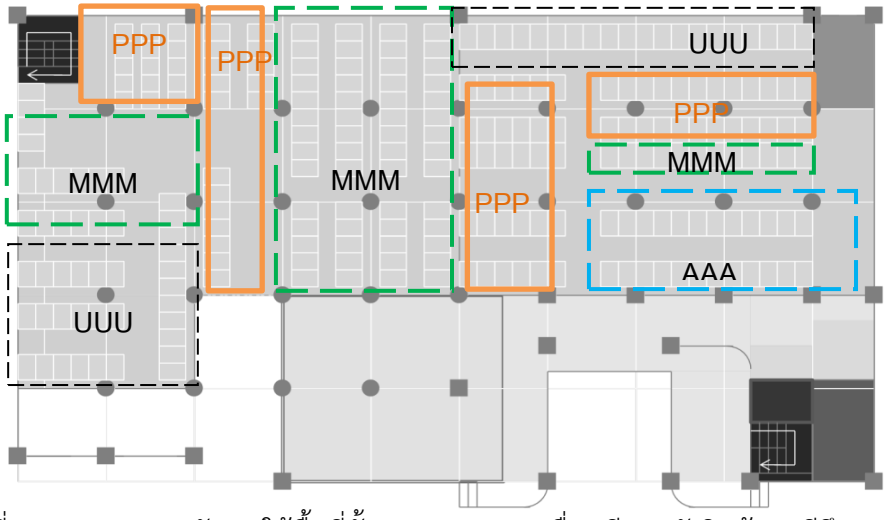
เป็นสินค้าชิ้นเล็ก หลากหลาย นอกจากนี้ยังมีการนำแต่ละสีมารวมกันเพื่อเป็นสินค้าในอีกชนิดอีกด้วย

2. **กลุ่มกระดาษโน๊ตและอุปกรณ์ออฟฟิศ** เป็นสินค้าที่ได้รับจากผู้ผลิตในประเทศมีความหลากหลายในชนิดมาก อีกทั้งมีขนาดบรรจุและขนาดการสั่งซื้อจำนวนมาก ซึ่งมักเกิดความสับสนในการหยิบจ่าย
3. **กลุ่มกาว** เป็นสินค้านำเข้า มีความยุ่งยากในการจัดเก็บเนื่องจากมีความจำเป็นในเรื่องสินค้าที่จะต้องอยู่ในบริเวณควบคุมอุณหภูมิและเสี่ยงต่อการติดไฟได้ นอกจากนี้สินค้าบางตัวในกลุ่มจะบรรจุในลังซึ่งทำให้ค่อนข้างมีน้ำหนักมาก โดยเฉพาะกาวน้ำ
4. **กลุ่มกระดาษสมุด** เป็นสินค้าที่รับจากผู้ผลิตภายในประเทศ มีลักษณะค่อนข้างหมุนเร็วรวมกับสินค้าอายุการขายน้อย(Fashion) คือมีการเปลี่ยนแบบ ลายหน้าปกสมุด ทำให้สินค้าเมื่อไม่ได้รับความนิยมแล้วจะค้างอยู่ในสต๊อกจำนวนหนึ่ง
5. **กลุ่มสินค้าร่วมขาย** จะเป็นสินค้าที่ใช้ส่งเสริมการขายแต่ละตัว รวมถึงชั้นวางตามหน้าร้านจัดจำหน่ายสินค้าเครื่องเขียนเพื่อนำเสนอและดึงดูดลูกค้าที่หน้าร้าน ซึ่งค่อนข้างจะมีขนาดไม่มาตรฐานและมักจะมีการเบิกใช้เป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งๆเท่านั้น

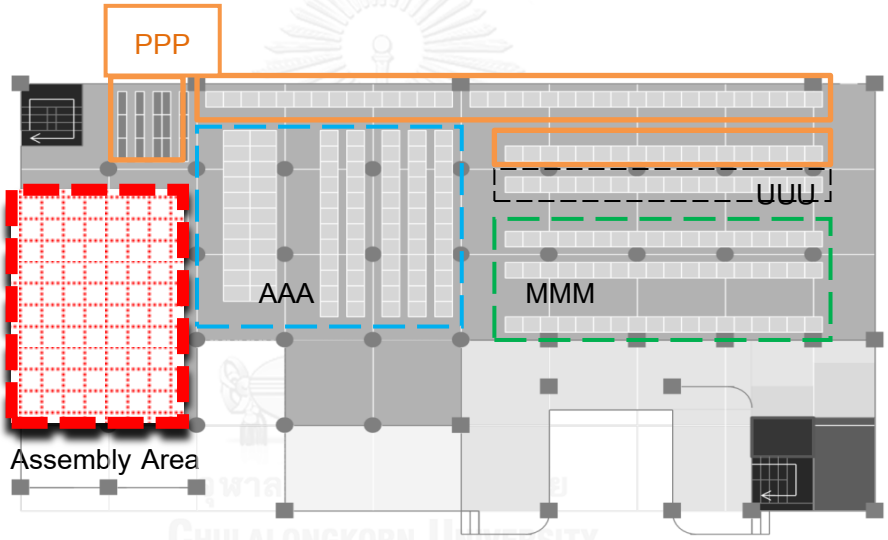
เพื่อให้สะดวกต่อการวิจัย ทางผู้วิจัยได้กำหนดรหัสของกลุ่มสินค้าเพื่อใช้ศึกษาและเพื่อให้เข้าใจง่ายแสดงข้อมูลดังตารางที่ 3.3 พร้อมแสดงพื้นที่การจัดเก็บโดยสังเขป

ตารางที่ 3.3 แสดงชื่อรหัสกลุ่มสินค้าของคลังสินค้ากรณีศึกษา

Category Group	Description	Location	SKU	Pallet	%
SSS	กลุ่มปากกา	2,064	572	608	24%
MMM	กลุ่มอุปกรณ์สำนักงาน	885	581	571	22%
UUU	กลุ่มกาว	383	96	384	15%
AAA	กลุ่มกระดาษ สมุด	596	410	157	6%
PPP	กลุ่มร่วมขายสินค้า	33	30	219	9%
Grand Total		3,961.00	1,689.00	1,939	100%



รูปที่ 3.10 แสดงแผนผังการใช้พื้นที่ชั้นบนของแผนกเครื่องเขียนคลังสินค้ากรณีศึกษา



รูปที่ 3.11 แสดงแผนผังการใช้พื้นที่ชั้นล่างของแผนกเครื่องเขียนคลังสินค้ากรณีศึกษา

รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการจัดเก็บสินค้าเครื่องเขียนชั้นบน

รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างการจัดเก็บสินค้าเครื่องเขียนชั้นล่าง

จากผังคลังสินค้าในรูปที่ 3.10 และ 3.11 จะเห็นว่าการจัดเก็บสินค้าในคลังกรณีศึกษาจะแบ่งสินค้าออกเป็นกลุ่มๆตามกลุ่มสินค้าที่กล่าวมาแล้วในตารางที่ 3.3 โดยสำหรับชั้นล่างนั้นจะมีการว่างสินค้าบนชั้นวางโดยพยายามจัดให้เป็นสินค้าที่มีการหยิบบ่อยพื่อให้เข้าถึงได้ง่ายและมีพื้นที่สำหรับสำหรับรวมสินค้าเพื่อรอส่งมอบ(Assembly/Sorting Area)และพื้นที่ชั้นบนจะเป็นการวางกับพื้นบน พาเลท โดยจะมีชั้นวางไม่มากนัก เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับเก็บสินค้าที่มีการเคลื่อนไหวช้าและสำหรับรอเติมสินค้าที่ชั้นล่าง แต่ทั้งนี้จะพบว่าการขยายตัวอย่างต่อเนื่องจะกระทบกับการวางสินค้าแบบเดิมเพราะจะต้องใช้พื้นที่ว่างรองรับสินค้าให้ได้มากที่สุด ทำให้ผังของแต่ละกลุ่มที่ควรจะเป็นนั้น มีความคลาดเคลื่อนไปตามแต่ปริมาณสินค้าที่จัดเก็บในแต่ละช่วงเวลา และหากการขยายตัวของยอดขายดังกล่าวจะทำให้คลังสินค้าเครื่องเขียนกรณีศึกษาจะไม่สามารถรองรับกิจกรรมและจัดเก็บสินค้าคงคลังได้อีกต่อไป และการบริหารคลังสินค้า 2 คลังอันเกิดมาจากการใช้คลังเช่านั้นจะสร้างผลลบต่อปัจจัยเรื่องต้นทุนที่เพิ่มจากการขนส่งระหว่างคลัง ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า และยังไม่สามารถรองรับสินค้าเครื่องเขียนได้ทุกชนิดเนื่องจากไม่มีการลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำหรับสินค้าที่ต้องควบคุมอุณหภูมิ

นอกจากนี้จะเห็นว่าลักษณะทางกายภายของผังคลังสินค้าเดิม มีทางเข้าออกเพียงทางเดียวและยังมีลักษณะเป็นชั้น 2 ชั้น จึงทำให้เกิดกิจกรรมการขนย้ายระหว่างชั้นบนและชั้นล่างที่ไม่ก่อนให้เกิดประโยชน์ และสร้างการรอคอยในกรณีที่มีการนำสินค้าเข้าหรือออกพร้อมๆกัน รวมถึงอาคารคลังสินค้าเป็นอาคารเก่าที่ยากแก่การปรับปรุงโครงสร้าง ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ผู้วิจัยจึงได้เลือกทำการจัดหาคลังสินค้าใหม่เพื่อแก้ปัญหา

บทที่ 4

การเลือกที่ตั้งคลังสินค้า

4.1 ปัจจัยในการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า

สำหรับในการวางแผนเพื่อศึกษาการเลือกทำเลที่ตั้งของคลังสินค้านั้น ถือเป็นแผนระดับกลยุทธ์ประการหนึ่งในการจัดการกระบวนการห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งต้องมีการวางแผนให้ครอบคลุมทั้งปัจจัยเชิงปริมาณที่สามารถเห็นเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขที่เปรียบเทียบได้ และเชิงคุณภาพที่ต้องอาศัยการประเมิน ตีความในการประเมิน ซึ่งในแต่ละองค์กรและผู้ประเมินจะมีการให้น้ำหนักแตกต่างกันหรือเหมือนกันตามแต่บริบทได้

ในการศึกษาที่ผ่านมา นารีรัตน์ โพธิกุล [7]ได้มีการวิจัยศึกษาปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าแล้วพบว่าปัจจัยที่มีความคล้ายคลึงประกอบด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

- ต้นทุนค่าขนส่ง
- สภาพแรงงาน
- แรงงาน
- ความเข้าถึงของการขนส่ง
- ต้นทุนการลงทุน
- ความพร้อมของสาธารณูปโภค
- ต้นทุนปฏิบัติการ
- ความเข้าถึงแหล่งวัตถุดิบ
- ภูมิประเทศ
- เขตหวงห้าม
- ปัจจัยการดำเนินชีวิต
- น้ำ
- ทัศนคติของชุมชน
- โรงเรียน

โดยลำดับของความสำคัญในการเปรียบเทียบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า กรณีศึกษาของนารีรัตน์ ได้ทำการวิจัยสำหรับบริษัทผลิตและจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์อาหาร โดยใช้ขั้นตอนแบบสอบถามในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แล้วพบว่ามีปัจจัยที่ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งเหลือเพียง 9 ปัจจัยจากปัจจัยที่กล่าวมาแล้วดังนี้ เขตประกาศรถบรรทุก ค่าขนส่ง ต้นทุนการลงทุน การเข้าถึง ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า ค่าแรง ความใกล้ชิดกับลูกค้า ความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค และปัจจัยทางสังคมและชุมชน

ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยบางประการเช่น สภาพแรงงานในประเทศไทยนั้นจะเป็นสภาพการจ้างด้วยกฎหมายแรงงานที่บังคับใช้เหมือนกันทั่วประเทศไม่ได้มีการแบ่งแยกการควบคุมเป็นแบบ

รัฐหรือมณฑลตามในต่างประเทศหรือบางปัจจัยได้รวมอยู่เป็นหัวข้อเดียวกัน เช่น ทัศนคติของชุมชนกับโรงเรียน ได้ถูกรวมเป็นปัจจัยทางสังคมและชุมชน เป็นต้น อย่างไรก็ดี ปัจจัยต่างๆที่ใช้ในการเลือกทำเลที่ตั้งก็จะแตกต่างกันไปตามสินค้าและประเภทของธุรกิจ ซึ่งผู้ประกอบการที่เป็นผู้ตอบคำถามจะเป็นผู้คัดเลือกตามประสบการณและความชำนาญผ่านการสอบถาม

4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจสำหรับคลังสินค้าให้เช่าคลังสินค้าเครื่องเขียน

ธุรกิจผู้ให้บริการคลังสินค้าเครื่องเขียนของบริษัทกรณีศึกษานั้นจะมีลักษณะคล้ายคลึงกับธุรกิจทั่วไป ที่มีการจัดส่งสินค้าจากแหล่งการผลิตเพื่อเข้ามาเก็บสินค้ารอการกระจายสินค้าไปสู่ลูกค้าปลายทาง ดังนั้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องจึงเกี่ยวกับการขนส่ง ถนน พื้นที่จัดเก็บ อนาบริเวณที่ตั้งที่เกี่ยวกับชุมชน ซึ่งเมื่อได้พิจารณาธุรกิจของบริษัทกรณีศึกษาแล้ว สามารถสรุปปัจจัยได้ดังต่อไปนี้

4.2.1 เกณฑ์การตัดสินใจ

1. ความพร้อมของระบบขนส่ง

การเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกเข้าหรือออกจากคลังสินค้าต้องอาศัยความพร้อมของการขนส่ง ทั้งขนาดถนน เส้นทางการเข้าสู่คลังสินค้า ยิ่งมีความพร้อมมากก็จะเป็นปัจจัยบวกแก่ที่ตั้งคลังสินค้า ดังนั้นความพร้อมของระบบขนส่ง จึงถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า

2. เขตประกาศห้ามรถบรรทุก

เนื่องจากกิจกรรมของคลังสินค้าจะมีทั้งส่วนขาเข้าและขาออก (Inbound and Outbound) ซึ่งในการจัดส่งนั้นเพื่อให้มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำ การขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่จะมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่เนื่องด้วยปัญหาการจราจรในเขตเมือง ทำให้ภาครัฐได้มีการออกข้อบังคับว่าด้วย การห้ามการเดินรถและการห้ามจอดรถบรรทุกตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป ในเขตตัวเมืองและบางพื้นที่ในบางช่วงเวลา ซึ่งกระทบต่อกิจการการขนส่งของคลังสินค้า ดังนั้นการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าจึงจำเป็นต้องพิจารณาข้อจำกัดในส่วนนี้ร่วมด้วย

3. ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า

ในการเลือกทำเลที่ตั้งในการสร้างคลังสินค้านั้น ส่วนที่ขาดไม่ได้ก็คือ ขนาดของพื้นที่ที่จะสร้างคลังสินค้า เนื่องจากหากมีพื้นที่ไม่เพียงพอ หรือเพียงพอแต่ไม่สามารถขยายเพิ่มเติมได้ ก็จะกระทบกับการวางแผนระยะกลยุทธ์ที่เป็นแผนระยะกลางได้ เนื่องจากพื้นที่จัดเก็บสินค้าไม่เพียงพอ ซึ่งโดยส่วนมากมักจะพิจารณาที่ 3-5 ปี

4. ค่าเช่าต่อตร.ม.

เนื่องจากคลังสินค้าที่ทำการศึกษาเป็นคลังเช่าภายนอก ดังนั้นปัจจัยในด้านการลงทุนจึงเปลี่ยนจากราคาที่ดินเป็นค่าเช่าพื้นที่แทน ซึ่งในแต่ละทำเลจะมาราคาสูงต่ำต่างกันตามความปัจจัยพื้นฐาน ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวเปรียบเทียบได้เป็นอย่างดีในการลงทุนเลือกที่ตั้งคลังสินค้า

5. ค่าแรงที่ใช้ดึงดูดแรงงาน

เนื่องจากแม้รัฐบาลจะประการศค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาท ตั้งแต่ปี 2556 ที่ผ่านมาเท่ากันทั่วประเทศ แต่อย่างไรก็ดี ในบางพื้นที่ที่มีการขาดแคลนแรงงาน ก็มักจะมีการเพิ่มค่าจ้างดึงดูดแรงงานให้มาทำงานมากกว่า 300 บาท เพื่อให้สามารถจัดหาแรงงานที่มีคุณภาพเพียงพอเข้ามาดำเนินกิจกรรม ซึ่งในคลังสินค้านั้นกิจกรรมจะขึ้นกับการใช้แรงงานเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นปัจจัยค่าแรงนั้นจะกระทบต่อการเงินที่ต้องใช้ในการบริหารคลังสินค้าอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และหากสามารถตั้งคลังสินค้าในทำเลที่มีค่าแรงถูกกว่า ต้นทุนในคลังสินค้าย่อมทำให้ได้เปรียบในการแข่งขันทางธุรกิจ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6. ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

ปัจจัยอันได้แก่ โรงเรียน โรงพยาบาล สถานีตำรวจ วัฒนธรรม ที่อยู่อาศัย ย่อมมีผลต่อแรงงาน ความปลอดภัย ความสะดวกในการเดินทางมาทำงานเป็นต้น ซึ่งคุณภาพชีวิตเหล่านี้ แม้ไม่ส่งผลทางตรงต่อคลังสินค้าแต่จะมีผลต่อแรงจูงใจในการทำงาน สุขภาพพลานามัย รวมถึงลูกหลานของพนักงาน ดังนั้นหากการเลือกทำเลที่ตั้งที่มีปัจจัยดังกล่าวที่ดี ย่อมช่วยให้สามารถมีพนักงานที่มีคุณภาพและมีความพร้อมในการทำงานได้มากกว่า ปัจจัยด้านสังคมและชุมชนจึงไม่สามารถที่จะไม่พิจารณาในเรื่องทำเลที่ตั้งได้

4.3 การทดสอบความครบถ้วนของปัจจัย

ผลของการตัดสินใจเลือกครั้งสินค้า สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามปัจจัยที่ใช้ในการเลือก ดังนั้นการเลือกปัจจัยพิจารณานั้นถือเป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากมีผลต่อการตัดสินใจในขั้นสุดท้าย อย่างยิ่ง ผู้วิจัยได้นำเอาปัจจัยที่เกี่ยวข้องไปทำการทดสอบด้วยการใช้แบบสอบถาม เพื่อศึกษาความครบถ้วนของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยการสัมภาษณ์ผู้บริหารและผู้มีส่วนในการตัดสินใจที่มีส่วนในการกำหนดความเป็นไปได้ในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาร่วมกับการอ้างอิงและประยุกต์การทดสอบความครบถ้วนของปัจจัยขของนารีรัตน์

รายละเอียดที่ได้จากผู้บริหารระดับสูงและผู้มีส่วนในการตัดสินใจจำนวน 7 ท่าน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้ตอบแบบสอบถาม	ตำแหน่งปัจจุบัน	ระดับการศึกษา	ประสบการณ์ทำงาน
ท่านที่ 1	ผู้จัดการคลังสินค้า	ปริญญาตรี บริหารธุรกิจ	คลังสินค้า 23 ปี
ท่านที่ 2	ผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการ	ปริญญาตรี บริหารธุรกิจ	คลังสินค้า 15 ปี
ท่านที่ 3	ผู้จัดการอาวุโสฝ่ายขนส่ง	ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตร์	คลังสินค้า 9 ปี
ท่านที่ 4	อดีตผู้อำนวยการฝ่ายปฏิบัติการ	ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตร์และการจัดการอุตสาหกรรม	คลังสินค้า 15 ปี
ท่านที่ 5	ผู้จัดการคลังสินค้าอาวุโส	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์	คลังสินค้า 20 ปี
ท่านที่ 6	นักวิเคราะห์การดำเนินการทางธุรกิจ	ปริญญาโท วิศวกรรมขนส่ง	คลังสินค้า 6 ปี

ผู้ตอบแบบสอบถาม	ตำแหน่งปัจจุบัน	ระดับการศึกษา	ประสบการณ์ทำงาน
ท่านที่ 7	ผู้จัดการฝ่ายวางแผนและพัฒนาธุรกิจ	ปริญญาโท บริหารธุรกิจ	คลังสินค้า 7 ปี

ผลการสอบถามเกี่ยวกับน้ำหนักปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจในเรื่องที่ตั้งคลังสินค้าเป็นดังแสดงในตารางที่ 4.2และสามารถเรียงลำดับความสำคัญเป็นดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2 ผลการสอบถามน้ำหนักปัจจัยการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

ปัจจัย	ผู้ตอบแบบสอบถามท่านที่						
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง	5	5	8	7	7	9	8
F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	7	7	2	8	8	7	3
F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	9	9	7	2	6	8	6
F4: ค่าเช่าต่อตร.ม.	8	8	6	3	2	5	9
F5: ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	4	6	5	5	5	4	4
F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	3	4	3	6	4	1	5

จากผลการสอบถามพบว่าผู้ตอบให้ความเห็นเชิงพรรณาสรุปได้ดังนี้

- ความพร้อมของระบบขนส่ง เป็นปัจจัยที่มีผลในการดึงดูดลูกค้าและกระทบต่อการแข่งขันของคลังสินค้าเนื่องจากต้นทุนค่าขนส่ง การนำเข้าสินค้า เป็นต้น
- ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า เนื่องจากคลังสินค้าต้องสามารถรองรับการจัดเก็บสินค้าได้ และการที่คลังสินค้ารวมอยู่ที่เดียวจะสามารถใช้ทรัพยากรต่างๆร่วมกันได้ ซึ่งจะช่วยในการบริหารต้นทุน อีกทั้งการสร้างคลังสินค้าเป็นการลงทุนระยะยาวการขยายคลังได้จะช่วยเรื่องการกระจายต้นทุนด้วย

- เขตประกาศห้ามรถบรรทุก เป็นข้อบังคับทางกฎหมาย ที่กระทบต่อต้นทุนการนำสินค้าเข้า-ออก เนื่องจากต้นทุนต่อหน่วยขนส่งหากสามารถใช้รถบรรทุกจะมีต้นทุนต่อหน่วยที่น้อยกว่าการใช้รถที่ขนส่งได้น้อยกว่า
- ค่าเช่าต่อตร.ม. เป็นปัจจัยที่กระทบต่อต้นทุนโดยตรงในการบริหารคลังสินค้า และลูกค้ามักใช้ในการเปรียบเทียบตัดสินใจ จึงมีผลต่อการแข่งขันของธุรกิจ
- ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน เนื่องจากแรงงานเป็นปัจจัยพื้นฐานการดำเนินการในคลังสินค้า หากต้นทุนด้านแรงงานหรือการสรรหาแรงงานในพื้นที่ใดดีกว่า จะช่วยให้การบริการและการบริหารมีประสิทธิภาพที่ดี
- ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน เป็นปัจจัยโดยอ้อมแต่กระทบกับคุณภาพชีวิตแรงงาน แต่มักมีผลต่อคลังสินค้าไม่มากนักโดยเฉพาะคลังสินค้าเครื่องเขียนที่ไม่ได้มีปัจจัยรบกวนต่อชุมชนและสังคมมากนัก

ตารางที่ 4.3 ผลการสอบถามน้ำหนักปัจจัยการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

ปัจจัย	อันดับที่
F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง	1
F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	2
F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	3
F4: ค่าเช่าต่อตร.ม.	4
F5: ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	5
F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	6

4.4 การพัฒนารูปแบบจำลองการตัดสินใจตามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

จากปัจจัยที่ได้จากแบบสอบถามซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยเชิงปริมาณและคุณภาพแล้ว เมื่อนำมพิจารณาร่วมกับที่ตั้งเป้าหมาย 4 ที่ โดยเรียกเป็นตัวย่อคือคลังคลัง MCO คลัง WHL คลัง RBและคลัง RBL เราสามารถใช้การศึกษาของ Korpela and Touminen [10] ที่เสนอแนวคิดการวิเคราะห์ปัจจัยในการเลือกทำเลที่ตั้งคลังสินค้า โดยการนำปัจจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณมาพิจารณาปัจจัยทั้งสองควบคู่กันด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยปัจจัยเชิงคุณภาพและปัจจัยเชิงปริมาณที่นำมาพิจารณาจากแบบสอบถามแบ่งเป็นดังนี้

ปัจจัยเชิงปริมาณที่ทำการพิจารณา

- ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า
- ค่าเช่าต่อตร.ม.
- ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน

ปัจจัยเชิงคุณภาพที่ทำการพิจารณา

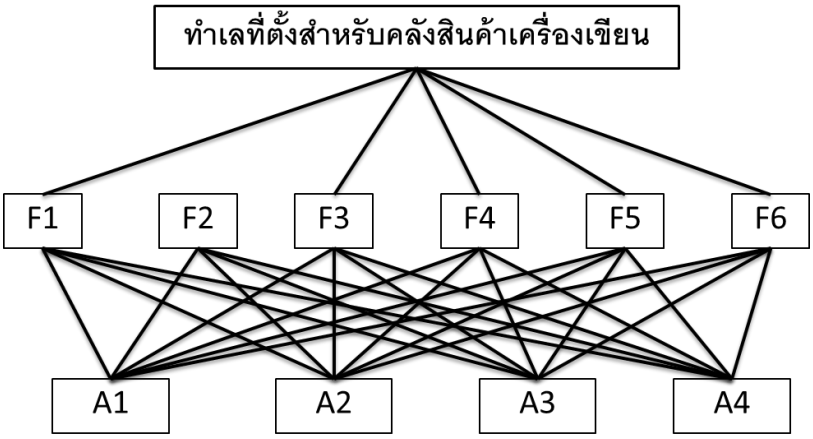
- ความพร้อมของระบบขนส่ง
- เขตประกาศห้ามรถบรรทุก
- ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

4.4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของรูปแบบ

วัตถุประสงค์ของการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นี้คือเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับประกอบการตัดสินใจการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน เพื่อพิจารณาน้ำหนักหรือลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆที่ส่งผลต่อตัวเลือกที่ตั้งคลังสินค้า โดยให้ผลการพิจารณาสอดคล้องกับเหตุผลในการตัดสินใจ จนได้ที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดตามปัจจัยที่พิจารณา

4.4.2 รูปแบบโครงสร้างแผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว ปัจจัยที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม 6 ปัจจัย และตัวเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน 4 ตัวเลือกสามารถนำมาสร้างแผนภูมิลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้ ดังรูปที่ 4.1 โดยจะเห็นว่าลำดับบนสุดเป็นวัตถุประสงค์เป้าหมาย ที่จะบรรลุได้เมื่อเรานำตัวเลือกมาพิจารณาในแต่ละปัจจัยในระดับที่ 2 ซึ่งผลรวมของแผนภาพจะชี้ว่า ตัวเลือกในลำดับล่างสุดนั้นตัวเลือกใดเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่เราพิจารณา



รูปที่ 4.1 แผนภูมิสำดับชั้นเชิงวิเคราะห์สำหรับการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

โดยรายละเอียดของปัจจัยและทางเลือกแสดงไว้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงเกณฑ์และทางเลือกที่ตั้งที่พิจารณาของคลังสินค้าเครื่องเขียน

เกณฑ์	**ทางเลือก**
ปัจจัยที่พิจารณาผลกระทบต่อการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า F4: ค่าเช่าต่อตร.ม. F5: ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	A1: คลัง MCO A2: คลัง RBL A3: คลัง WHL A4: คลัง RBD

4.5 ข้อมูลในการพิจารณาคะแนนของแต่ละตัวเลือกและปัจจัย

ข้อมูลที่มาในการทำวิจัยในการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน มีที่มาจากทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งได้รวบรวมเพื่อใช้ในการพิจารณาคะแนนตามแต่ละปัจจัย เพื่อให้ผู้ตอบแบบสอบถามได้เห็นภาพของการแต่ละที่ตั้งคลังสินค้าที่พิจารณาและใช้ประสบการณ์ของแต่ละท่านประมวลเป็นระดับคะแนนก่อนนำเข้าสู่การสรุปคะแนนของแต่ละตัวเลือก

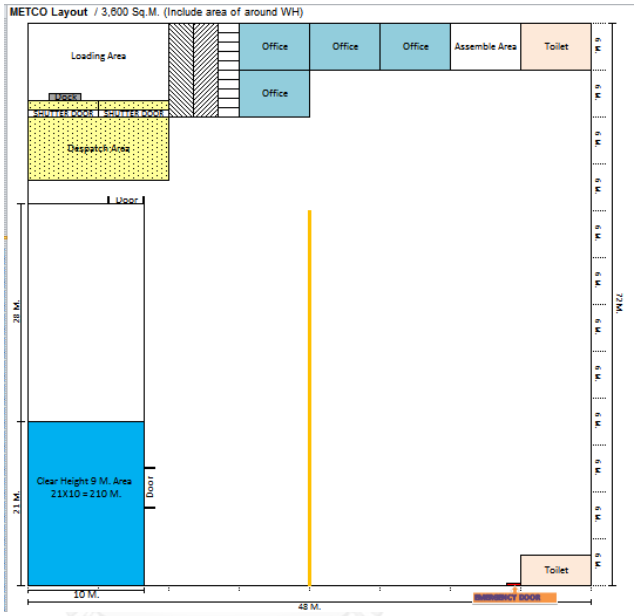
4.5.1 ข้อมูลของคลังแต่ละตัวเลือก

โดยข้อมูลแบบผังและที่ตั้งของคลังสินค้าตัวเลือกมีดังนี้

- คลังสินค้า MCO

  พื้นที่คลัง 3,600 ตร.ม.

  ตั้งอยู่ที่ถนนบางนา-ตราด กม. 23 ขาออก



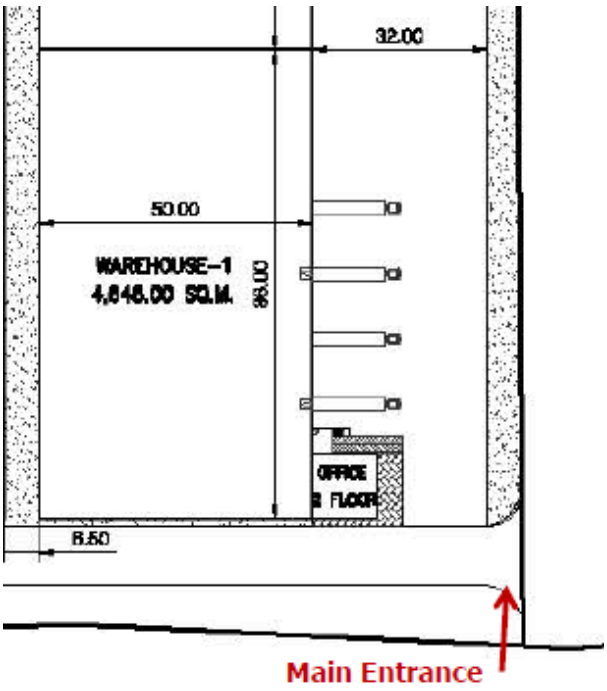
รูปที่ 4.2 ผังคลังสินค้าตัวเลือก MCO

- คลังสินค้า WHL

พื้นที่คลัง 4,648 ตร.ม.

ตั้งอยู่ที่ถนนเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

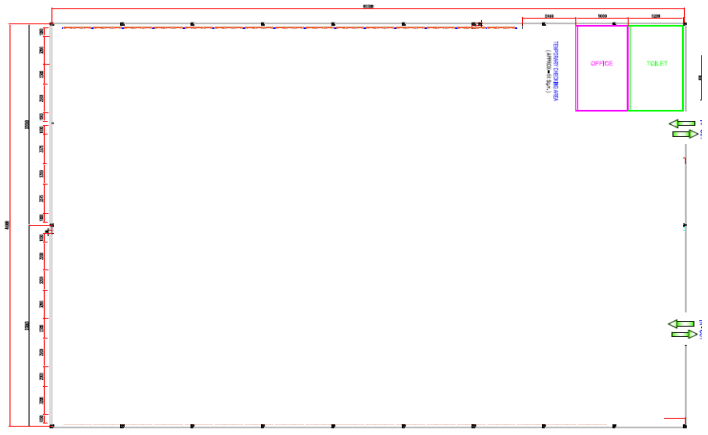


รูปที่ 4.3 ผังคลังสินค้าตัวเลือก WHL

- คลังสินค้า RBD

พื้นที่คลัง 2,379 ตร.ม.

ตั้งอยู่ที่ถนนราษบูรณะ

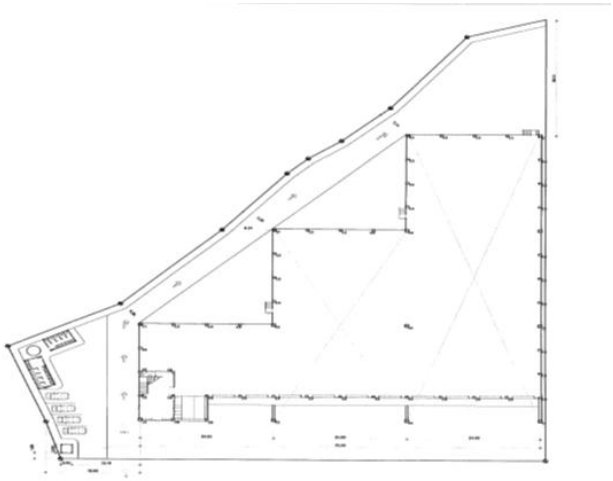


รูปที่ 4.4 ผังคลังสินค้าตัวเลือก RBD

- คลังสินค้า RBL

พื้นที่คลัง 3,093 ตร.ม.

บางนา-ตราด กม.19 ขาเข้า



รูปที่ 4.5 ผังคลังสินค้าตัวเลือก RBL

4.5.2 ข้อมูลของแต่ละปัจจัย

- ความพร้อมของระบบขนส่ง

ตารางที่ 4.5 แสดงความพร้อมของระบบขนส่ง

คลังที่พิจารณา	**ตำแหน่งที่ตั้ง**	**การคมนาคมขนส่ง**
MCO	บางนา-ตราด กม. 23 ขาออก ติดต่อกับอ.บางเสาธง อ.บางพลี จ.สมุทรปรการ — ห่างจากที่ตั้งเดิม 36 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 26 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 38 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 3.0 ม. เดินทางจากถนนบางนา-ตราด 2.9 ก.ม.(รถใหญ่เข้าได้) — ถนนบางนา-ตราด สามารถเชื่อมต่อกับทางด่วนบูรพาวิถีซึ่งเป็นเส้นทางสำคัญสู่ภาคตะวันออก — ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก — ถนนเทพารักษ์ — ถนนกรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่

คลังที่พิจารณา	ตำแหน่งที่ตั้ง	การคมนาคมขนส่ง
		— ถนนกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง-อ่อนนุช
WHL	ลาดกระบัง ใกล้นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ใกล้ศุลกากรลาดกระบัง ใกล้มหาวิทยาลัย — ห่างจากที่ตั้งเดิม 27 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 10 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 41.2 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนน 3 เลน กว้าง 8 ม. — ถนน Motor way บางนา-ชลบุรี — สถานีขนถ่ายสินค้า ลานคอนเทนเนอร์ — ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก — ถนนกิ่งแก้ว-ร่มเกล้า
RBD	ราษฎร์บูรณะ ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา อยู่ฝั่งธนบุรี สามารถเชื่อมต่อไปยังสมุทรสาคร — ห่างจากที่ตั้งเดิม 14.7 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 42.4 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 11.6 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 4 ม. การจราจรค่อนข้างคับคั่งเนื่องจากเป็นทางข้ามสะพานพระราม 9 — ถนนพระราม 2 — ถนนราษบูรณะ-สุขสวัสดิ์ทางด่วนพิเศษเฉลิมพระนคร
RBL	บางนา-ตราด กม.19 ขาเข้า ติดต่อกับอ.บางเสาธง อ.บางพลี จ.สมุทรปรการ — ถนนกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง-อ่อนนุช — ห่างจากสนามบิน	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 6 ม. เดินทางจากถนนบางนา-ตราด 2.1 ก.ม.(รถใหญ่เข้าได้สะดวก) — ถนนบางนา-ตราด สามารถเชื่อมต่อกับทางด่วนบูรพาวิถีซึ่งเป็นเส้นทางสำคัญ

คลังที่พิจารณา	ตำแหน่งที่ตั้ง	การคมนาคมขนส่ง
	สุวรรณภูมิ 21 ก.ม. – ห่างจากท่าเรือคลองเตย 30 ก.ม.	สู่ภาคตะวันออก – ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก – ถนนเทพารักษ์ – ห่างจากที่ตั้งเดิม 30 ก.ม. – ถนนกรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- เขตประกาศห้ามรถบรรทุก

ตารางที่ 4.6 แสดงเขตประกาศห้ามรถบรรทุก

คลังที่พิจารณา	**ตำแหน่งที่ตั้ง**
MCO	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกและนอกเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก)
WHL	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกและวงแหวนรอบนอก(กาญนาภิเษก)
RBD	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกแต่อยู่ในเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก) มีความเสี่ยงในความเสี่ยงในการประกาศห้ามรถบรรทุกวิ่ง
RBL	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกอยู่นอกเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก)

- ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า

ตารางที่ 4.7 แสดงความสามารถในการขยายคลังสินค้า

คลังที่พิจารณา	**พื้นที่(ตร.ม.)**	**พื้นที่เหลือใช้ในปีที่**			
		#1	**#2**	**#3**	**#4**
MCO	3,600	1,360	1,091	790	453
WHL	4,648	2,408	2,139	1,838	1,501
RBN	2,379	139	-130	-431	-768
RBL	3,093	853	584	283	-54

หมายเหตุ : พื้นที่เริ่มต้นเฉลี่ย 2,000 ตร.ม. และอัตตราการเติบโตในแต่ละปีเฉลี่ย 12%

- ค่าเช่าต่อตร.ม.

ตารางที่ 4.8 แสดงค่าเช่า

คลังที่พิจารณา	ค่าเช่าต่อตร.ม.	ค่าเช่าต่อปี	ค่าใช้จ่ายจากพื้นที่เหลือใช้ในปีที่			
			#1	#2	#3	#4
MCO	132	475,200	179,520	144,038	104,299	59,791
WHL	143	664,664	344,344	305,906	262,855	214,637
RBD	176	418,704	24,464	0	0	0
RBL	195	603,135	166,335	113,919	55,213	0

- ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน

ตารางที่ 4.9 แสดงข้อมูลด้านแรงงาน

ข้อมูลด้านแรงงาน	คลัง MCO	คลัง WHL	คลัง RBD	คลัง RBL
1. ค่าแรงขั้นต่ำ	300	300	300	300
2. ค่าจ้างเฉลี่ยต่อเดือน (ไตรมาส 1ปี 2556)	11,976	21,383	21,383	11,976
3. ค่าใช้จ่ายต่อครัวเรือน(ปี 2554)	20,158	29,969	29,969	20,158
4. แหล่งงาน	อุตสาหกรรม คลังสินค้า และโลจิส -ติกส์ ขนาดใหญ่ และเขตนิคม อุตสาหกรรม บางพลี	นิคม อุตสาหกรรม ลาดกระบัง	ไม่มีเขต อุตสาหกรรม และโรงงาน ขนาดใหญ่	อุตสาหกรรม คลังสินค้า และโลจิส -ติกส์ ขนาดใหญ่ และเขตนิคม อุตสาหกรรม บางพลี
• จำนวนโรงงานใน(คือโรงงานเฉพาะในเขตที่ตั้ง)	7,945 (2,762)	17,668 (449)	17,668 (752)	7,945 (2,762)

ข้อมูลด้านแรงงาน	คลัง MCO	คลัง WHL	คลัง RBD	คลัง RBL
5. กำลังแรงงาน การมีงานทำและการว่างงาน (หน่วย:พันคน)				
● จำนวนแรงงานปัจจุบัน	767.4	3,892.3	3,892.3	767.4
● จำนวนผู้มีงานทำ	760.3	3,875	3,875	760.3
● จำนวนผู้ว่างงาน	6.9	17.3	17.3	6.9
● อัตตราการว่างงาน (อัตตรา)	1.0	0.4	0.4	1.0

ที่มา : การสำรวจภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

- ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

ตารางที่ 4.10 แสดงความพร้อมของระบบสาธารณูปโภค

คลังที่พิจารณา	ระบบสาธารณูปโภค
MCO	● ระบบถนน ● ระบบน้ำประปา ● ระบบไฟฟ้า ● ระบบโทรศัพท์
WHL	● ระบบถนน รถไฟ ● ระบบน้ำประปา ● ระบบไฟฟ้า ● ระบบโทรศัพท์
RBD	● ระบบถนน เรือทางน้ำ ● ระบบน้ำประปา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คลังที่พิจารณา	**ระบบสาธารณูปโภค**
	• ระบบไฟฟ้า • ระบบโทรศัพท์
RBL	• ระบบถนน • ระบบน้ำประปา • ระบบไฟฟ้า • ระบบโทรศัพท์

ตารางที่ 4.11 แสดงความพร้อมด้านปัจจัยและชุมชน

ข้อมูลด้านสังคมและชุมชน	**คลัง** MCO	**คลัง** WHL	**คลัง** RBD	**คลัง** RBL
พื้นที่ตามสภาพใช้สอย	พื้นที่อุตสาหกรรม	พื้นที่อุตสาหกรรม	พื้นที่อยู่อาศัย	พื้นที่อุตสาหกรรม
จำนวนครัวเรือน (พันครัวเรือน)	143	69.3	35.2	143
สถานศึกษา	51	37	33	51
สถานบริการสาธารณสุข	7	11	4	7

ที่มา : การสำรวจภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และแผนปฏิบัติราชการประจำปีของจังหวัดสมุทรปราการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๕ (อ.บางพลีและบางเสาธง) และข้อมูลสำนักงานเขตราษฎร์บูรณะ ลาดกระบัง

4.6 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

4.6.1 การสร้างแบบสอบถาม

ในการออกแบบแบบสอบถามนั้นได้ใช้วิธีการเทียบเคียงแบบที่ นารีรัตน์ โพธิกุลได้ทำการศึกษาและเรียบเรียงสร้างแบบสอบถามไว้ เพราะได้มีการศึกษาและวิเคราะห์วิธีการตั้งคำถามในกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ และปรับปรุงจนเป็นแบบสอบถามที่สามารถนำมาใช้งานจนได้ที่ตั้งคลังในงานวิจัยได้อย่างเหมาะสม ทางผู้วิจัยจึงนำแบบสอบถามดังกล่าวมาใช้โดยเปลี่ยนปัจจัยและข้อมูลตามข้อมูลของคลังสินค้าตัวเลือกสำหรับที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

แบบสอบถามที่ใช้จะประกอบไปด้วย

- รูปแบบโครงสร้างของปัญหาในรูปแบบผังลำดับชั้น
- ข้อมูลเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือก
- ตารางมาตรฐานแสดงมาตราส่วนในการพิจารณาค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบ
- ข้อมูลพื้นฐานประกอบการตัดสินใจ
- ตัวอย่างการตอบแบบสอบถาม

4.6.2 ผู้ตอบแบบสอบถาม

ในการศึกษานี้ ผู้ตอบแบบสอบถามจะมาจากผู้บริหารจำนวน 7 ท่าน ที่มีส่วนร่วมในการตัดสินใจในโครงการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า ซึ่งล้วนแล้วแต่มีประสบการณ์ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการคลังสินค้าและโลจิสติกส์

4.6.3 การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

แบบสอบถามจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 ส่วนของการเปรียบเทียบปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา ซึ่งในที่นี้คือ การเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

ส่วนที่ 2 ส่วนเปรียบเทียบตัวเลือกคลังสินค้าภายใต้แต่ละปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ

หลังจากนำแบบสอบถามของนารีรัตน์ไปทำการปรับให้เข้ากับงานวิจัยนี้แล้ว ได้นำแบบสอบถามดังกล่าวสัมภาษณ์ผู้ตอบแบบสอบถามโดยให้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจ โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. นำแบบสอบถามไปสัมภาณ์กับผู้บริการและอธิบายวิธีการเปรียบเทียบพอสังเขป โดยให้ทำการเปรียบเทียบทีละคู่ปัจจัยตามค่าน้ำหนักความสำคัญ
2. นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ โดยหาค่าความสำคัญของปัจจัยและอัตราส่วนความไม่สอดคล้องของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มาช่วยในการคำนวณ
3. หากอัตราความสอดคล้องไม่ได้ตามเกณฑ์ หรือ มากกว่า 0.1 ผู้วิจัยจะสอบถามต่อผู้ตอบแบบถามพร้อมทั้งให้ทำการเปรียบเทียบใหม่จนได้ค่าความสอดคล้องที่ได้ตามเกณฑ์
4. นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้ตามเกณฑ์มาคำนวณต่อไป

4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลผลของแบบสอบถาม

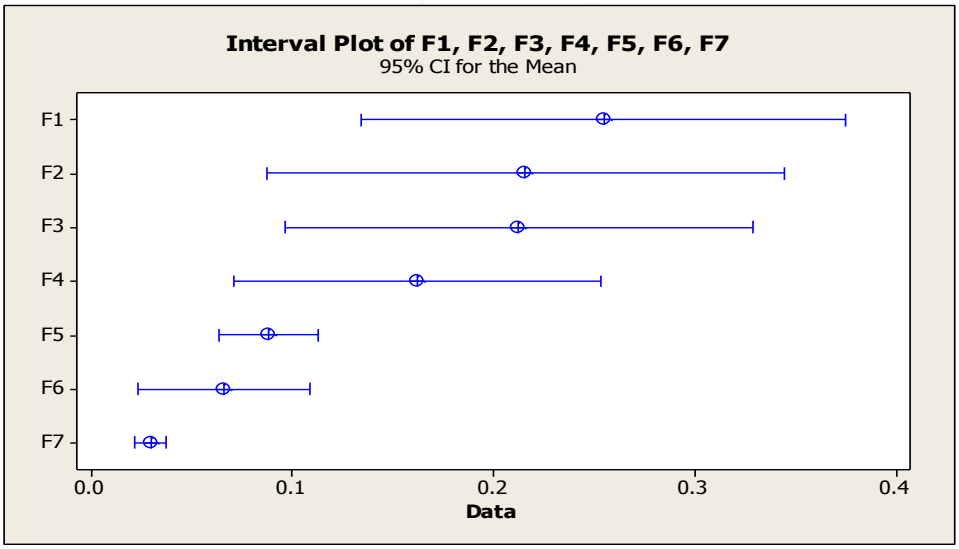
เมื่อนำข้อมูลจากผู้บริหารคลังสินค้ากรณีศึกษามาเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยและทางเลือก แล้วใช้ Microsoft Excel ช่วยในการคำนวณค่าลำดับความสำคัญของปัจจัยและค่าความสำคัญของทางเลือก

4.7.1 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

ผลที่ได้จากกการเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่างๆ พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบทีละคู่แล้ว ผู้ตอบแบบสอบถามตัดสินใจให้น้ำหนักกับความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้าเป็นอันดับแรก ตามด้วยความพร้อมของระบบขนส่ง เขตประกาศห้ามรถบรรทุก ค่าเช่าต่อตร.ม. ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.12 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ

	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
ปัจจัยในการพิจารณาที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	0.387	0.352	0.252	0.036	0.162	0.212	0.382	25.48%
ความพร้อมของระบบขนส่ง	0.083	0.069	0.382	0.252	0.249	0.389	0.086	21.58%
เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	0.174	0.155	0.036	0.382	0.379	0.185	0.178	21.28%
ค่าเช่าต่อตร.ม.	0.265	0.252	0.166	0.053	0.035	0.108	0.255	16.21%
ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	0.055	0.111	0.111	0.111	0.105	0.071	0.056	8.85%
ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	0.036	0.061	0.053	0.166	0.069	0.036	0.041	6.61%
อัตราส่วนความไม่สอดคล้อง	0.025	0.043	0.027	0.027	0.027	0.019	0.040	0.030



รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงช่วงของน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย

4.7.2 น้ำหนักความสำคัญของความสามารถในการขยายคลังสินค้า

ตารางที่ 4.13 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความสามารถในการขยายคลังสินค้า

ความสามารถในการขยายคลังสินค้า	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
WHL	0.580	0.564	0.181	0.145	0.558	0.501	0.134	**0.380**
MCO	0.208	0.224	0.467	0.515	0.268	0.295	0.259	**0.319**
RBL	0.163	0.155	0.275	0.282	0.133	0.168	0.545	**0.246**
RBD	0.050	0.058	0.076	0.058	0.042	0.036	0.061	**0.054**
C.R.	0.099	0.076	0.093	0.052	0.065	0.092	0.045	**0.075**

4.7.3 น้ำหนักความสำคัญของความพร้อมของระบบขนส่ง

ตารางที่ 4.14 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความพร้อมของระบบขนส่ง

ความพร้อมของระบบขนส่ง	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
RBL	0.578	0.497	0.560	0.131	0.263	0.670	0.504	**0.457**
MCO	0.238	0.294	0.305	0.057	0.122	0.180	0.318	**0.216**
WHL	0.129	0.162	0.082	0.349	0.558	0.101	0.117	**0.214**
RBD	0.056	0.047	0.054	0.463	0.057	0.049	0.061	**0.112**
C.R.	0.097	0.085	0.057	0.068	0.044	0.095	0.090	**0.077**

4.7.4 น้ำหนักความสำคัญของเขตประการศห้ามรถบรรทุก

ตารางที่ 4.15 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเขตประกาศห้ามรถบรรทุก

เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
WHL	0.321	0.318	0.207	0.199	0.558	0.321	0.477	**0.343**
RBL	0.321	0.295	0.438	0.472	0.263	0.321	0.233	**0.335**
MCO	0.321	0.340	0.268	0.241	0.122	0.321	0.254	**0.267**
RBD	0.036	0.047	0.087	0.088	0.057	0.036	0.035	**0.055**
C.R.	0.000	0.012	0.074	0.100	0.044	0.000	0.044	**0.039**

4.7.5 น้ำหนักความสำคัญของค่าเช่าต่อ ตร.ม.

ตารางที่ 4.16 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยค่าเช่าต่อ ตร.ม.

ค่าเช่าต่อ ตร.ม.	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
MCO	0.655	0.568	0.603	0.539	0.574	0.145	0.145	**0.461**
RBD	0.047	0.076	0.074	0.086	0.090	0.574	0.574	**0.217**
WHL	0.198	0.124	0.235	0.282	0.291	0.054	0.054	**0.177**
RBL	0.100	0.232	0.088	0.093	0.044	0.227	0.227	**0.145**
C.R.	0.082	0.092	0.077	0.043	0.062	0.098	0.098	**0.079**

4.7.6 น้ำหนักความสำคัญของค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน

ตารางที่ 4.17 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงานค่าเช่าต่อ ตร.ม.

ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
RBL	0.427	0.549	0.378	0.365	0.389	0.440	0.449	**0.428**
MCO	0.429	0.300	0.356	0.365	0.389	0.404	0.366	**0.373**
WHL	0.075	0.080	0.197	0.172	0.069	0.081	0.086	**0.108**
RBD	0.069	0.071	0.068	0.099	0.153	0.075	0.099	**0.091**
C.R.	0.004	0.045	0.088	0.059	0.016	0.005	0.071	**0.041**

4.7.7 น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

ตารางที่ 4.18 แสดงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยของผู้ตัดสินใจ							ค่าเฉลี่ย
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	
WHL	0.109	0.130	0.384	0.298	0.375	0.473	0.473	**0.320**
RBL	0.428	0.454	0.291	0.207	0.125	0.122	0.122	**0.250**
MCO	0.398	0.351	0.228	0.388	0.125	0.122	0.122	**0.248**
RBD	0.065	0.065	0.097	0.107	0.375	0.283	0.283	**0.182**
C.R.	0.078	0.043	0.057	0.044	0.000	0.057	0.057	**0.048**

4.8 สรุปผลกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

เมื่อนำค่าที่ได้จากเฉลี่ยน้ำหนักความสำคัญของแต่ละตัวเลือกภายใต้ทุกปัจจัยที่พิจารณามาสรุปจะได้ดังตารางที่ 4.19 ซึ่งเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับน้ำหนักของปัจจัยภายใต้เป้าหมาย โดยการนำมาคูณกันทีละคู่ในแต่ละตัวเลือก เพื่อหาว่าคะแนนที่เกิดจากการเลือกนั้นมีค่าเท่าไหร่

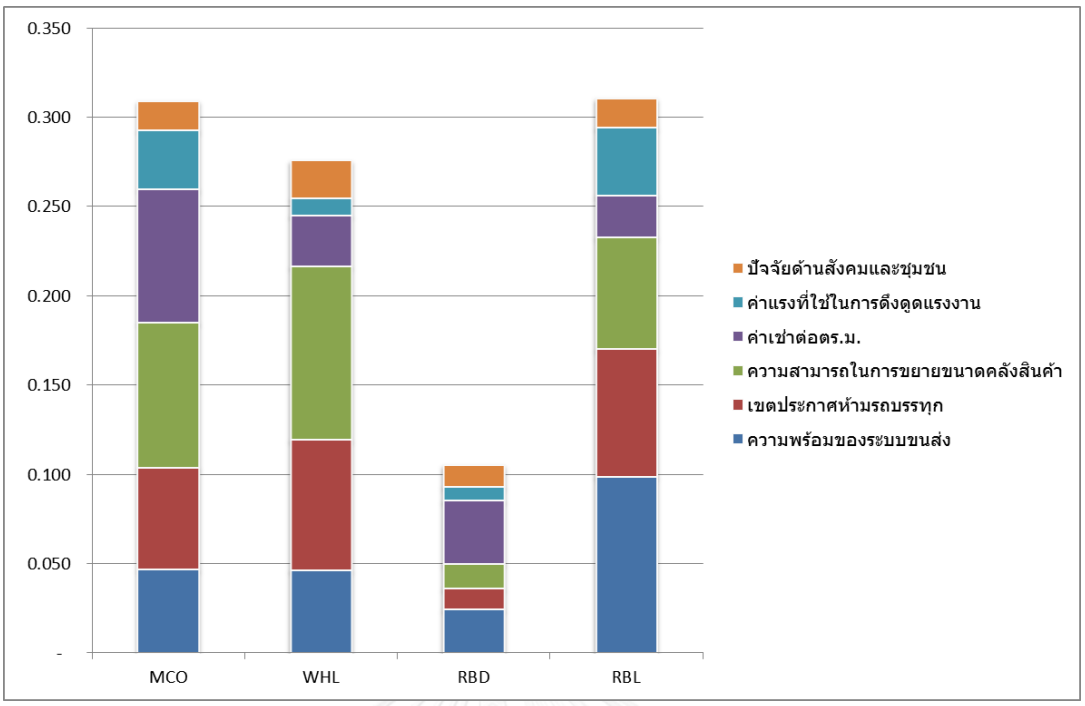
ภายใต้แต่ละปัจจัยจะทำให้ได้ค่าน้ำหนักซึ่งนำมารวมเป็นค่าน้ำหนักรวมของแต่ละตัวเลือกดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.19 แสดงผลค่าน้ำหนักคลังทางเลือกภายใต้ปัจจัยในการตัดสินใจ

		สรุปคะแนนคลังทางเลือกแต่ละปัจจัย			
ปัจจัยในการพิจารณาที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน	**ค่าน้ำหนักของปัจจัย**	**คลัง MCO**	**คลัง WHL**	**คลัง RBD**	**คลัง RBL**
ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	25.48%	31.94%	38.04%	5.44%	24.58%
ความพร้อมของระบบขนส่ง	21.58%	21.61%	21.39%	11.25%	45.75%
เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	21.28%	26.69%	34.32%	5.51%	33.48%
ค่าเช่าต่อตร.ม.	16.21%	46.13%	17.70%	21.72%	14.46%
ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	8.85%	37.28%	10.85%	9.07%	42.80%
ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	6.61%	24.78%	32.04%	18.20%	24.99%

ตาราง 4.20 แสดงน้ำหนักความสำคัญรวมของการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน

ปัจจัยในการพิจารณาที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน	MCO	WHL	RBD	RBL
ความพร้อมของระบบขนส่ง	0.047	0.046	0.024	0.099
เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	0.057	0.073	0.012	0.071
ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	0.081	0.097	0.014	0.063
ค่าเช่าต่อตร.ม.	0.075	0.029	0.035	0.023
ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	0.033	0.010	0.008	0.038
ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	0.016	0.021	0.012	0.017
น้ำหนักรวมของความสำคัญ	**0.3089**	**0.2756**	**0.1051**	**0.3104**



รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงน้ำหนักรวมของคลังตัวเลือก

จากคะแนนดังรูป 4.7 สามารถสรุปได้ว่า ทำเลที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียนที่เหมาะสมที่สุดตามการตัดสินใจภายใต้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่มีปัจจัย 6 ปัจจัยที่เรียงลำดับความสำคัญดังนี้ ความพร้อมของระบบขนส่ง เขตประกาศห้ามรถบรรทุก ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า ค่าเช่าต่อตร.ม. ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงานและ ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน คือ

อันดับที่ 1	คลังสินค้าตัวเลือก RBL	โดยมีคะแนนน้ำหนักรวมคือ 0.3104
อันดับที่ 2	คลังสินค้าตัวเลือก MCO	โดยมีคะแนนน้ำหนักรวมคือ 0.3089
อันดับที่ 3	คลังสินค้าตัวเลือก WHL	โดยมีคะแนนน้ำหนักรวมคือ 0.2756
อันดับที่ 4	คลังสินค้าตัวเลือก WHL	โดยมีคะแนนน้ำหนักรวมคือ 0.1051

จะเห็นว่าผลของอันดับที่ 1 คลัง RBL และอันดับที่ 2 คลัง MCO จะมีคะแนนรวมใกล้เคียงกันมาโดยปัจจัยเมื่อเทียบกันจะเห็นว่า คลัง RBL จะดีกว่าคลัง MCO อย่างเห็นได้ชัดในเรื่องความพร้อมของระบบขนส่งในขณะที่ปัจจัยค่าเช่าต่อตารางเมตรจะเป็นปัจจัยจุดอ่อน ดังนั้นในการเลือกใช้ในทางปฏิบัติจริง อาจต้องมีการต่อรองเรื่องค่าเช่าเพิ่มเติมสำหรับการใช้คลังสินค้า RBL หรือสามารถใช้คลัง MCO เป็นคลังสำรองสำหรับการวางแผนได้ อย่างไรก็ดีในการวิจัยนี้จะใช้ผลของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ที่ดีที่สุดคือ คลังสินค้าตัวเลือก RBL ในการวางผังต่อไป

บทที่ 5

การพัฒนาแบบผังคลังสินค้า อุปกรณ์จัดเก็บ และอุปกรณ์เคลื่อนย้าย

เมื่อได้แบบผังที่เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมแล้วจากบทที่ 4 ซึ่งก็คือคลังสินค้าตัวเลือก RBL ผู้วิจัยก็จะทำการออกแบบผังและกลุ่มคลังสินค้าตามวิธีการที่ได้ทบทวนวรรณกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกประยุกต์ใช้แนวทางในการออกแบบผังคลังสินค้าจากกรอบการออกแบบคลังสินค้าของ Peter Baker [17] ที่มี 11 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์
2. เก็บรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลที่เก็บได้มาวิเคราะห์ว่าและสร้างข้อมูลให้สามารถนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์กำหนด
4. พิจารณาความเป็นไปได้ในการใช้วิธีแบบ Unit Loads
5. เลือกวิธีการปฏิบัติการในการดำเนินงานในคลังสินค้า
6. พิจารณาถึงอุปกรณ์และลักษณะงานที่นำมาใช้
7. คำนวณจำนวนอุปกรณ์และสมรรถณะจากอุปกรณ์ที่ใช้
8. กำหนดส่วนประกอบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงาน
9. เตรียมสร้างผังที่เป็นไปได้เพื่อใช้ในการพิจารณาทางเลือก
10. ประเมินแบบผังทางเลือก
11. สรุปผล

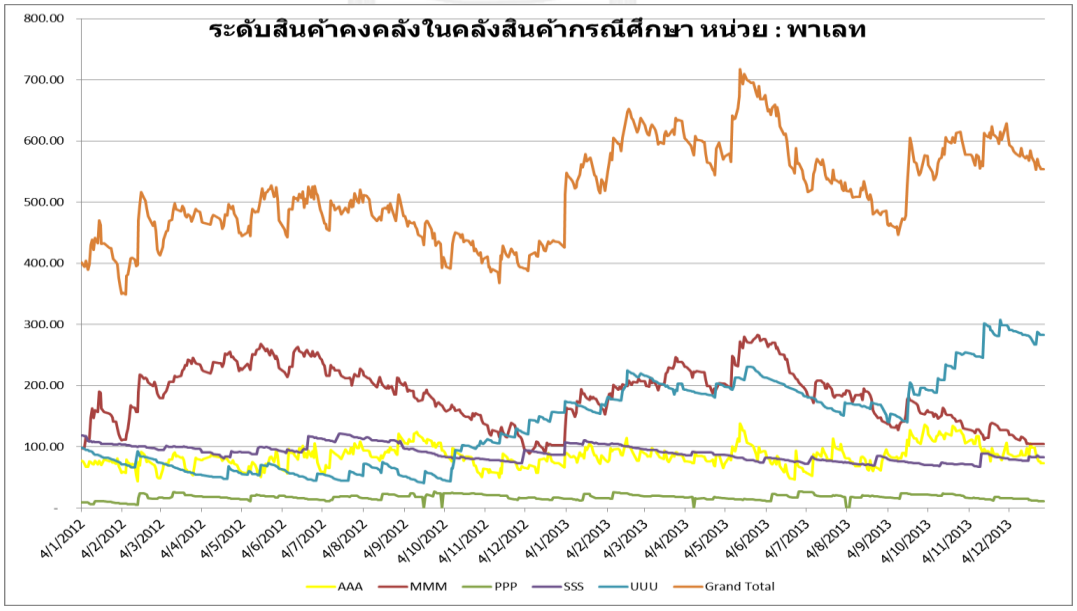
โดยในขั้นตอนที่ 1 นั้นได้กำหนดเป็นวัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การสร้างคลังสินค้าสินค้าเครื่องเขียน ตามที่ได้กำหนดไว้ในบทนำ จึงไม่ขอกล่าวซ้ำในบทนี้ และขั้นตอนที่ 4 จะไม่พิจารณาเนื่องจากคลังสินค้าเครื่องเขียนมีลักษณะของการจ่ายผลิตภัณฑ์ที่เป็นหน่วยย่อย (Broken-Case) อยู่แล้ว จึงไม่ต้องพิจารณาการจ่ายแบบ Unit Loads และขั้นตอนที่ 7 ถึง 11 นำเสนอในบทที่ 6 ต่อไป

5.1 ข้อมูลและการวิเคราะห์กิจกรรมของคลังสินค้าเครื่องเขียน

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นจะคิดจากการนำข้อมูลรายการ (Transaction) ที่เกิดขึ้นในระบบบริหารจัดการคลังสินค้าย้อนหลังในปี 2012 และ 2013 มาคำนวณ เนื่องจากข้อมูลที่ระบบเก็บได้นั้นจะเป็นระบบการจัดเก็บแบบตามเวลาจริง(Real Time) ซึ่งทำให้ไม่มีข้อมูลระดับสินค้าในแต่ละวัน เพราะมีการบวกจากสินค้าขาเข้า และลบออกจากสินค้าขาออกตามแต่ละรายการที่เกิดขึ้นจริง ทางผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลสินค้าคงคลัง ณ วันปิดคลังสิ้นปี 2012 และสิ้นปี 2013 มาทำการคำนวณย้อนกลับเป็นยอดสินค้าคงคลังในแต่ละวัน ทั้งนี้ เนื่องจากข้อมูลปฐมภูมิมีจำนวนมาก ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access ร่วมกับ Microsoft Excel และ Add-in PowerPivot โดยได้ทำการแยกแยะข้อมูลได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 ข้อมูลปริมาณกิจกรรมคลังสินค้ากรณีศึกษา

การคำนวณพื้นที่นั้นจะเป็นการหาปริมาณของบริเวณที่กิจกรรมต่างๆใช้ตามข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในปี 2012 และ 2013 โดยจะแบ่งเป็นพื้นที่สำหรับการรับสินค้าเข้า การจัดเก็บสินค้า การจัดจ่ายสินค้า โดยในพื้นที่จัดเก็บสินค้านั้นจะมีการคำนวณแยกตามปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มสินค้ากลุ่มสินค้า โดยวิธีการคำนวณจะเป็นการนำจำนวนพาเลทเฉลี่ยรวมทั้งปีคำนวณร่วมกับอัตราการเติบโตของยอดขาย เวลาในการใช้สำหรับกิจกรรมต่างๆ



รูปที่ 5.1 แผนภูมิแสดงระดับสินค้าคงคลังปี 2012 – 2013

ตารางที่ 5.1 แสดงปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยปี 2012 เทียบกับปี 2013 (หน่วย : พาเลท)

กลุ่มสินค้า	2012	2013	ผลต่าง	% ผลต่าง
AAA	79.17	89.32	10.15	12.82%
MMM	188.71	182.04	- 6.68	-3.54%
PPP	16.90	17.82	0.92	5.42%
SSS	96.35	83.88	-12.47	-12.95%
UUU	74.83	203.11	128.27	171.41%
All Group	**443.99**	**552.20**	**108.21**	**24.37%**

จะเห็นว่าจำนวนสินค้าคงคลังในปี 2013 ในกราฟบนสุดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 110 พาเลท หรือร้อยละ 24.37 ซึ่งมากกว่าค่าที่ใช้ประมาณอัตราการเติบโตไว้ที่ร้อยละ12 ทั้งนี้เนื่องจากสินค้าคงคลังของกลุ่มกาวมีการเพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติ อันเป็นผลมาจากการที่ทางโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศจะมีการหยุดซ่อมบำรุงระยะยาว จึงจำเป็นต้องมีการสั่งสินค้าเก็บตุนไว้ล่วงหน้า ซึ่งไม่มีความผิดปกติในสินค้ากลุ่มอื่นๆ จึงยังคงใช้ค่าอัตราการเติบโตไว้ที่ร้อยละ 12 เช่นเดิม

นอกจากนี้จะพบว่าตารางที่ 5.1 เป็นการบวกรวมจำนวนพาเลทในแต่ละสินค้าเข้าด้วยกันใน 1 พาเลท ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสินค้าแต่ละสินค้าจะแยกเป็น 1 หน่วยเก็บ(SKU) 1 ช่องเก็บ ดังนั้นจึงใช้วิธีการนับจำนวนพาเลทและช่องเก็บจริงดังตารางที่ 3.3 แต่สำหรับคลังสินค้าเดิมนั้นเป็นการใช้พาเลทแบบยูโรคือ 0.8x1.0 ม. ในขณะที่คลังสินค้าใหม่จะเป็นการใช้การออกแบบที่ใช้พาเลทมาตรฐานคือ 1.0x1.2 ม.แทนเนื่องจากเป็นที่แพร่หลายมากกว่าในปัจจุบัน

ในความเป็นจริงการเปลี่ยนขนาดพาเลทนั้นจะทำให้สามารถวางสินค้าได้มากขึ้นแต่ทั้งนี้ในการจัดเรียงจำเป็นต้องมีการวัดจากสินค้าจริงทุกรายการซึ่งต้องใช้เวลามากก ในงานวิจัยนี้เป็นการวางผังในภาพกว้าง จึงใช้การเปลี่ยนเป็นร้อยละความจุในปริมาตรจัดวางสินค้าที่เพิ่มขึ้นชดเชยค่าจำนวนพาเลทที่ได้จากการนับจริงแทน โดยใช้ค่าชดเชยเท่ากับเปลี่ยนปริมาตรจากพาเลทยูโรเป็นพาเลทมาตรฐานที่การจัดเรียงความสูงสินค้า 1.2 ม.ได้ดังนี้

ปริมาตรพาเลทยูโร = 0.8*1.0*1.2 = 0.96 m^3

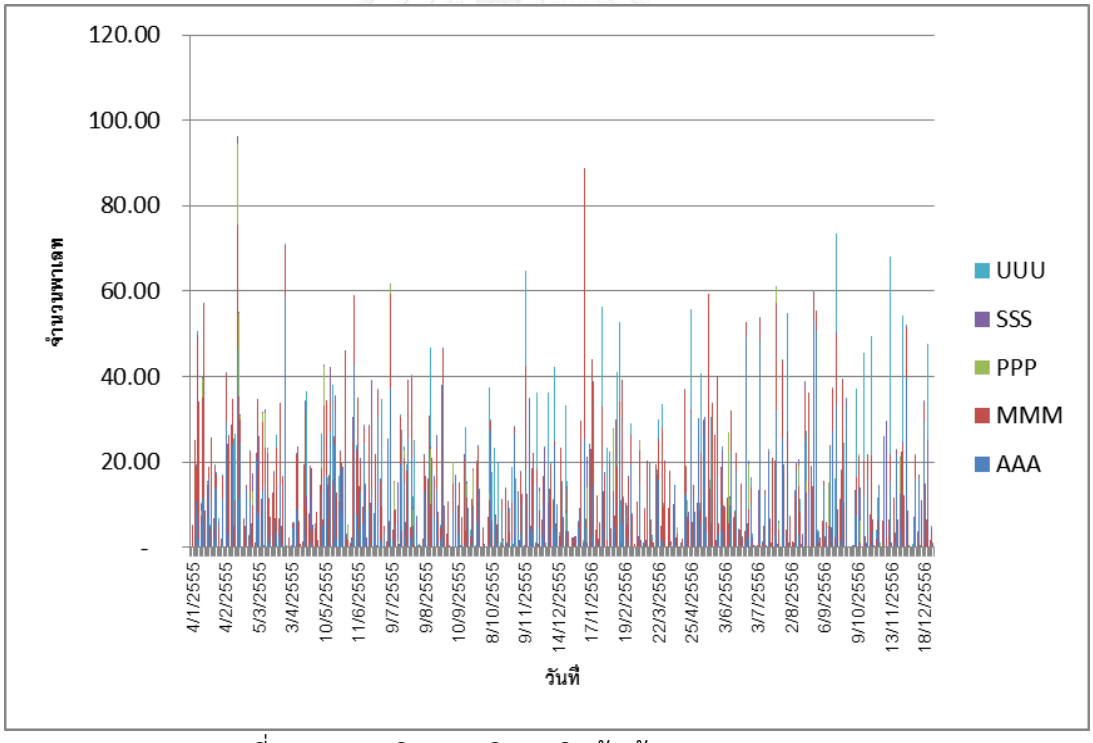
ปริมาตรพาเลทมาตรฐาน = 1.0*1.2*1.2 = 1.2 m^3

ร้อยละปริมาตรที่เพิ่มขึ้น = (1-1.2/0.96)*100 = 25

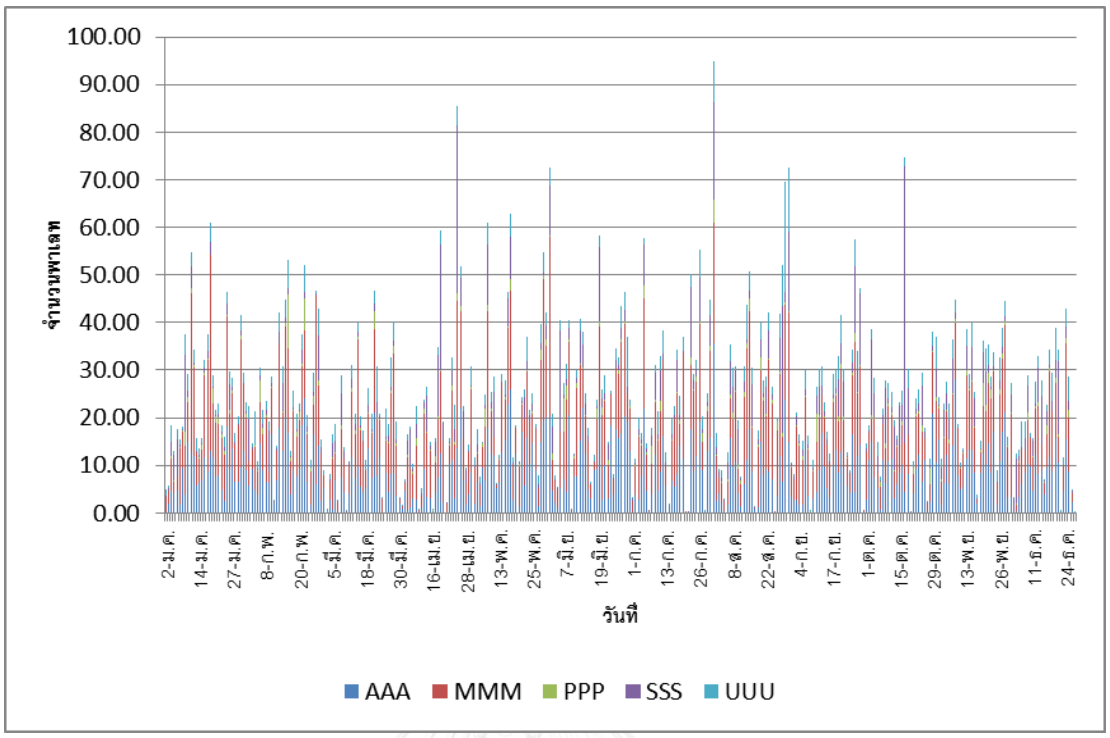
นั่นคือปริมาตรพาเลทมาตรฐานจะมีความจุสินค้าได้มากขึ้น 25% ดังนั้นจำนวนพาเลทที่ใช้ก็จะลดลง 25% สรุปได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงปริมาณสินค้าคงคลังและข้อมูลจากการนับจริงของกลุ่มสินค้า

รหัสกลุ่มสินค้า	กลุ่มสินค้า	ช่องเก็บ	SKU	Pallet	%	Pallet/SKU
SSS	กลุ่มปากกา	2,064	572	486	31%	0.85
MMM	กลุ่มอุปกรณ์สำนักงาน	885	581	457	29%	0.79
UUU	กลุ่มกาว	383	96	307	20%	3.20
AAA	กลุ่มกระดาษ สมุด	596	410	126	8%	0.31
PPP	กลุ่มร่วมขายสินค้า	33	30	175	11%	5.84
จำนวนรวม		3,961.00	1,689.00	1,551	100%	



รูปที่ 5.2 แผนภูมิแสดงปริมาณสินค้าเข้า 2012 – 2013



รูปที่ 5.3 แผนภูมิแสดงปริมาณสินค้าออก 2012 – 2013

5.2 การคำนวณพื้นที่ในกิจกรรมต่างๆ

ในการคำนวณพื้นที่นี้เนื่องจากเป็นการวางผังในภาพกว้างก่อนเพื่อนำไปจัดการพื้นที่รวมทั้งหมดของคลังสินค้า ซึ่งจะสัมพันธ์กับข้อมูลกิจกรรมในแต่ละปี ซึ่งจะมีการคำนวณอัตราการเติบโตเข้าไปด้วย ซึ่งทั่วไปสามารถประมาณได้จากสมการความต้องการ

การประมาณความต้องการในปีที่ n

$$X_n = X_1 * (1+A)^{n-1} \qquad \text{-(5.1)}$$

โดยที่ n = ปีที่ต้องการประมาณค่า

X_1 = ความต้องการในปีเริ่มต้น

X_n = ความต้องการในปีที่จะประมาณค่า

A = อัตตราการเติบโต

5.2.1 พื้นที่จัดเก็บสินค้า

จากสมการที่ 3 และข้อมูลในตารางที่ 5.1 เมื่อนำจำนวนพาเลทเฉลี่ยแทนค่า เช่น กลุ่มกระดาษ สมุดที่มีจำนวนพาเลทเฉลี่ยในปี 2012 เท่ากับ 608 พาเลท และอัตราการเติบโตที่12% แทนค่าจะได้จำนวนความต้องการพาเลทในปีถัดไปคือ 2013 หรือ $X_{(store)2}$ ดังนี้

$$X_{(store)2} = 608*(1+0.12)^{2-1}$$

$$=608*(1.12)^{1}$$

$$= 680.96$$

หรือ 681 พาเลท เนื่องจากปัดเศษขึ้น โดยสำหรับกลุ่มสินค้าอื่นๆสามารถสรุปผลการแทนค่าได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.3 แสดงความต้องการพื้นที่ของปีเริ่มต้นไปอีก 3 ปีข้างหน้า

หมวดหมู่	**หน่วย:พาเลท**			
	ปีตั้งต้น	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**
กลุ่มกระดาษ สมุด	486	545	610	683
กลุ่มอุปกรณ์สำนักงาน	457	511	573	642
กลุ่มร่วมขายสินค้า	307	344	386	432
กลุ่มปากกา	126	141	157	176
กลุ่มกาว	175	196	220	246
รวม	**1,551**	**1,737**	**1,946**	**2,179**

5.2.2 พื้นที่รับสินค้าขาเข้า

จากข้อมูลในปี 2012 และ 2013 สามารถสรุปปริมาณสินค้าขาเข้าได้ดังรูป โดยในการคำนวณพื้นที่รองรับสินค้าขาเข้านั้นจะคำนวณในปีสุดท้ายหรือปีที่ 3 เพื่อให้รองรับสินค้าได้ทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลรูป 5.4 พบว่า ที่ความถี่สะสมที่ 99% ของปี 2012 และปี 2013 มีปริมาณสินค้าเข้าอยู่ที่ 71 พาเลท ดังนั้นคิดอัตราการเติบโตของสินค้าเข้าต่อปีเท่ากับร้อยละ 12 จะได้ปริมาณจำนวนพาเลทที่จะเข้าดังสมการ

$$X_{(in)4} = 92*(1+0.12)^{4-1}$$

=92*(1.12)^3 92

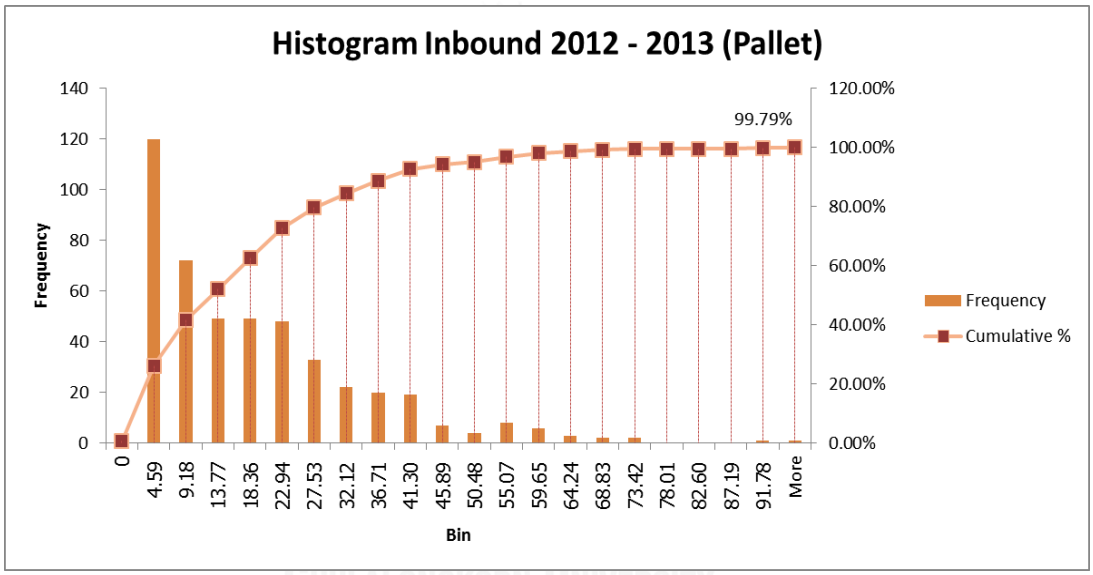
= 130 พาเลท ต่อวัน หรือ 17 พาเลทต่อ ช.ม.

อัตราความล่าช้าในการรับสินค้า = 4 ช.ม.

พื้นที่ในการรับสินค้าต่อพาเลท = 1.8 ตร.ม. ทั้งนี้ที่ใช้ตัวเลข 1.8 ตร.ม. นั้นเพื่อให้มีบริเวณในการตรวจเช็คสินค้าซึ่งเป็นการประมาณการเพิ่มเอาร้อยละ 50 ไว้เพื่อรองรับสินค้าที่มีการรวมหลาย Sku มาพร้อมๆกันด้วย ซึ่งค่าดังกล่าวอาจจะไม่ตายตัวนักตามแต่ละชนิดของอุตสาหกรรม

ดังนั้นพื้นที่การรับสินค้าใน 3 ปีข้างหน้า เท่ากับ 17*4*1.8 = 122 ตร.ม.

เมื่อนำไปวางบนผังเพื่อให้พอดีกับท่าและพื้นลาดเอียงที่ใช้รับสินค้าจากรูป 5.6 จะได้พื้นที่ที่มีขนาดเท่ากับ 8.5x 14.35 ม.



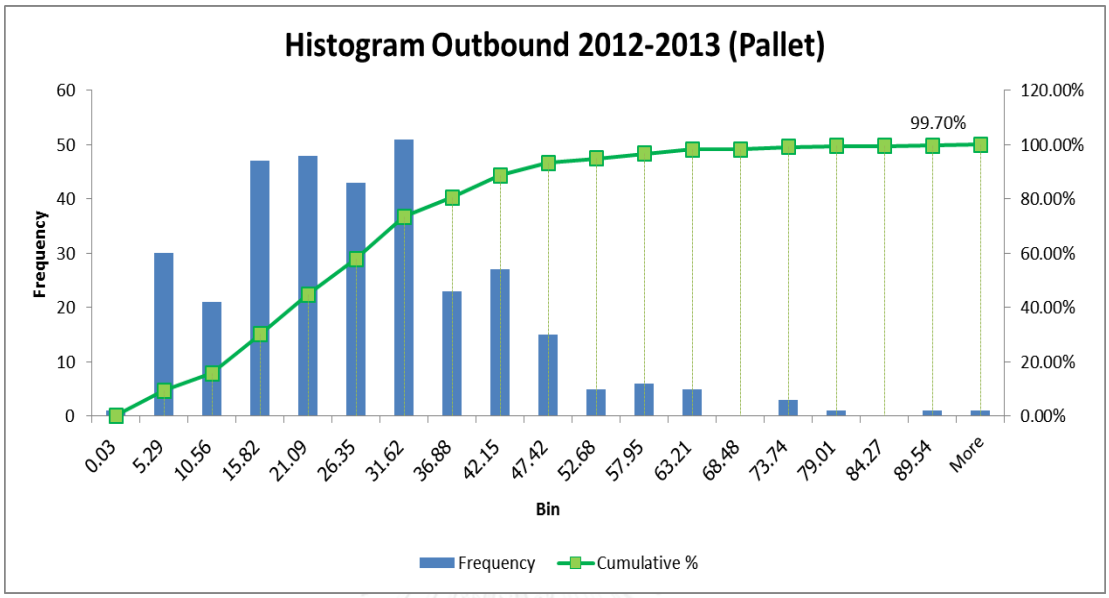
รูปที่ 5.4 แผนภูมิแสดงความถี่และความถี่สะสมของปริมาณสินค้าเข้า 2012 ถึง 2013

(หน่วย: พาเลท)

5.2.3 พื้นที่รับสินค้าขาออก

เช่นเดียวกันกับสินค้าขาเข้า จากข้อมูลในปี 2012 และ 2013 สามารถสรุปปริมาณสินค้าขาออกได้ดังรูป 5.5 โดยในการคำนวณพื้นที่รองรับสินค้าขาเข้านั้นจะคำนวณในปีสุดท้ายหรือปีที่ 3 โดยไม่คิดอัตราการขนถ่ายสินค้าขึ้นรถเนื่องจากการจัดจ่ายสินค้าออกมานั้นจะต้องมีการตรวจเช็คสินค้าก่อนแล้วรอขึ้นรถ ดังนั้นพื้นที่สำหรับสินค้าขาออกจะต้องรองรับปริมาณสินค้าที่จะออกในแต่ละวันได้ซึ่งในที่นี้ใช้ค่าที่ค่าร้อยละสะสม 99.70 หรือ 90 พาเลท ดังนั้นปริมาณสินค้าออกต่อวันในอีก 3 ปีจะได้ดังสมการ แต่ทั้งนี้เนื่องจากสินค้าเครื่องเขียนจะมีการจัด

สินค้าออกมาก่อนแล้วทำการตรวจนับจำนวนและรหัสสินค้าก่อนนำส่ง ดังนั้จะต้องมีพื้นที่พอเพียงสำหรับการวางรอการตรวจนับ จึงไม่คิดอัตราการส่งสินค้า



รูปที่ 5.5 แผนภูมิแสดงความถี่และความถี่สะสมของปริมาณสินค้าเข้า 2012 ถึง 2013

(หน่วย: พาเลท)

$X_{(out)4} = 90*(1+0.12)^{4-1}$

$=90*(1.12)^{3}$

= 126 พาเลท ต่อวัน

พื้นที่ในการส่งสินค้าต่อพาเลท = 1.8 ตร.ม.

ดังนั้นพื้นที่การรับสินค้าใน 3 ปีข้างหน้า เท่ากับ 126*1.8 = 227 ตร.ม.

หน้าท่าสำหรับขนส่งมีทั้งหมด 8 ท่า ความยาวหน้าท่า = 48 ม.

หรือความลึกขั้นต่ำจากหน้าท่าเท่ากับ = 227/48 = 4.7 หรือ 5 ม. ขึ้นไป โดยทั้งนี้ในการออกแบบได้ทำการเพิ่มพื้นที่นี้ไว้เพิ่มอีกร้อยละ 80 เพื่อเป็นพื้นที่สำหรับการเพิ่มคุณค่าเช่นการติดสลาก(Labeling) หรือการบรรจุเพิ่มสินค้า(Repack) เอาไว้ด้วยเนื่องจากสินค้าเครื่องเขียนจะมีกิจกรรมดังกล่าวก่อนการบรรจุลงด้วยและยังเป็นการสำรองพื้นที่ไว้กรณีสินค้าออกมีการจัดจ่ายผิดปกติอันเนื่องมาจากผลของฤดูกาล หรือธรรมชาติของการขายช่วงสิ้นเดือนเป็นต้น

5.3 การเลือกอุปกรณ์ในการดำเนินงานในคลังสินค้า

เนื่องจากวิธีการและอุปกรณ์ในการทำงานของคลังสินค้ามีหลากหลายแบบ และมีผลต่อขนาดทางเดิน รูปแบบความกว้างของชั้นเก็บสินค้า อุปกรณ์เคลื่อนย้าย แรงงานที่ใช้และเงินลงทุน ดังนั้นในการเลือกออกแบบได้ใช้ตารางในภาคผนวกเป็นข้อแนะนำในการเลือกใช้อุปกรณ์เทียบกับข้อมูลสินค้าในคลัง และการใช้งานในคลังสินค้าเดิมเพื่อเปรียบเทียบและสามารถใช้อุปกรณ์เดิมบางส่วนได้ด้วย

จากรูปที่ 5.6 เมื่อเทียบกับข้อมูลในตารางที่ 5.2 แล้วพบว่าสินค้าในกลุ่มต่างๆทั้ง 5 กลุ่มสินค้า

- **กลุ่ม AAA** ที่มีค่า Average No. of Pallet per Item เท่ากับ 0.31 ที่ไม่ควรเก็บแบบ Pallet Load แต่ทั้งนี้เนื่องมาจากมี SKUที่เป็นสมุดซึ่งมีลายเปลี่ยนไปเรื่อยๆ รหัสสินค้าเก่า (SKU) ไม่มีการลบออกโดยไม่มีการขายแล้วเป็นจำนวนมากและในความเป็นจริงสินค้า AAA จะมีพวกที่เป็นกระดาษที่มีน้ำหนักที่เข้ามาทีละมากๆ ดังนั้นการใช้แบบ Pallet Load จะเหมาะสมกว่า
- **กลุ่ม SSS และกลุ่ม MMM** ที่มีค่า Average No. of Pallet per Item เท่ากับ 0.85 และ 0.79 ตามลำดับ ประมาณ 1 สามารถเก็บแบบ Pallet Load โดยตารางแนะนำเป็นแบบ Case Deep Rack ซึ่งสามารถปรับได้จาก Selective Racks
- **กลุ่ม UUU และกลุ่ม PPP** ที่มีค่า Average No. of Pallet per Item เท่ากับ 3.20 และ 5.84 ตามลำดับ แนะนำให้ใช้ Pallet Load หรือ Selective Racks

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Range of No. of Pallets Per Item	No. of Items	Total No. of Pallets	Average No. of Pallets Per Item	Applicable Storage Module X = Preferred Storage Module O = Workable But Not Preferred						
				Pallet Load				Less than Pallet Load		
				Floor Storage	Double Drive-In Racks	Single Deep Racks	Case Deep Racks	Flow Racks	Shelves	Bin Drawers
>100	2	350	175	X	X	O	O			
51 to 100	18	1,100	61	X	X	O	O			
21 to 50	40	1,000	25	X	X	X	O			
11 to 20	160	2,200	14	O	O	X	O			
6 to 10	330	2,300	7	O	O	X	X			
2 to 5	500	1,600	3			O	X			
0.5 to 1	750	750	1				X	X		
0.25 to 0.49	900	270	0.3				O	X	X	
0.24 to 0.001	1,100	65	0.06					X	X	O
0.001 or less	200	0.10	0.0005						O	X

รูปที่ 5.6 ตารางที่แสดงความเหมาะสมของอุปกรณ์ชั้นจัดเก็บกับลักษณะสินค้า [22]

อย่างไรก็ดีเนื่องจากการเก็บแบบวางกองหรือ Floor Stack จะมีข้อดีในเรื่องเงินลงทุนและความสามารถในการเข้าถึงสินค้าที่ดีกว่า และมักพบเห็นการวางแบบดังกล่าวได้ทั่วไป แม้ว่าอุปกรณ์ชั้นวางแบบแคบหรือแคบมาก (Narrow Aisle, Very Narrow Aisle:VNA) จะสามารถนำมาใช้เพื่อเพิ่มพื้นที่จัดเก็บได้มากกว่า แต่สำหรับการใช้งานคลังสินค้าเครื่องเขียนยังไม่ค่อยมีการใช้งานเนื่องจากเงินลงทุนที่สูงมากเมื่อเทียบกับมูลค่าสินค้าต่อหน่วย

ดังนั้นในการออกแบบจะใช้อุปกรณ์จัดเก็บเป็นแบบ Selective Racks และ Floor Stack เพื่อเปรียบเทียบกันในเรื่องเวลาในการหยิบสินค้าตามเกณฑ์ความต้องการด้วย

ซึ่งเมื่อได้แบบชั้นจัดเก็บ (Storage Module) แล้วพิจารณาอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับชั้นจัดเก็บจากรูปที่ 5.7 อุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่เหมาะกับชั้นจัดเก็บคือ แบบ Selective Rack และ Floor Stack คือ Counter Balance ,Single Deep Reach Truck ,Walkie Stacker และ Pallet Jack แต่ทั้งนี้แม้อุปกรณ์ Counter Balance จะสามารถเลือกใช้ได้แต่ด้วยระยะหน้าของ Counter Balance นั้นจะต้องเว้นช่องทางเดินถึง 3.9 ม.[5] ในขณะที่ Reach Truck จะใช้เพียงแค่ 3.0 ม. เท่านั้น ดังนั้นการเลือกใช้ Reach Truck จะทำให้ได้ทั้งประสิทธิภาพ ระยะในการหยิบที่สูงกว่าและใช้พื้นที่ได้คุ้มค่ามากกว่าแต่ต้องแลกกับความเร็วในการเคลื่อนย้ายที่ต่างกันเล็กน้อย

	Selective rack	Double deep rack	Canti-lever rack	Drive-in (or through) rack	Bulk floor storage	Push-back rack	Pallet flow rack	Docks to storage	Load/ unload trucks
Counterbalanced	3	0	2	3	3	3	3	3	3
Narrow aisle reach	3	1	2	2	2	3	3	3	1
Deep reach	3	3	2	2	2	3	3	3	1
Swing mast	3	0	2	1	2	1	3	2	2
Swing reach	3	0	1	0	0	3	3	1	0
Articulating	3	0	2	1	2	2	3	3	2
Side loader	2	0	3	0	0	0	0	2	0
Walkie stacker	3	0	2	3	3	1	2	2	1
Order picker	3	2	3	0	1	1	1	2	0
Pallet jack	3	1	0	0	1	0	0	3	3

หมายเหตุ - 3: เหมาะสม 2: พอใช้ 1:ใช้งานได้ 0:ห้ามใช้

รูปที่ 5.7 ตารางสรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายที่เหมาะกับชั้นจัดเก็บ [22]

ทั้งนี้แม้ Pallet Jack จะได้คะแนน 1 ใน Storage Module แบบ Floor Stack แต่ทั้งนี้เนื่องจากเป็นอุปกรณ์พื้นฐานของคลังสินค้าในการเคลื่อนย้ายสินค้าระยะสั้น ซึ่งพบมีการใช้ทั่วไป จึงได้เพิ่มอยู่ในอุปกรณ์ด้วย เช่นเดียวกันกับ Trolley หรือ Order Picker หรือการใช้พนักงานจัดสินค้า ส่วน Walkie Stacker นั้นหากเทียบกับ Reach Truck แล้วสามารถทดแทนกันได้แต่ Reach Truck สามารถจัดสินค้าและสะดวกในการหยิบสินค้าได้ดีกว่า

จากการเลือกอุปกรณ์ดังกล่าวเราสามารถสรุปเป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการพิจารณาเลือกใช้สำหรับออกแบบผังได้ดังตารางที่ 5.6

ตารางที่ 5.6 สรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายสินค้าและชุดจัดเก็บที่พิจารณาในการออกแบบผัง

อุปกรณ์		
ชั้นจัดเก็บสินค้า(Storage Module)		Selective Racks, Floor Stack
อุปกรณ์เคลื่อนย้าย (Handling Equipment)	ขาเข้า (Inbound)	Counter Balanced, Pallet Jack, Picker
	ขาออก (Outbound)	Reach Truck, Pallet Jack, Trolley, Picker

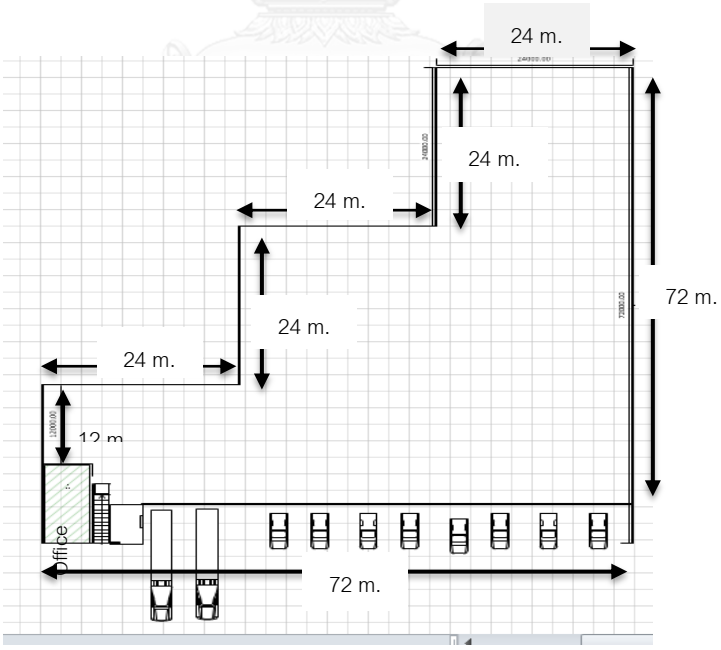
5.4 วางแบบผังคลังสินค้าทางเลือก

เมื่อได้ข้อมูลความต้องการพื้นที่ในแต่ละกิจกรรม อุปกรณ์ชั้นจัดเก็บและอุปกรณ์เคลื่อนย้ายแล้ว ผู้วิจัยจะนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการออกแบบผังโดยแบ่งพื้นที่ที่คำนวณไว้ แบ่งพื้นที่คลังสินค้า RBL ตามกิจกรรมซึ่งกิจกรรมรับสินค้า และจ่ายสินค้าจะวางไว้ให้ใกล้กับท่า (Dock) เพื่อให้การเคลื่อนย้ายจากรถขนส่งเกิดระยะทางน้อยที่สุด ส่วนการวางพื้นที่จัดเก็บสินค้าจะอยู่ลำดับถัดไป ซึ่งโดยทั่วไปจะวางแนวการจัดเรียงขนานหรือตั้งฉากไปกับด้านที่ยาวที่สุดของคลังสินค้าเพื่อให้ได้ปริมาณจัดเก็บในแต่ละแถวยาวได้จำนวนมากที่สุด

ทั้งนี้การออกแบบจะต้องทราบมิติด้านขนาดของคลังสินค้าที่จะใช้งานเพื่อให้สามารถวางผังได้ถูกต้อง

5.4.1 ข้อมูลขนาดผังคลังสินค้า RBL

คลังสินค้า RBLเป็นคลังสินค้าให้เช่ามีขนาดพื้นที่คลังรวมออฟฟิศ 2,379 ตร.ม. ตั้งอยู่บางนา-ตราด กม.19 ขาเข้า มีความสูงจากพื้นทถึงเพดาน 12 ม. และพื้นสามารถรองรับน้ำหนักได้ 5 ตัน ต่อ ตร.ม. มีจำนวน 10 ท่า มีด้านที่ยาวที่สุด 72 ม. และด้านที่สั้นยาว 24 ม. ดังรูป 5.8



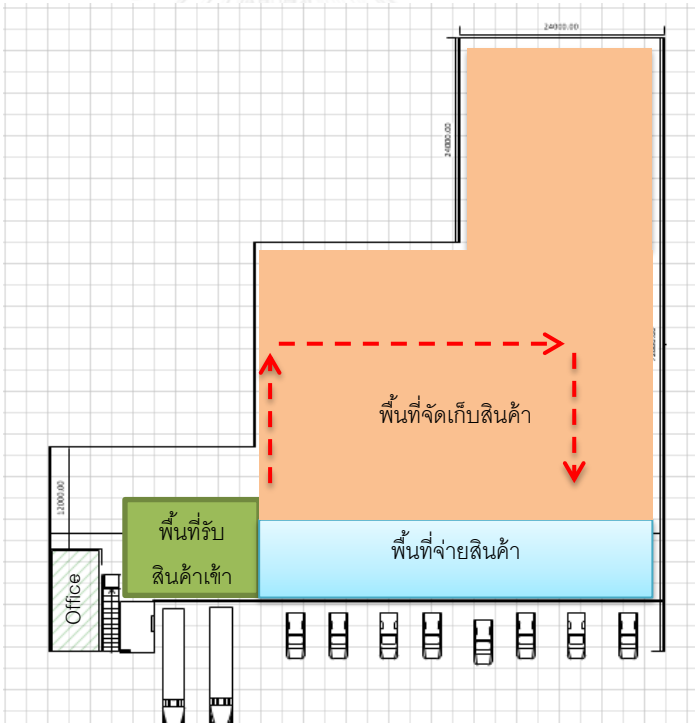
รูปที่ 5.8 ผังและขนาดของคลังสินค้า RBL

5.4.2 การวางพื้นที่กิจกรรมหลักในคลังสินค้า

ในการวางพื้นที่คลังสินค้านั้นจะมีพื้นที่หลักๆสำหรับกิจกรรมในคลังอยู่ 3 พื้นที่คือพื้นที่สำหรับรับสินค้าเข้า พื้นที่เก็บสินค้า และพื้นที่จ่ายสินค้า

จากหัวข้อ 5.2 จะได้พื้นที่สำหรับรับสินค้าเท่ากับ 122 ตร.ม. และพื้นที่สำหรับจ่ายสินค้า 227 ตร.ม. ซึ่งเมื่อเทียบต่อท่าแล้วมีความลึกจากหน้าท่าเข้าไปอย่างน้อย 11 ม.เพื่อให้พอต่อปริมาณการจ่ายสินค้าในแต่ละท่า จะได้พื้นที่และโฟลว์การทำงานออกมาเป็นลักษณะผังรูปตัวยู (U) ดังรูปที่ 5.9 และพื้นที่ที่เหลือด้านในจะเป็นพื้นที่สำหรับจัดเก็บสินค้า

ทั้งนี้ที่เลือกด้านซ้ายเป็นพื้นที่สำหรับรับสินค้าเข้าเนื่องมาจากทางด้านดังกล่าวมีพื้นที่ด้านลึกสั้นและมีทางลาดสำหรับลำเลียงสินค้าได้ ในขณะที่ด้านขวาสุดจะมีพื้นที่ด้านลึกมากกว่าทำให้สามารถวางชั้นวางสินค้าได้เป็นแนวยาว ซึ่งจะสัมพันธ์กับการจ่ายสินค้าออกได้มากกว่าด้วย

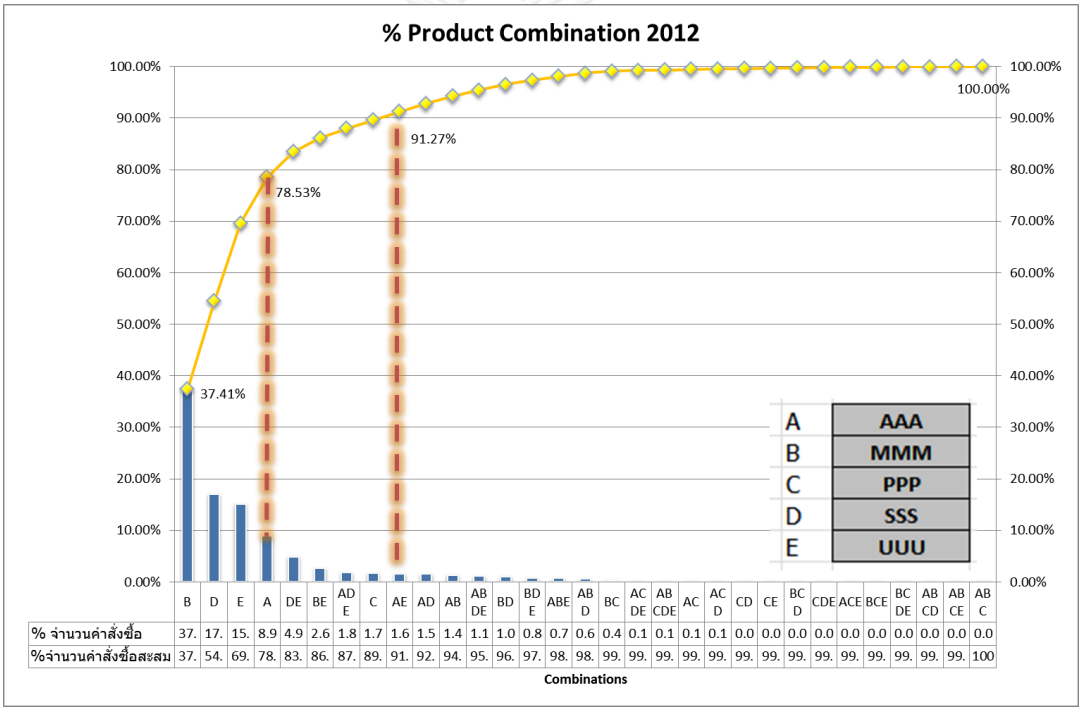


รูปที่ 5.9 พื้นที่ตามกิจกรรมในคลังสินค้า

5.4.3 การออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้า

การออกแบบพื้นที่จัดเก็บสินค้า จำเป็นต้องทราบถึงลักษณะการจ่ายของสินค้า เพราะในกิจกรรมการจัดจ่ายสินค้านั้นเวลาในการหยิบสินค้าตามคำสั่งซื้อ เวลาที่สูญเสียมากที่สุดใน

กระบวนการดังกล่าวคือการเดินไปที่สินค้า ซึ่งสำหรับการจ่ายสินค้าของคลังสินค้ากรณีศึกษามีลักษณะการจ่ายส่วนใหญ่เป็นแบบกลุ่มสินค้าเดียวกันจ่ายออกไปด้วยกันมากกว่าการรวมสินค้าหลายๆประเภท ดังรูปที่ 5.10 แต่ก็จะเห็นว่าร้อยละ 78.53 ของกลุ่มสินค้าในคำสั่งซื้อเป็นคำสั่งที่มีสินค้าแบบกลุ่มสินค้าเดียวทั้งหมด คือสินค้ากลุ่ม MMM:(B) กลุ่มสินค้า SSS:(D) กลุ่มสินค้า UUU:(E) และกลุ่มสินค้า AAA:(A) ตามลำดับ สำหรับสินค้าที่มีจ่ายร่วมกัน 2 กลุ่มจะเป็นกลุ่มสินค้า SSS,UUU:(DE) กลุ่มสินค้า SSS ,UUU:(BE) กลุ่มสินค้า AAA,UUU:(AE) ตามลำดับ และสินค้าจ่ายร่วมกัน 3 กลุ่มคือกลุ่มสินค้า AAA,SSS,UUU:(ADE) ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจึงควรวางกลุ่มสินค้า UUU:(E) ให้เชื่อมต่อกับกลุ่ม MMM:(B), AAA:(A), SSS:(D) เพื่อให้การเดินข้ามระหว่างกลุ่มสินค้ามีระยะสั้นที่สุด



	B	D	E	A	DE	BE	ADE	C	AE	AD	AB	ABDE	BD	BDE	ABE	ABD	BC	ACDE	ABCDE	AC	ACD	CD	CE	BCD	CDE	ACE	BCE	BCDE	ABCD	ABCE	ABC
% จำนวนคำสั่งซื้อ	37.	17.	15.	8.9	4.9	2.6	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%จำนวนคำสั่งซื้อสะสม	37.	54.	69.	78.	83.	86.	87.	89.	91.	92.	94.	95.	96.	97.	98.	98.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	99.	100

รูปที่ 5.10 ลักษณะการจ่ายของกลุ่มสินค้าในคำสั่งซื้อปี 2012

ดังนั้นในการเลือกวางระบบจัดเก็บสินค้าจึงเป็นการวางแบบแบ่งกลุ่ม(Class-Based Storage) ที่ภายในกลุ่มสินค้าเป็นระบบแบบสุ่มโดยไม่มีการข้ามระหว่างโซน โดยในแต่ละโซนจะใช้พื้นที่ตามตารางที่ 5.3 ซึ่งเป็นปริมาณของแต่ละกลุ่มสินค้าในหน่วยพาเลท

หลังจากได้อุปกรณ์จัดเก็บ อุปกรณ์ขนย้าย รูปแบบโซนพื้นที่การจัดเก็บ ปริมาณขนาดพื้นที่กิจกรรมหลักแล้วทำให้ได้แบบผังออกมา 4 แบบดังนี้ คือ

1. ผังแบบ Floor Stack แนวขวาง
2. ผังแบบ Selective Rack แนวขวาง
3. ผังแบบ Floor Stack แนวยาว
4. ผังแบบ Selective Rack แนวยาว

โดยมีความกว้างของช่องทางเดินที่ได้จากอุปกรณ์ขนย้ายจากตารางที่ 5.6 โดยนำค่าคำนวณระยะปลอดภัยได้ดังนี้[21] โดยความหมายแต่ละระยะแสดงในรูปที่ 5.11

ความกว้างโมดุล = ความกว้างช่องทางเดิน + (จำนวนพาเลทในด้านกว้าง *ความกว้างพาเลท)+ระยะเผื่อระหว่างช่องด้านหลังพาเลท

ความยาวโมดุล = ความกว้างเสา + ผลรวมระยะเผื่อระหว่างพาเลท +จำนวนพาเลท*ความกว้างพาเลท

ความสูงโมดุล = ความสูงของพาเลทมีสินค้า+ระยะเผื่อด้านบน+ความสูงคาน

5.4.4 แบบผังตามแนวขวาง

สำหรับการออกแบบผังในแนวขวางนั้นจะทำการวางแถวของโมดุลหรือชั้นจัดเก็บ ขนานไปกับแนวหน้าท่า โดยทั้งการวางแบบ Floor Stack และ Selective Rack จะวางเหมือนกัน เพียงแต่การวางแบบ Floor Stack จะวางได้เพียง 2 ชั้นเพราะกล่องที่ใช้สำหรับสินค้าเครื่องเขียนนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักได้เกินกว่านั้นได้เพราะสินค้าเป็นสินค้าขนาดเล็ก และการใส่สินค้าในลังจะไม่ได้บรรจุมาแบบพอดีชนฝาลังแต่จะมีช่องอากาศระหว่างสินค้าด้วย ซึ่งหากวางเกินกว่า 2 ชั้นจะทำให้กล่องสินค้าพักและอาจทำให้สินค้าเสียหายได้ นอกจากนี้แล้ว Floor Stackไม่ต้องคำนวณระยะเสา คาน เพราะไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดผลที่ได้จะไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นสามารถใช้ค่าที่ได้จากการวางผังของ Selective Rack ได้

สำหรับค่าในการออกแบบที่ใช้แทนค่าในสมการ เป็นดังนี้ และแสดงได้ดังรูป 5.11 (ก) และ (ข)

ความกว้างทางเดินสำหรับ Reach Truck = 3 ม.

ขนาดพาเลท = 1.2x1.0 ม.

จำนวนพาเลท Single Deep ต่อโมดุล = 2

ความกว้างเสา = 0.12 ม.

ระยะเผื่อระหว่างพาเลท = 0.10 ม.

ระยะเผื่อด้านบน = 0.15 ม.

ระยะเผื่อระหว่างช่องด้านหลังพาเลท = 0.10 ม.

ความสูงของคาน = 0.14 ม.

ความสูงของสินค้าบนพาเลท = 1.20 ม.

ความสูงของพาเลท = 0.15 ม.

- **แบบ Selective แนวขวาง**

สำหรับการวางผังขวางขนาดคลังที่ใช้คำนวณจะเป็นดังนี้

ด้านกว้างของคลังที่ใช้คำนวณจะมีความยาว (ลบความลึกท่าและระยะลึกพื้นที่จัดจ่ายสินค้า) = 52, 28, 7.5 ม.

ด้านยาวของคลังที่ใช้คำนวณจะมีความยาว

= 24 ม.

ความสูงของคลังที่ใช้คำนวณ(หลังลบระยะอุปกรณ์ดับเพลิง)[5]

= 11 ม.

ดังนั้น

ความกว้างโมดุล = 3.0+2+0.1= 5.1 ม.

ความยาวโมดุล = 0.12+3*(0.1)+2*(1.2) = 2.82 ม.

ความสูงโมดุล = (1.2+0.15)+0.15+0.14 =1.64 ม.

เมื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณระยะเทียบกับความยาวแต่ละด้านของผังเพื่อหาจำนวนแถวโมดุล

ด้าน 52 ม.จะได้ = 52/5.1 = 10 แถวโมดุล

ด้าน 28 ม.จะได้ = 28/5.1 = 5 แถวโมดุล

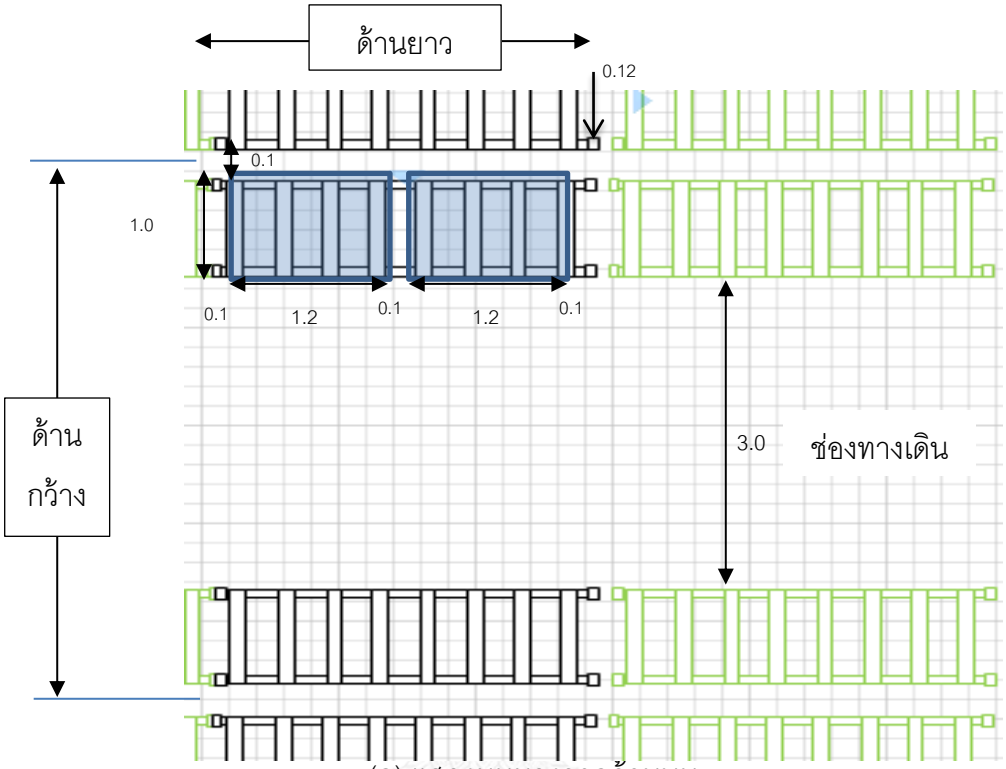
ด้าน 7.5 ม.จะได้ = 7.5/5.1 = 1 แถวโมดุล

จำนวนแถวของโมดุลในแนวยาวจะได้

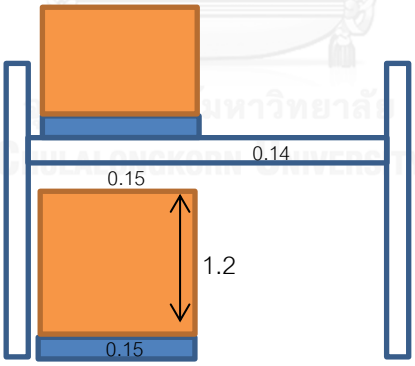
= 24/2.82 = 8 แถวโมดุล

จำนวนระดับชั้นวาง = 11/1.64 = 6 ชั้น

จากที่พื้นคลังสามารถรับน้ำหนักได้ 5 ตัน ต่อ ตารางเมตร และน้ำหนักต่อพาเลทสินค้าอยู่ที่ 700 กิโลกรัม เมื่อวาง 6 ชั้น จะเห็นว่า พื้นคลังสามารถรองรับการวางน้ำหนักสำหรับ 6 ชั้น(6*0.7 = 4.2 ตัน)ได้ ดังนั้นเมื่อนำไปวางในผังจริงแล้วจะได้ผังดังรูปที่ 5.12

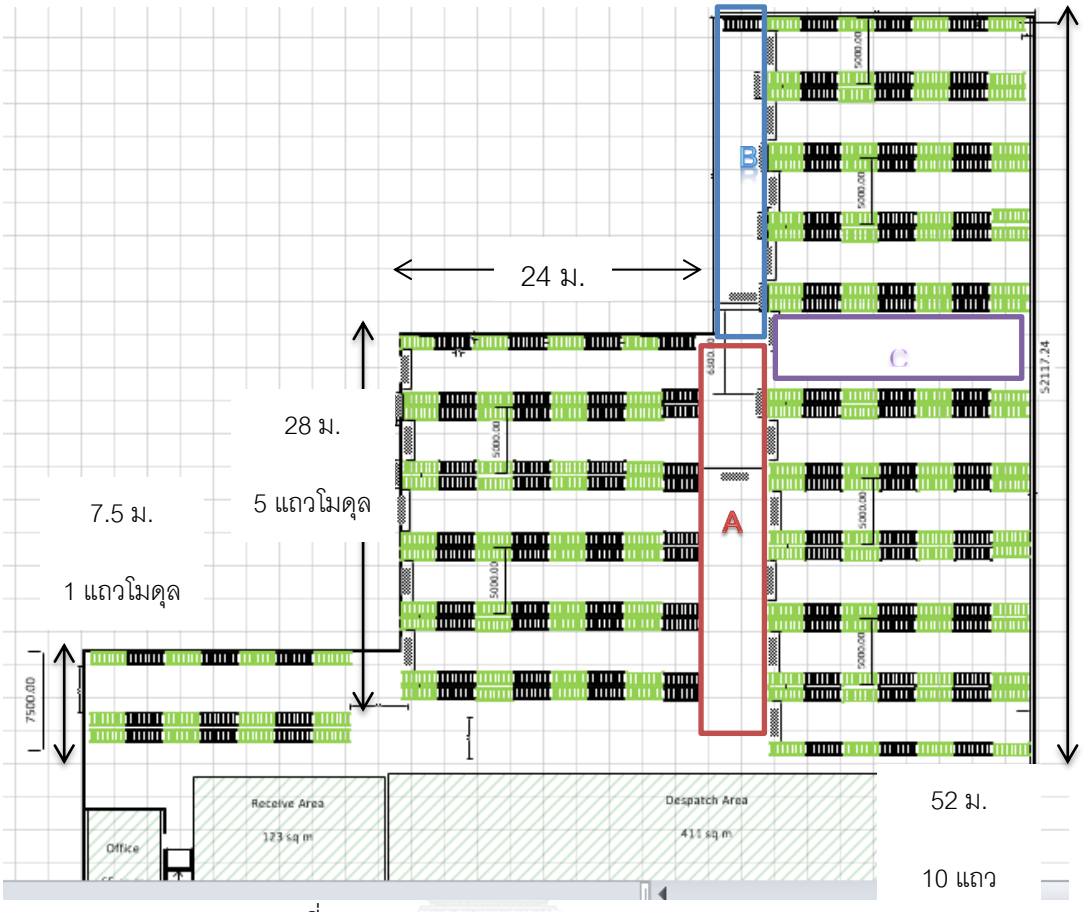


(ก) แสดงมุมมองจากด้านบน



(ข) แสดงมุมมองจากด้านข้าง

รูปที่ 5.11 (ก) และ (ข) แสดงขนาดค่าในการออกแบบระยะชั้นวางสินค้าของโมดุลในแนวขวาง

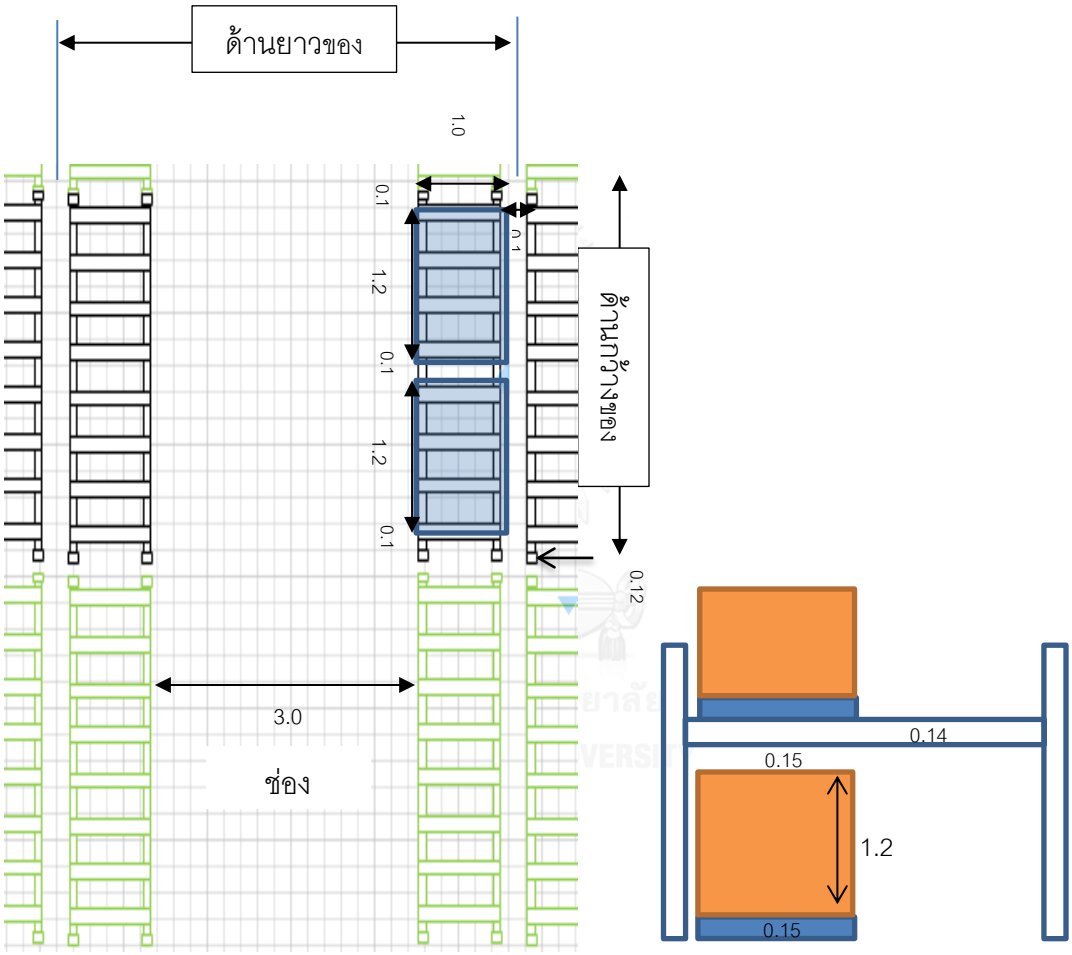


รูปที่ 5.12 แบบ Selective Rack แนวขวาง

จากผังที่ได้จะเห็นว่านอกจากทางเดินที่กำหนดไว้ว่ากว้าง 3.0 เมตรแล้ว จะมีทางเดิน A กว้าง 6.3 ม. ทางเดิน B กว้าง 3.7 ม. และทางเดิน C กว้าง 5.1 ม. เนื่องมากจากว่าการแบ่งแถวในผังนี้ไม่ต้องการให้เกิดการเหลื่อมกันระหว่างแถวโมดุลด้านซ้ายและขวา เพราะจะทำให้การเลี้ยวของ Reach Truck เมื่อทำงานข้ามไปแต่ละโซนเกิดความลำบากและอาจเกิดอุบัติเหตุขับรถชนเสาได้เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของระยะแถว และจากข้อกำหนดเพื่อความปลอดภัยในกรณีฉุกเฉิน เช่น เกิดอัคคีภัย จึงทำให้ต้องมีการเว้นระยะหัวและปลายระหว่างชั้นวางสินค้ากับผนังไว้เพิ่มจากแบบผังชั้นวางสินค้าอีก 40 ซ.ม. ซึ่งจะไม่กระทบกับแบบผังที่ออกแบบไว้แต่อย่างใด เนื่องจากช่องทางเดิน A และ B มีระยะเพียงพอ ทำให้ส่วนด้านยาวฝั่งขวาของช่องทางเดิน A ที่คำนวณได้ 8 โมดุล เหลือ 7 โมดุล เช่นเดียวกันกับโซนบริเวณหน้าสำนักงานที่วางชั้นวางสินค้าจริงได้เพียง 7 โมดุล ซึ่งเป็นเหตุการณ์ปกติในการออกแบบผังที่ต้องแก้ไขตามผังจริงหน้างาน ตามประสบการณ์ของผู้ออกแบบและความจำเป็นของแต่ละผัง

5.4.5 แบบผังตามแนวยาว

สำหรับการออกแบบผังในแนวยาว จะทำการวางแถวของโมดุลหรือชั้นจัดเก็บไปในแนวตั้งฉากหน้าท่า โดยทั้งการวางแบบ Floor Stack และ Selective Rack จะวางเหมือนกันแต่การวางแบบ Floor Stack จะวางได้เพียง 2 ชั้นเช่นเดียวกันกับแนวขวางที่กล่าวไปแล้ว



(ก) แสดงมุมมองจากด้านบน (ข) แสดงมุมมองจากด้านข้าง

รูปที่ 5.13 (ก) และ (ข) แสดงขนาดค่าในการออกแบบระยะชั้นวางสินค้าในแนวยาว

สำหรับค่าในการออกแบบที่ใช้แทนค่าในสมการจะเหมือนกันกับค่าที่ใช้ในแนวขวาง เพียงแต่จะกลับด้านกันคือด้านกว้างโมดุลของผังแนวขวางจะเป็นด้านยาวของโมดุลผังแนวยาว

และ ด้านยาวโมดุลของแนวขวางจะเป็นด้านขวางของโมดุลแนวยาวโดยแสดงค่าต่างๆได้ดังรูป 5.13 (ก) และ (ข)โดยในการวางผังแนวขวางจะใช้ขนาดต่างๆในคลังเพื่อคำนวณเป็นดังนี้

ด้านกว้างของคลังที่ใช้คำนวณจะมีความยาว (ลบความลึกท่าและระยะลึกพื้นที่จัดจ่ายสินค้า) = 55, 28, 8.5 ม.

ด้านยาวของคลังที่ใช้คำนวณจะมีความยาว

= 24 ม.

ความสูงที่ใช้คำนวณ(หลังลบระยะอุปกรณ์ดับเพลิง)[5]

= 11 ม.

ดังนั้น

ความกว้างโมดุล = 0.12+3*(0.1)+2*(1.2) = 2.82 ม.

ความยาวโมดุล = 3.0+2+0.1= 5.1 ม.

ความสูงโมดุล = (1.2+0.15)+0.15+0.14 =1.64 ม.

จำนวนแถวของโมดุลในแนวขวางจะได้

ด้าน 52 ม.จะได้ = 55/2.82 = 19 แถวโมดุล

ด้าน 28 ม.จะได้ = 28/2.82 = 9 แถวโมดุล

ด้าน 7.5 ม.จะได้ = 8.5/2.82 = 3 แถวโมดุล

จำนวนแถวของโมดุลในแนวยาวจะได้

= 24/5.1 = 4 แถวโมดุล

จำนวนระดับชั้นวาง = 11/1.64 = 6 ชั้น

ซึ่งเมื่อนำไปวางกับผังพบว่าทางเดินไม่สามารถทำให้เท่ากันทั้งหมดได้ จึงได้มีการปรับขนาดทางเดินจากระยะที่เหลือของแนวยาว ซึ่งคำนวณได้ 4 แถวโมดุล

ระยะที่ใช้งานเท่ากับ 5.1*4 = 20.4 ม.

จากระยะแนวยาว 24 ม. ดังนั้น

ระยะที่เหลือเท่ากับ 24-20.4= 3.6 ม.

ระยะเฉลี่ยเพิ่มในช่องทางเดิน = 3.6/4 = 0.9 ม.

ดังนั้นระยะช่องทางเดินใหม่ = 3.0+0.9 =3.9 ม.

ความยาวโมดุลใหม่ = 3.9+2+0.1 = 6.0 ม.

แต่ทั้งนี้เมื่อนำไปวางกับพื้นที่จริงในผังเปล่าจะได้ช่องทางเดินใหม่เท่ากับ 3.6 – 3.8 ม. โดยทั้งนี้ไม่ได้ 3.9 เพราะเนื่องจากมีการจัดให้แถวตรงกันเป็นแนวเดียวกัน และมีการสร้างช่องทางเดินข้ามระหว่างแถว ตรงกลางและด้านหลัง จึงมีระยะที่เสียไปบ้างซึ่งเป็นเรื่องปกติเพราะต้องใช้การวางผังกับผังจริงเป็นหลัก นอกจากนี้เช่นเดียวกันกับแบบผังแนวขวาง เนื่องจากมีระยะช่องทางเดินเพียงพอสำหรับระยะเว้นระหว่างชั้นวางสินค้ากับกำแพงได้ การเว้นระยะเพื่อเป็นช่องทางฉุกเฉินดังกล่าวจะเพิ่มระยะหัวและปลายชั้นวางอีกด้านละ 40 ซ.ม.ซึ่งสามารถขยับผังได้โดยไม่กระทบต่อแบบเมื่อวางชั้นเก็บจริง เมื่อมีการปรับเพิ่มแถวแล้วจะได้ผังจริงดังรูปที่ 5.14

รูปที่ 5.14 แบบ Selective Rack แนวยาว

เมื่อนำแบบทั้ง 4 มาคำนวณจำนวนพาเลทรวมที่สามารถจัดเก็บได้จะได้ดังตารางที่ 5.7 จากตารางจะพบว่าในแบบที่เป็นการวางแบบ Floor Stack นั้นจำนวนพาเลทจะได้น้อยกว่าแบบ Selective Rack มากเนื่องจากไม่สามารถวางซ้อนสูงได้ อีกทั้งเมื่อเทียบกับความต้องการในแต่ละปีตามตารางที่ 5.3 พบว่าการวางแบบ Floor Stack ไม่สามารถใช้งานได้

ดังนั้นจึงนำผังเฉพาะ Selective Rack นำไปจัดวางผังของกลุ่มสินค้า ซึ่งเมื่อเปลี่ยนจำนวนพาเลทเป็นจำนวนโมดุลที่ต้องใช้ในแต่ละกลุ่มสินค้า โดยคิดให้จำนวนชั้นที่อยู่ในระดับใกล้พื้นมีการใช้เต็มมากที่สุดก่อน เมื่อ Trial and Error ตามจำนวนระดับที่มีคือ 1-6 พบว่าตามตารางที่ 5.8ใช้ระดับเท่ากับ 3 ชั้นจะทำให้การใช้โมดุลในระดับที่ใกล้พื้นมีการใช้งานดีที่สุดคือเกินจากที่ต้องการเพียง 9 โมดุล

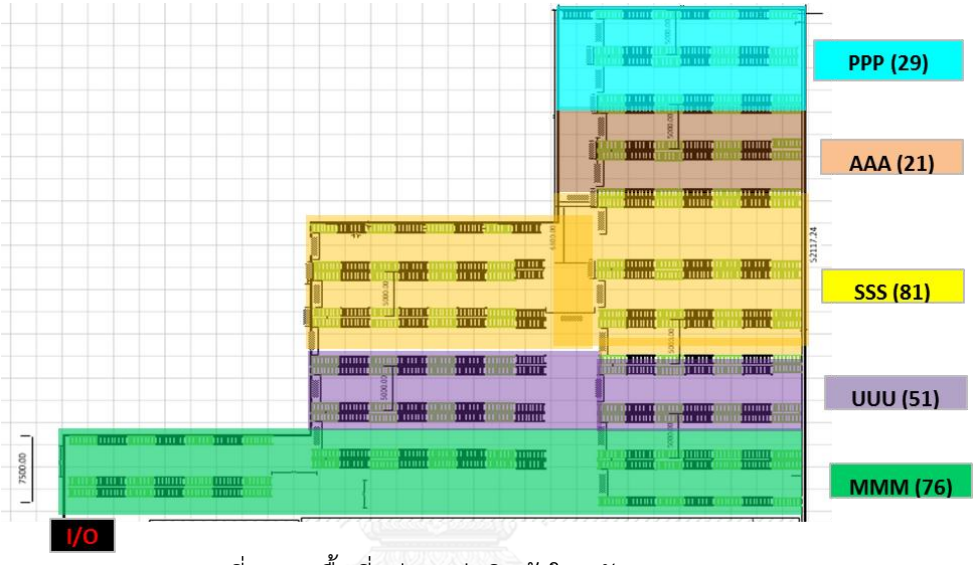
ตารางที่ 5.7 แสดงจำนวนพาเลทในแต่ละผัง

แบบผัง	โมดุล			จำนวนช่องข้ามแถว			**จำนวนพาเลทรวม**
	จำนวนโมดุล	จำนวนพาเลท/โมดุล	จำนวนชั้น	จำนวนโมดุล	จำนวนพาเลท/โมดุล	จำนวนชั้น	
Floor Stack แนวขวาง	**250**	2	2	**0**	0	2	**1,000**
Floor Stack แนวยาว	**252**	2	2	**0**	0	2	**1,008**
Selective แนวขวาง	**250**	2	6	**0**	2	4	**3,000**
Selective แนวยาว	**240**	2	6	**14**	2	4	**2,992**

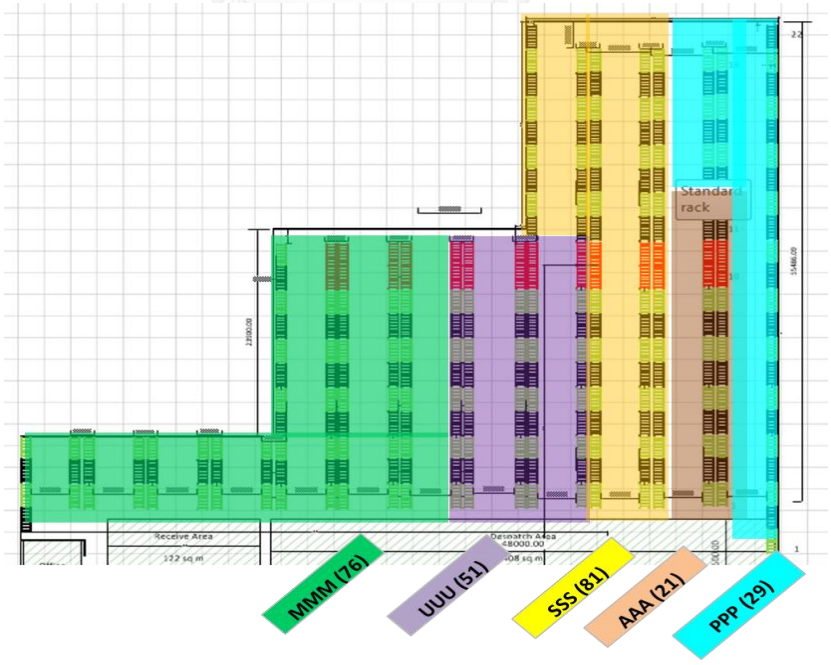
ตารางที่ 5.8 แสดงจำนวนโมดุลที่ใช้งานตามระดับชั้นในแนวสูงที่ใช้งาน

กลุ่มสินค้า	**จำนวนโมดุลตามระดับชั้นที่ใช้งาน**					
	1	2	3	4	5	6
กลุ่มปากกา	243	122	81	61	49	41
กลุ่มอุปกรณ์สำนักงาน	228	114	76	57	46	38
กลุ่มกาว	154	77	51	38	31	26
กลุ่มกระดาษและสมุด	63	31	21	16	13	10
กลุ่มร่วมขายสินค้า	88	44	29	22	18	15
จำนวนโมดุลรวม	776	388	259	194	155	129
จำนวนขาด/เกิน ในผังแนวขวาง	526	138	**9**	-56	-95	-121
จำนวนขาด/เกิน ในผังแนวยาว	536	148	**19**	-46	-85	-111

จากตารางดังกล่าวและรูปแบบการจัดจ่ายตามที่กล่าวมาแล้วในรูป 5.8 เมื่อนำจำนวนพาเลทในแต่ละกลุ่มสินค้าวางลงในผัง โดยเรียงลำดับจำนวนที่มีการจัดจ่ายมากที่สุด คือกลุ่ม MMM UUU SSS AAA และ PPP ตามลำดับให้ใกล้กับจุดเริ่มต้นการทำงาน ซึ่งคือบริเวณออฟฟิศมากที่สุดแต่เนื่องจาก กลุ่มที่จ่ายสินค้าร่วมกัน 2 กลุ่มที่มากที่สุดคือกลุ่ม MMM ร่วมกับ UUU และกลุ่ม SSS ร่วมกับ UUU จึงได้นำ กลุ่ม UUU มาขั้นระหว่าง MMM และ SSS ซึ่งได้ผังออกมาดังรูปที่ 5.14 และ 5.15 โดยตัวเลขในวงเล็บคือจำนวนความต้องการโมดุลของแต่ละกลุ่ม



รูปที่ 5.15 พื้นที่แต่ละกลุ่มสินค้าในคลังแนวขวาง



รูปที่ 5.16 พื้นที่แต่ละกลุ่มสินค้าในคลังแนวยาว

จากผังแบบ Selective Rack ดังกล่าวจะพบว่าแบบที่วางแนวขวางจะได้จำนวนพาเลทรวมมากกว่าการวางแบบแนวยาวและก็ไม่มากนัก อีกทั้งด้วยผังที่ต่างกันทำให้ระยะทางในการจัดจ่ายสินค้า ทั้งในกลุ่มเดียวกันและจ่ายร่วมกันมากกว่า 1 กลุ่มมีระยะห่างต่างกัน ซึ่งเป็นตัวเลขสำคัญในการดำเนินการ ดังนั้นจึงต้องมีการเปรียบเทียบการหยิบจ่ายสินค้า(Picking) ด้วยเพื่อพิจารณาว่าผังใดให้ผลในการหยิบสินค้าได้ดีกว่ากัน

ซึ่งในการเปรียบเทียบดังกล่าว ผู้วิจัยใช้การจำลองสถานการณ์ผ่านแบบจำลองแบบทั้งสอง เพื่อเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียอันนำไปสู่บทสรุปของผังที่ดีที่สุดในบทต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6

การประเมินผลการออกแบบผังคลังสินค้า

ในบทนี้ผู้วิจัยจะนำผังที่ได้จากการออกแบบแล้วมาทำการวัดผลโดยการนำข้อมูลในปี 2012 มาทำการจำลองการหยิบสินค้าในแต่ละผังที่ออกแบบคือผังแบบแนวยาว และผังแบบแนวขวาง เพื่อหาว่าเวลาในการหยิบสินค้าในแต่ละแบบใช้เวลาเท่าไหร่ ต้องมีการใช้ทรัพยากรอย่างไร และเป็นเงินจำนวนเท่าใดเพื่อนำมาสรุปเป็นผลการเปรียบเทียบว่าในการสร้างผังคลังสินค้าเครื่องเขียนนั้นควรใช้แบบใดเป็นแบบที่มีความเหมาะสมตามเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้มากที่สุด

6.1 การจำลองการหยิบสินค้าในผังที่คัดเลือก

ในการจำลองการหยิบสินค้านั้น สิ่งที่เราสนใจในระบบจำลองนี้คือคำสั่งซื้อ(Entity) และขั้นตอนในการหยิบมีขั้นตอนและเวลาในแต่ละขั้นตอนเป็นอย่างไรบ้างในการหยิบ 1 ครั้ง แล้วทำการหาเวลามาตรฐานหรือการกระจายของเวลาในการทำงาน(Processing Time) เวลาระหว่างงานที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง(Inter Arrival Time) นอกจากนี้คือต้องจำนวนของการเกิดสิ่งที่สนใจ (Occurrence) ลักษณะการเกิดและคุณสมบัติของสิ่งที่สนใจ(Characteristics and Attributes) ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน เส้นทางการทำงาน(Path) และทรัพยากรที่ต้องใช้(Resources) แล้วนำมาสร้างแบบจำลองลงในโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ซึ่งทางผู้วิจัยใช้โปรแกรม Arena ในการจำลองระบบ

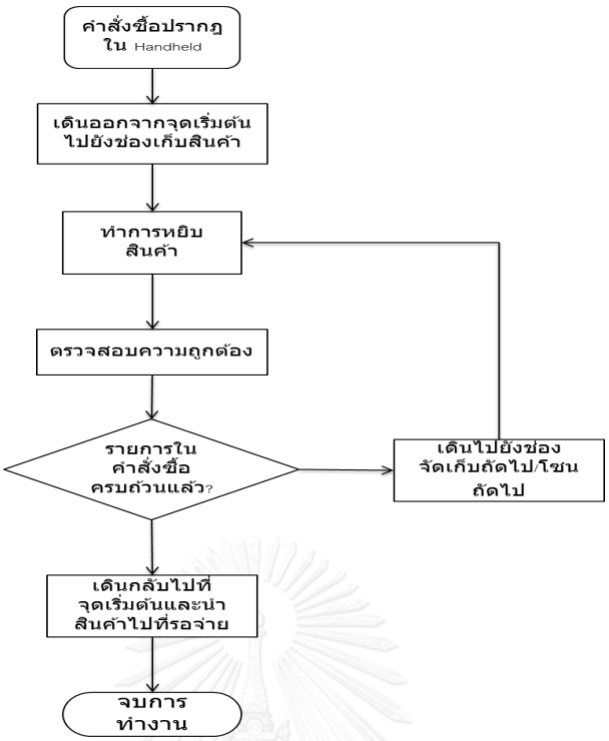
ขั้นตอนการจัดสินค้าของแผนกเครื่องเขียน

1. ในคลังสินค้าของแผนกเครื่องเขียน รับคำสั่งซื้อจากระบบ ERP หรือ SAP แล้วทำการส่งเข้าระบบ Warehouse Management System ที่ชื่อว่า ISIS แล้วจึงทำการเปลี่ยนคำสั่งซื้อดังกล่าวเป็น Load ส่งเข้าสู่ Hand Held
2. ผู้จัดสินค้าหรือ Picker จะเป็นผู้มีหน้าที่จัดสินค้าจะได้รับ Load โดยดูจาก Hand Held ประจำตัว ซึ่งจะบอกข้อมูลว่าคำสั่งดังกล่าวจะต้องหยิบสินค้าจาก Location ที่เก็บสินค้าที่โซนใด จำนวนเท่าไหร่ Picker จะไปที่สถานที่นั้นสแกน Barcode ของ Location เพื่อยืนยันสถานที่เก็บ แล้วหยิบสินค้าตามจำนวนที่ระบุ แต่หากสินค้าอยู่ในระดับชั้นที่มีความสูงเกินกว่าที่พนักงานจะหยิบได้ จะต้องใช้ Reach Truck เพื่อตักสินค้าแทนพนักงาน

3. เมื่อหยิบสินค้าครบในช่องเก็บในรายการใบสั่งซื้อก็จะทำการเดินไปยังช่องเก็บถัดไปตามลำดับระยะทางแล้วทำการหยิบสินค้าจนครบในใบสั่งซื้อ
4. เมื่อใบสั่งซื้อครบตามจำนวนแล้ว ระบบจะพิมพ์ใบปะหรือ Label (ใบแสดงที่ส่งสินค้า) ที่เครื่องพิมพ์ที่หน้าออฟฟิศ พนักงานไปรับใบปะทำการสแกนใบปะ
5. ระบบจะทำการแจ้งต่อว่าให้นำสินค้าดังกล่าวไปวางไว้ที่ท่าใดพนักงานก็จะนำสินค้านั้นไปวางรอไว้ที่บริเวณรอจ่ายสินค้า(Despatch Area)
6. ระบบ SAP จะทำการพิมพ์บิลออกมา และจะถูกส่งให้ Checker ที่บริเวณรอจ่ายสินค้าเพื่อใช้ในการตรวจความถูกต้องของสินค้าที่จัด
7. Checker เมื่อได้รับบิลจะทำการตรวจสอบตามรายการในบิลของสินค้าในคำสั่งซื้อนั้นๆ
8. เมื่อตรวจสอบถูกต้องแล้วสินค้าจะถูกทำการบรรจุหีบห่อ
9. หลังจากนั้นสินค้าและบิลจะถูกจัดส่งโดยแผนกขนส่งต่อไป

จากขั้นตอนดังกล่าว จะเห็นว่าในการเดินไปจัดสินค้าสามารถสรุปเฉพาะขั้นตอนที่ทำการหยิบสินค้าที่เกี่ยวข้องกับผังคือขั้นตอนตั้งแต่ 2-4 แผนภาพการไหลได้ดังรูป 6.1 จากแผนภาพดังกล่าว หากทำการแตกย่อยขั้นตอนการทำงานแล้วเพื่อหาเวลาที่ใช้ในการจัดสินค้าโดยจะสามารถการประเมินเวลาในการหยิบสินค้าจากการเดินไปที่ช่องเก็บที่จัดเก็บสินค้าในกลุ่มดียวกันและการหยิบสินค้าที่มีการจ่ายจากสินค้าที่มีการหยิบจากบริเวณจัดเก็บมากกว่า 1 กลุ่มสามารถคำนวนเวลาได้ดังนี้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



รูปที่ 6.1 ขั้นตอนการจัดสินค้า

1. เวลาในการหยิบสินค้าภายในหมวดหมู่เดียวกัน

$$t_i = 3.1*l_i + t_{pick} + t_{lift} + t_{check} + t_{turn} \quad \text{- (6.1)}$$

2.เวลาในการหยิบสินค้าระหว่างกลุ่ม

$$t_{ij} = 2.27*d_{ij} + 0.5(t_i + t_j) \quad \text{- (6.2)}$$

โดยที่

t_i = เวลาที่ใช้ในการหยิบสินค้าภายในหมวดหมู่ i

t_{ij} = เวลาในการหยิบสินค้าระหว่างหมวดหมู่ i และหมวดหมู่ j

l_i = ระยะทางจำนวนช่องภายในหมวดหมู่ i

d_{ij} = ระยะทางระหว่างหมวดหมู่ i และ j

t_{pick} = เวลาเฉลี่ยในการหยิบสินค้า

t_{check} = เวลาเฉลี่ยในการตรวจสอบความถูกต้อง

t_{turn} = เวลาที่ใช้ในการเลี้ยวระวหว่างช่องหมวดหมู่ i [22]

t_{lift} = เวลาในการยก Pallet ด้านบนออกและนำกลับไปวาง

โดยค่าสัมประสิทธิ์ 3.1และ 2.27 วินาทีในสมการที่ 6.1และ 6.2ได้จากการจับเวลาจริง

การแทนค่าสมการ การกำหนดตำแหน่งของหมวดหมู่สินค้าเพื่อหาระยะ l_i และด d_{ij} นั้นจะทำการหาด้วยพิกัด (x,y) โดยใช้ Centroid ของแต่ละหมวดหมู่ 5 หมวดหมู่เป็นตัวแทนในการคำนวนพิกัดและระยะทางโดยได้ผลดังตารางที่ 6.1 สำหรับผังแบบแนวขวาง และ 6.2 สำหรับผังแบบแนวยาวซึ่งตารางจะแสดงผลพิกัดจุด(Coordinate X,Y)ไว้ที่ด้านซ้าย และแสดงระยะระหว่างจุดจากจุดเริ่มต้นการทำงาน(I/O) และระหว่างจุดพิกัดอื่นที่เป็นตัวแทนของบริเวณการจัดสินค้าในกลุ่มสินค้า 5 กลุ่มซึ่งอยู่ในรูปของเมตริกส์ระยะทางทางแสดงไว้ด้านขวา

ตารางที่ 6.1 พิกัดจุดและระยะทางระหว่างกลุ่มสินค้าในผังแนวขวาง

Coordinate	X	Y	From / To	I/O	MMM	UUU	SSS	AAA	PPP
I/O	0	0	I/O	0.0	41.6	61.2	75.6	102.3	109.5
MMM	40.03	6.01	MMM	41.6	0.0	19.6	34.0	60.7	67.8
UUU	58.74	18.8	UUU	61.2	19.6	0.0	14.4	41.1	48.3
SSS	44.74	29.38	SSS	75.6	34.0	14.4	0.0	26.7	33.8
AAA	60.34	50.11	AAA	102.3	60.7	41.1	26.7	0.0	8.9
PPP	60.34	55.3	PPP	109.5	67.8	48.3	33.8	8.9	0.0

ตารางที่ 6.2 พิกัดจุดและระยะทางระหว่างกลุ่มสินค้าในผังแนวยาว

Coordinate	X	Y	From / To	I/O	MMM	UUU	SSS	AAA	PPP
I/O	0	0	I/O	0.0	41.7	67.0	94.1	89.1	110.4
MMM	25.74	18.1	MMM	41.7	0.0	25.3	52.4	47.5	68.8
UUU	43.54	19.5	UUU	67.0	25.3	0.0	27.1	22.1	43.5
SSS	55.74	37.93	SSS	94.1	52.4	27.1	0.0	25.0	16.3
AAA	66.73	32.52	AAA	89.1	47.5	22.1	25.0	0.0	21.3
PPP	68.74	36.21	PPP	110.4	68.8	43.5	16.3	21.3	0.0

เมื่อนำค่าระยะทางต่างๆในตารางแทนในสมการที่ 6.1 และ 6.2 โดยใช้รูปแบบการจ่ายออกของกลุ่มสินค้าตามรูปที่ 5.10 แล้วเปลี่ยนเป็นค่าพารามิเตอร์และการกระจายทางสถิติ เพื่อนำไปประเมินเวลาในการหยิบสินค้าผ่านการจำลองการจัดสินค้าในแบบจำลอง จะได้ผลสำหรับเปรียบเทียบผังทั้งสองแบบว่าแบบใดสามารถช่วยให้การจัดสินค้ามีความรวดเร็วดีกว่ากัน

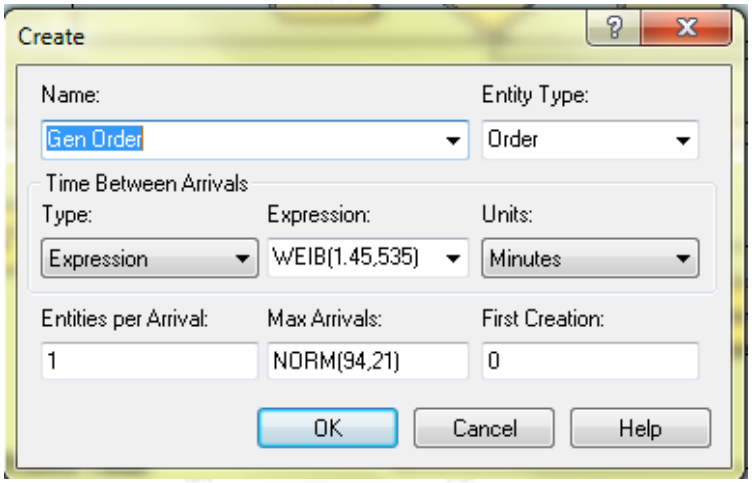
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

6.1.1 การจำลองการหยิบสินค้าในโปรแกรม Arena

เมื่อได้แผนภาพดังกล่าวแล้ว ก็นำไปแปลงข้อมูลต่างๆ เช่น เวลาในการมาถึงของคำสั่งซื้อ (Order Arrival Time) ช่วงเวลาระหว่างคำสั่งซื้อ ถัดๆไป(Inter Arrival Time) ปริมาณคำสั่งซื้อ ในแต่ละวัน ลักษณะการกระจายตัวของคำสั่งซื้อ ปริมาณสินค้าและการกระจายของปริมาณสินค้า ฯลฯ ซึ่งหาได้จากการแปลงข้อมูลเป็นข้อมูลทางสถิติ แล้วทำการเปลี่ยนรูป 6.1 เข้าสู่รูปแบบของกล่องจำลองหรือโมดุลในโปรแกรม Arena เพื่อทำการจำลองสถานการณ์ โดยจะได้รูปแบบการไหลจำลองดังรูปที่ 6.5 โดยอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้[23]

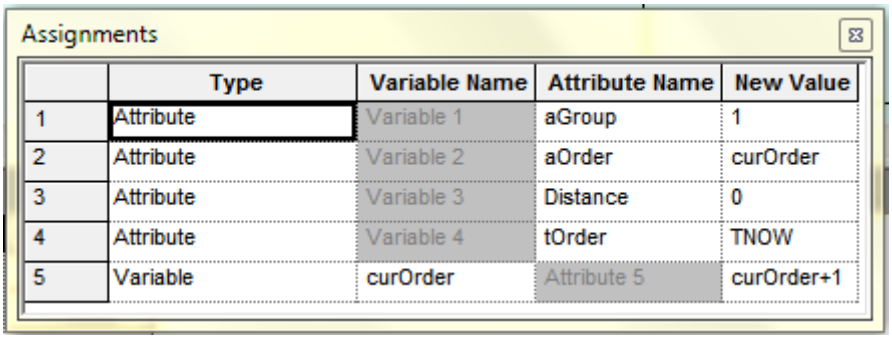
กรอบ Generate Order เป็นการให้โปรแกรม Arena ทำการสร้างคำสั่งซื้อโดยใช้การกระจายจากข้อมูลในอดีตเพื่อจำลองว่าแต่ละคำสั่งซื้อ (Order) มีสินค้าอยู่ในกลุ่มใดบ้าง มีจำนวนรายการ จำนวนสินค้าที่จะต้องทำการหยิบเป็นเท่าไหร่ โดยอธิบายแต่ละขั้นตอนของโมดูลดังนี้

- **Gen Order** หรือ Create Module โมดุลนี้จะสร้างวัตถุที่เราสนใจ (Entity Type) โดยให้ชื่อว่า “Order” โดยกำหนดการมาถึงของOrder ไว้ให้เป็นลักษณะสูตร(Expression)หรือการกระจายที่เราสามารถใส่ค่าได้ ซึ่งการกระจายที่ได้นี้จะมาจากการสรุปค่าทางสถิติที่แสดงในภาคผนวก ซึ่งในที่นี้เวลาการมาถึง(Time Between Arrivals)ของ Order ในแต่ละ Order จะมีเวลาห่างกันลักษณะเป็นการกระจายแบบ Weibul(1.45,535) ในหน่วยนาที (Minutes) และการมา(Entities per Arrival)ของ Order จะมาทีละจำนวน 1 Order โดยมีจำนวน Order ในแต่ละวันทีจำนวนเป็นการกระจายแบบ Normal(94,21) และเริ่มต้นมาถึงเมื่อเวลาในระบบเริ่มต้นขึ้น(First Creation =0)ดังแสดงในภาพ



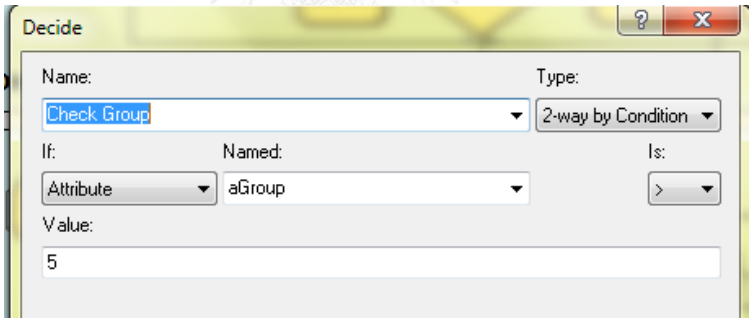
รูปที่ 6.2 แสดงค่าของ Create Module ในการจำลองการหยิบสินค้า

- **Assign Init** เป็น Assign Module ซึ่งจะทำการกำหนดค่าของวัตถุที่เราสนใจเมื่อเข้ามาในระบบ ซึ่งก็คือ Order โดยจากรูป Assign Init จะทำการสร้างตัวแปร(Variables) และคุณสมบัติ(Attributes) ติดตัวไปกับ Order ที่ถูกสร้างขึ้น จากรูป Assign Init จะทำให้ Order มีคุณลักษณะที่ชื่อว่า aGroup มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1 คุณลักษณะ aOrder มีค่าเริ่มต้นเป็น “curOrder” คุณลักษณะ Distance มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 0 คุณลักษณะเวลาที่เริ่มต้นของ Order เป็น “TNOW” ซึ่งเป็นตัวแปรเก็บค่าเวลา และสร้างตัวแปรชื่อ curOrder ให้มีค่าเริ่มต้นเป็น curOrder+1 โดยค่าทั้งหมดนี้จะใช้เพื่อให้ Order ที่สร้างมามีการวนรอบใส่ค่ากลุ่มสินค้าและจำนวน เมื่อเข้าสู่ Decide Module ถัดไป

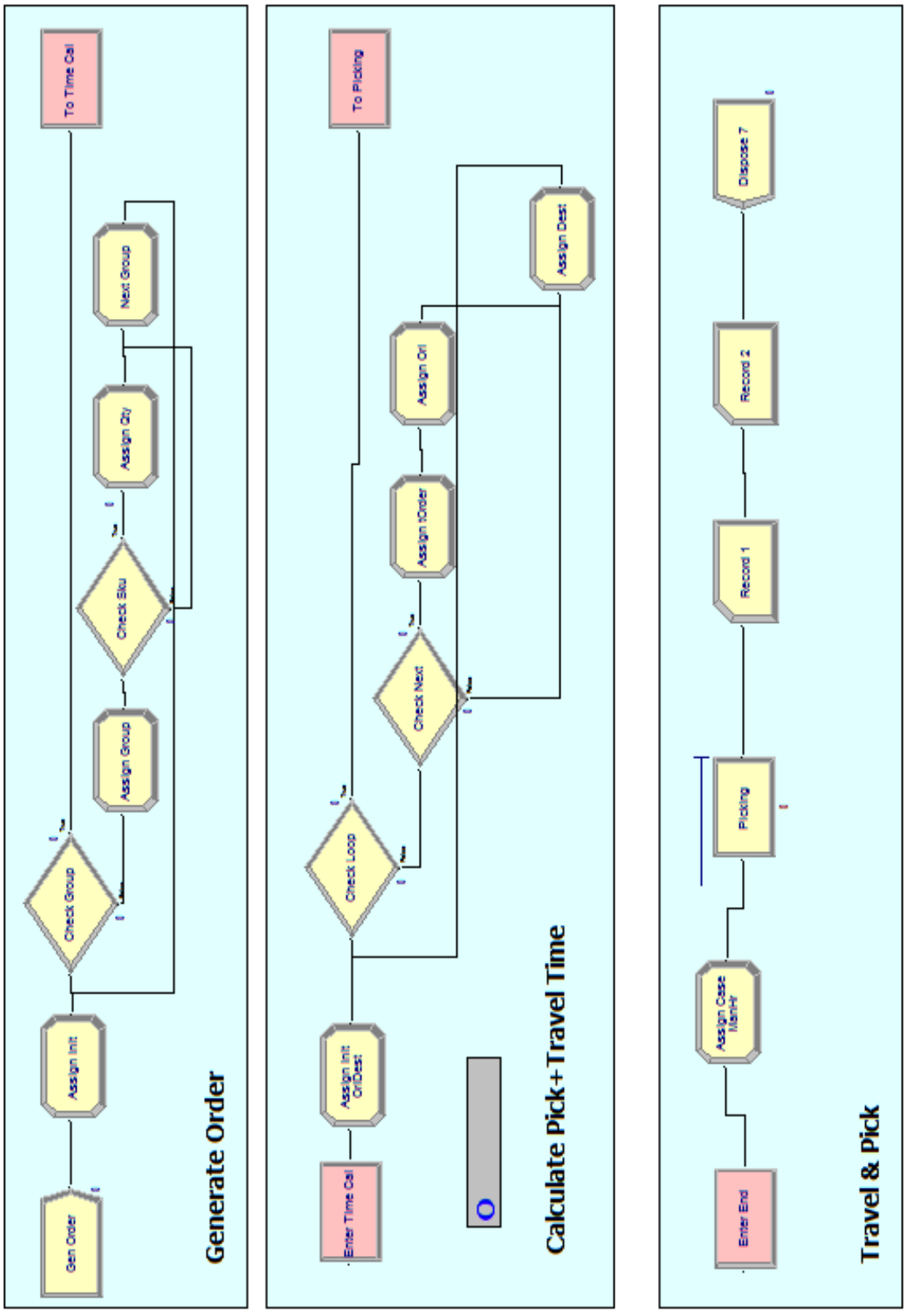


รูปที่ 6.3 แสดงค่าของโมดุล Assign Init ในการจำลองการหยิบสินค้า

- **Check Group** เป็น Decide Module แบบ 2 ทาง โดยที่ทำหน้าที่ตรวจสอบว่า Order ที่เข้าไปได้รับค่าการสร้างกลุ่มและจำนวนรายการในการจัดสินค้าครบแล้วหรือไม่ จากรูปจะเห็นว่า ถ้าหากคุณลักษณะ(Attribute)ของ Order มีคุณลักษณะ aGroup มีค่ามากกว่า 5 (มีกลุ่มสินค้าครบแล้ว 5 กลุ่ม) Order จะเข้าสู่ทางเลือกที่มีค่าเป็นจริง(True)แล้วจะทำการส่ง Order ไปยังโมดุล To Time Cal เพื่อคำนวนเวลาในการหยิบสินค้าซึ่งจะกล่าวไว้ในกรอบการจำลองถัดๆไป



รูปที่ 6.4 แสดงค่าของโมดุล Check Group ในการจำลองการหยิบสินค้า



รูปที่ 6.5 ชุดโมดุลขั้นตอนการจัดสินค้าในโปรแกรม Arena

แต่ในกรณีที่คุณลักษณะ aGroup มีค่าน้อยกว่า 5 เช่น มีค่าเท่ากับ 1 จากการ Assign Init Order ดังกล่าวจะเข้าสู่ทางเลือกที่เป็นเท็จ(False) ก็จะถูกส่งเข้าสู่โมดุล Assign Group ต่อไป

- **Assign Group** เป็น Assign Module ที่จะกำหนดค่า Order ให้มีค่าตัวแปรที่ชื่อ sku เพิ่มเข้าไปดังรูป 6.6 โดยตัวแปรนี้จะเป็นตัวแปรแบบ 2 มิติ มีจำนวน 5 แถว และ 100 หลัก โดยค่า$Order_{ij}$ ที่เข้ามาที่มีค่า i เป็นค่าตามคุณลักษณะ aGroup และหลัก j มีค่าตามคุณลักษณะ aOrder เช่น เมื่อเริ่มต้น Order เข้ามาที่ Assign Group จะมีค่า aGroup = 1และ aOrder=curOrder ซึ่งกำหนดค่าเริ่มต้นไว้ =1 ดังนั้น Sku_{ij} =Sku_{11} จะมีค่าเป็น eval(vGroupSku(aGroup)) โดยคำสั่ง eval จะทำให้ตัวแปร sku มีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นในการเกิดกลุ่มสินค้า 5 กลุ่ม(MMM,UUU,SSS,AAA,PPP) ตามการกระจายที่กำหนดไว้จากค่าสถิติดังรูป6.7 แล้วทำการส่ง Order ที่กำหนดค่าแล้วไปยังโมดุลต่อไป

Assignments

	Type	Variable Name	Row	Column	New Value
1	Variable Array (2D)	sku	aGroup	aOrder	eval(vGroupSku(aGroup))

รูปที่ 6.6 แสดงค่าของโมดุล Assign Group ในการจำลองการหยิบสินค้า

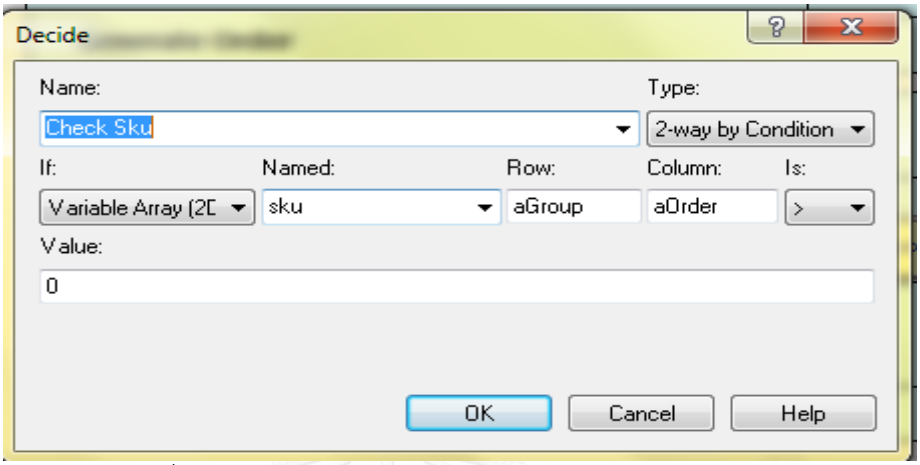
Initial Values

1	"DISC(0.54, 0, 0.63,1,0.72,2,0.79,3,0.84,4,0.87,5,0.89,15,0.98,20,0.99,10,1.0,90)"
2	"DISC(0.7, 0, 0.79,1,0.85,2,0.89,3,0.94,5,0.97,15,0.995,10,0.999,60,1.0, 80)"
3	"DISC(0.7, 0, 0.75,1,0.78,2,0.82, 15,0.847,3,0.87,4,0.89,20,0.95,8,0.97,25,0.999,12,1.0,100)"
4	"DISC(0.82, 0, 0.8531,1,0.88,2,0.9044, 3,0.9208,15,0.9532,20,0.9917,10,1.0,100)"
5	"DISC(0.97, 0, 0.98,1,0.99,2,0.999,5,1.0, 8)"

รูปที่ 6.7 แสดงการกำหนดค่าการกระจายในตัวแปร vGroupSku

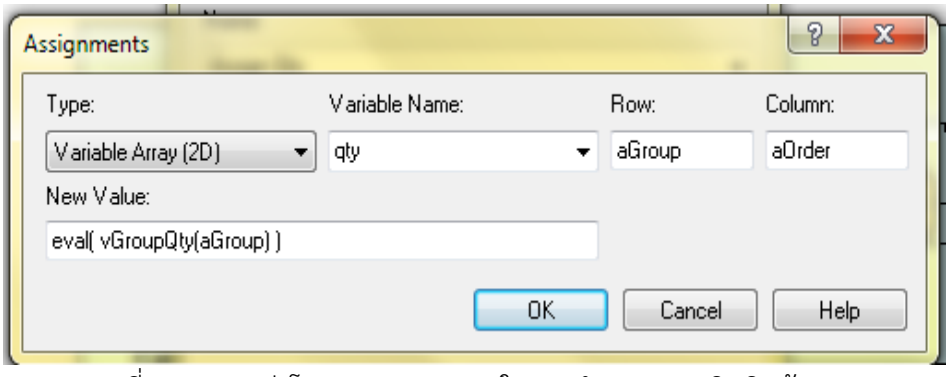
- **Check Sku** เป็น Decide Module แบบ 2 ทางโดยที่ทำหน้าที่ตรวจสอบว่า Order ที่เข้าไปได้รับค่า $Sku_{i=aGroup\ j=aOrder}$ ที่มากกว่า 0 หรือไม่ จากรูปจะเห็นว่า ถ้าหากตัวแปร Sku_{ij} มี มีค่ามากกว่า 0 แล้ว Order จะเข้าสู่ทางเลือกที่มีค่าเป็นจริง(True)แล้วจะทำการส่ง Order ไปยังโมดุล Assign Qty ต่อไป หากไม่ใช่จะทำการส่งไปยังโมดุล Next Group

แทนทั้งนี้เนื่องจากว่าหาก Sku=0 แสดงว่าจะต้องไม่มีจำนวนสินค้าเกิดขึ้นอย่างแน่นอน จึงไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดค่าจำนวนที่จะต้องไปทำการหยิบต่อไปอีก

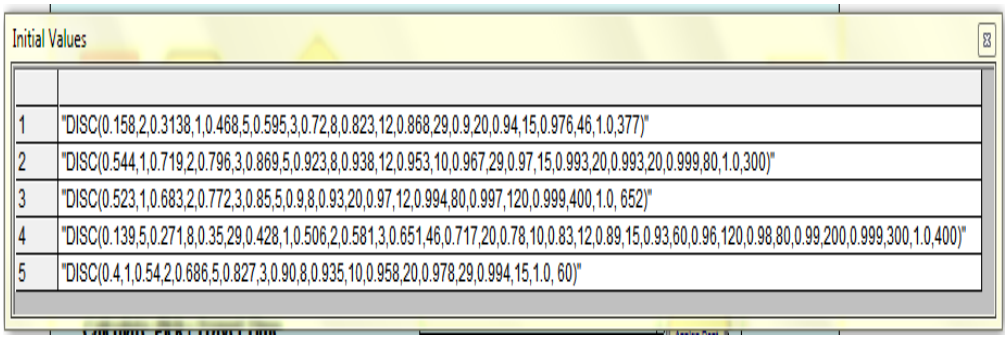


รูปที่ 6.8 แสดงการกำหนดค่าของโมดุล Check Sku

- **Assign Qty** เป็น Assign Module ที่จะกำหนดค่า Order ให้มีค่าตัวแปรที่ชื่อ Qty เพิ่มเข้าไปดังรูป 6.9 โดยตัวแปรนี้จะเป็นตัวแปรแบบ 2 มิติ มีจำนวน 5 แถว และ 100 หลัก เช่นเดียวกัน Sku โดยค่า$Order_{ij}$ ที่มีค่า i เป็นค่าตามคุณลักษณะ aGroup และหลัก j มีค่าตามคุณลักษณะ aOrder โดยค่าตัวแปร Qty_{ij} ใน $Order_{ij}$ จะมีค่าเป็น eval(vGroupQty(aGroup)) โดยคำสั่ง eval จะทำให้ตัวแปร Qty มีค่าเท่ากับความน่าจะเป็นในการเกิดจำนวนสินค้าใน 5 กลุ่ม(MMM,UUU,SSS,AAA,PPP จาก 1 ถึง 5 ตามลำดับ) ตามการกระจายที่กำหนดไว้จากค่าสถิติดังรูป6.10 แล้วทำการส่ง Order ที่กำหนดค่าแล้วไปยังโมดุล Next Group

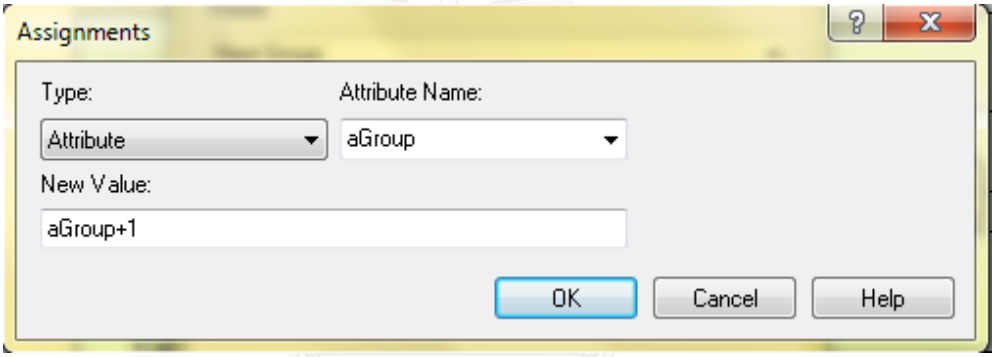


รูปที่ 6.9 แสดงค่าโมดุล Assign Qty ในการจำลองการหยิบสินค้า



รูปที่ 6.10 แสดงการกำหนดค่าการกระจายในตัวแปร vGroupQty

- **Next Group** เป็น Assign Module ที่ทำเพิ่มค่า aGroup เพื่อทำการวนรอบในการสร้างค่าตัวแปร Sku และ Qty เพิ่มจนครบทุกกลุ่มสินค้าจนกว่า โดยใช้การเพิ่มคุณลักษณะ aGroup ทุกครั้ง 1 หน่วยที่มี Order ออกจากโมดุลนี้ดังรูป 6.11



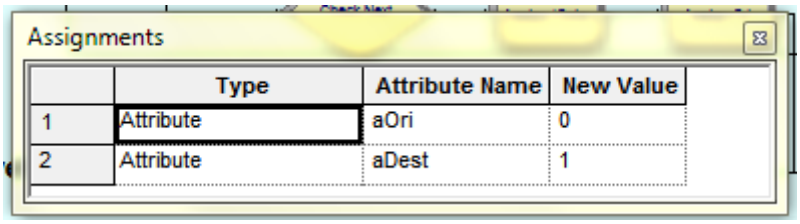
รูปที่ 6.11 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Next Group

โดยเมื่อทำการวนรอบครบจน aGroup มากกว่า 5 หรือคือครบทุกกลุ่มสินค้าแล้ว Order ดังกล่าวจะมีค่ากลุ่มสินค้าและจำนวนในแต่ละกลุ่มสินค้าเพื่อส่งต่อไปทำการคำนวนเวลาในการหยิบสินค้าในกรอบต่อไป

กรอบ Calculate Pick+Travel Time เมื่อโปรแกรมสร้าง Order ที่มีค่ากลุ่มสินค้าและจำนวนเรียบร้อยแล้วในกรอบก่อนหน้า โปรแกรมจะส่ง Order ดังกล่าวเข้าสู่กรอบนี้เพื่อทำการคำนวนว่า Order ดังกล่าวจะต้องให้ Operator หรือตัวแทนของพนักงานหยิบสินค้าเดินไปที่ใดบ้างและต้องใช้เวลาเท่าไหร่ โดยใช้สมการ 6.1 และ 6.2 โดยอธิบายแต่ละขั้นตอนของโมดูลดังนี้

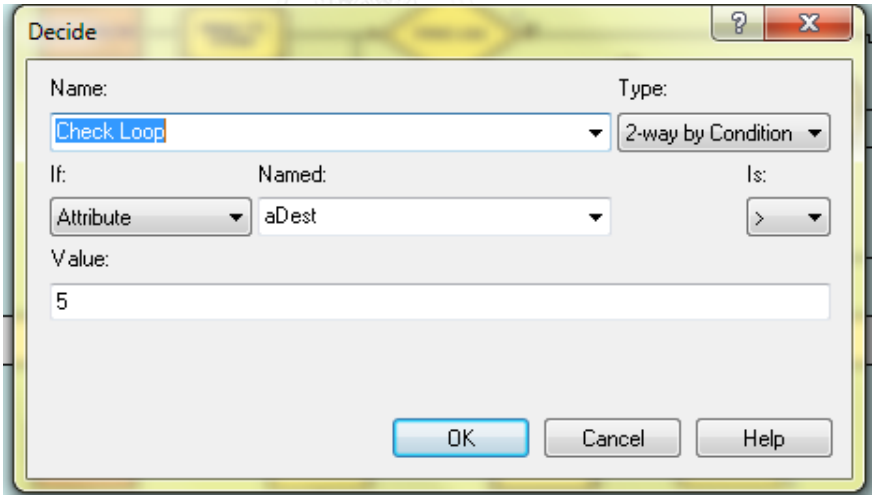
- **Assign Init OriDest** โมดุลนี้จะกำหนดค่าคุณลักษณะเพิ่มให้กับ Order ที่เข้ามาคือจะสร้างคุณลักษณะเพื่อเป็นตัวแทนของจุดเริ่มต้นในการกระบวนการหยิบสินค้า ซึ่งก็คือจุด I/O ในผังซึ่งแทนด้วยคุณลักษณะ aOri โดยเริ่มต้นมีค่าเป็น 0 และคุณลักษณะของ

ปลายทางที่จะต้องเดินไปทำการหยิบสินค้าด้วยคุณลักษณะ aDest โดยค่าเริ่มต้นจะมีค่าเป็น 1 ดังรูปที่ 6.12 แล้วจะส่ง Order เข้าสู่โมดุลถัดไป



รูปที่ 6.12 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Init OriDest

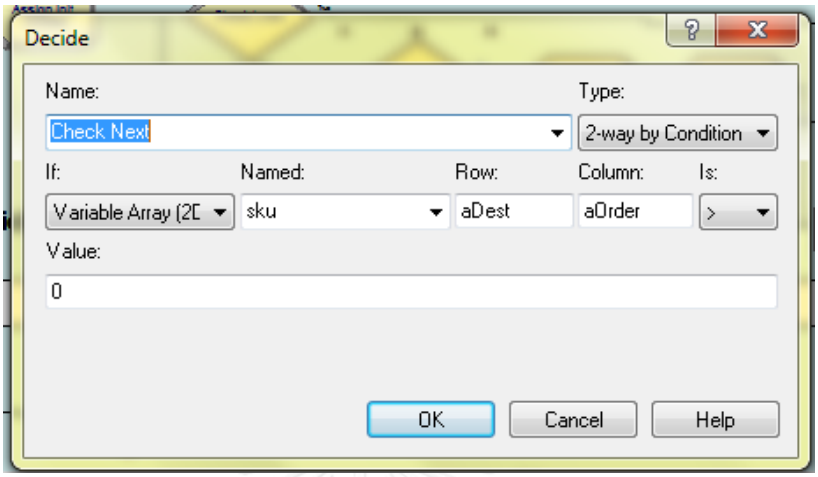
- **Check Loop** เป็นโมดุลตัดสินใจที่ใช้ในการตรวจสอบการให้ Order ที่เข้ามา ถูกพาไปจัดสินค้าให้ครบตามกลุ่มของสินค้าและจำนวนที่ติดมากับตัวแปร vGroupSku และ vGroupQty โดยคุมผ่านค่าคุณลักษณะ aDest ที่หากมากกว่า 5 แล้วก็จะทำให้ค่าตัดสินใจเป็นจริงและส่งไปยังกรอบถัดไป แต่ถ้า aDest ยังน้อยกว่า 5 ก็จะให้ยังวนรอบการหยิบต่อไปดังรูป 6.13



รูปที่ 6.13 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Check Loop

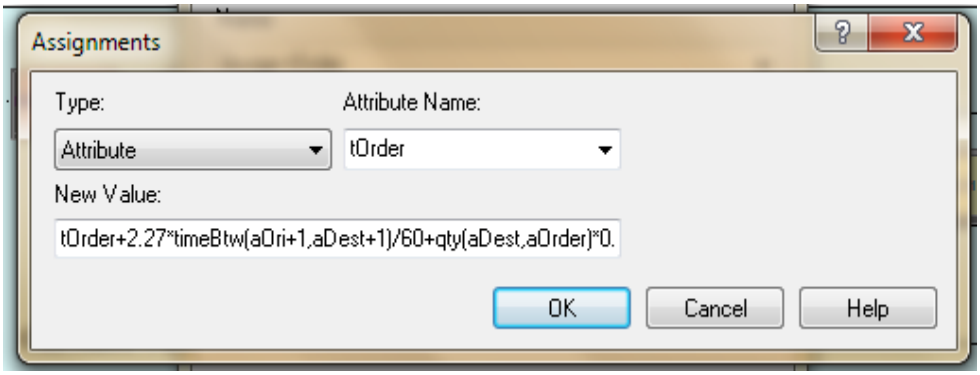
- **Check Next** เป็นโมดุลตัดสินใจที่ใช้ในการแยก Order ที่มีการกำหนดค่าตัวแปร sku ที่มีค่าเป็น 0 ในแถวที่ i=aDest และหลักที่ j=aOrder หรือ $sku_{i=aDest\ j=aOrder}$ ทั้งนี้ที่ต้องมีการแยก Orderดังกล่าวออกเนื่องจากหากมีค่าเป็น 0 ก็จะไม่มีการเดินหรือหยิบสินค้าจึงไม่มีความ

จำเป็นที่จะต้องคำนวนต่อ จึงให้มีส่งกลับไปคำนวนลำดับถัดไปแทนดังทางเลือกที่เป็นเท็จดังรูปที่ 6.14



รูปที่ 6.14 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Check Next

- **Assign tOrder** เป็นโมดุลในการคำนวนค่าเวลาของ Order ซึ่งมีค่าเวลาติดตัวมาในตอนสร้างเป็น tOrder ซึ่งหาก Order มีกลุ่มสินค้าและจำนวนสินค้า จะใช้เวลาในการหยิบสินค้าแปลงจากสมการ 6.1 และ 6.2 เป็นดังรูปที่ 6.15 ดังนั้นเวลาที่ได้รับการกำหนดค่าในโมดุลนี้จะมีค่าเท่ากับ tOrder+2.27*timeBtw(aOri+1,aDest+1)/60 +qty(aDest,aOrder)*0.15+ (sku (aDest, aOrder)-1)*tSku(aDest) +0.3+anint (UNIF (0, 1) * 5) * 0.1 โดย timeBtw จะเป็นตัวแปรที่เป็นเมตริกซ์ที่ใส่ข้อมูลระยะทางระหว่างจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายในการหยิบสินค้าดังตารางที่ 6.1 หรือ 6.2 ซึ่งแสดงไว้ในรูป 6.16 เพื่อนำมาคำนวนเปลี่ยนเป็นระยะเวลาด้วยค่า 2.27 วินาทีต่อเมตร และ tSku คือระยะเวลาในการหยิบสินค้า 3.1*จำนวนโมดุลในโซน*0.5 ดังรูป 6.17 ส่วนพจน์ qty(aDest,aOrder)*0.15 คือเวลาในการหยิบและตรวจสอบสินค้าต่อ 1 หน่วย qty และพจน์ 0.3+anint(UNIR(0,1)*5)*0.1 คือเวลาในการยกและวางพาเลทจากการสุ่ม 6 ระดับชั้นวาง ใช้เวลาต่อระดับชั้นเท่ากับ 0.1 และเวลาในการนำพาเลทไปเก็บเท่ากับ 0.3 นาที



รูปที่ 6.15 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign tOrder

- **Assign Ori** เป็นโมดุลในการกำหนดค่าของจุดเริ่มต้นใหม่ นั่นคือเมื่อทำการเดินจากจุดเริ่มต้น I/Oหรือ aOri=0 มาหยิบสินค้าที่กลุ่มสินค้า aDest ซึ่งเริ่มต้นเท่ากับ 1 หรือจุดศูนย์กลางตัวแทน(Centroid)ของสินค้ากลุ่ม MMM แล้วโมดุลจะเปลี่ยนค่า aOri เป็นค่า aDest หรือ aOri=1 เพื่อให้ระบบเลื่อนจุดเริ่มต้นใหม่มาที่กลุ่มสินค้า MMM แทนดังแสดงในรูปที่ 6.18

Initial Values

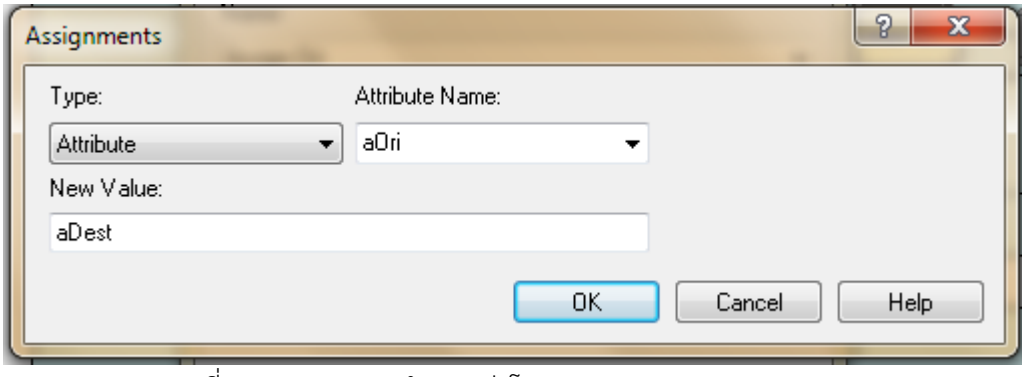
	1	2	3	4	5	6
1	0.0	46	78	74	110	116
2	46	0.0	32	28	64	70
3	78	32	0.0	25	33	38
4	74	28	25	0.0	36	42
5	110	64	33	36	0.0	5.2
6	116	70	38	42	5.2	0.0

รูปที่ 6.16 แสดงการตัวอย่างเมตริกซ์เก็บค่าระยะทางของตัวแปร timeBtw

Initial Values

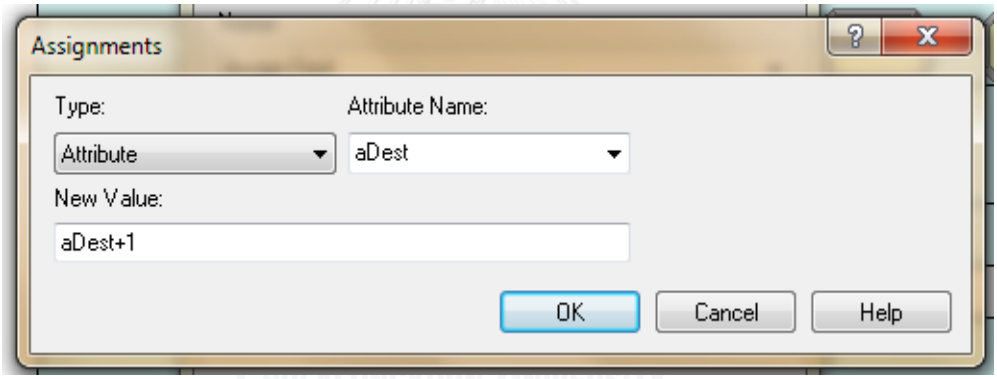
1	1.96
2	1.31
3	2.06
4	0.54
5	0.75

รูปที่ 6.17 แสดงการค่าระยะทางของตัวแปร tSku



รูปที่ 6.18 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Ori

- **Assign Dest** เป็นโมดุลในการกำหนดค่าของจุดปลายใหม่ เช่นเดียวกันกับ Assign Ori นั่นคือเมื่อทำการเดินมาจัดสินค้าที่ aDest ซึ่งเริ่มต้นเท่ากับ 1 แล้ว จุดหมายถัดไปจะเป็น aDest = 2 หรือ aDest=aDest+1 เพื่อให้ระบบเลื่อนจุดเริ่มต้นใหม่มาที่กลุ่มสินค้า MMM แทนดังแสดงในรูปที่ 6.19

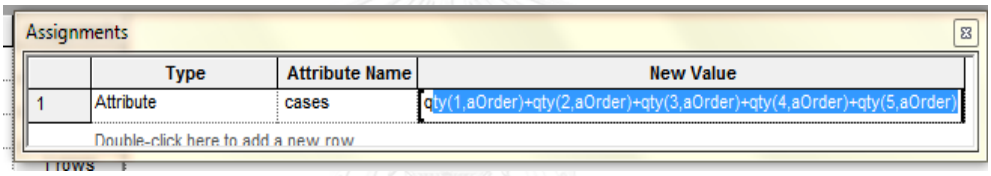


รูปที่ 6.19 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign Dest

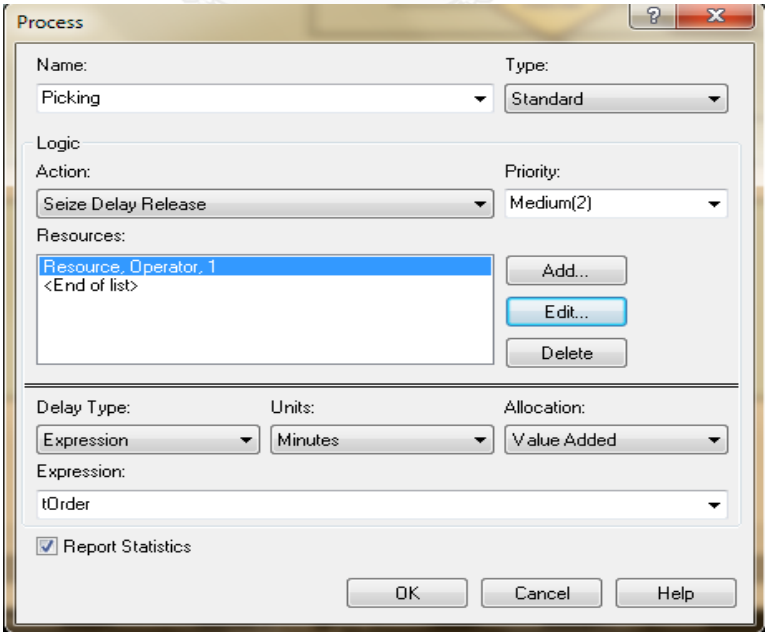
เมื่อได้รับการกำหนดค่าวนรอบจนครบแล้ว นั่นคือ Order ที่เข้ามาจะได้รับการบวกค่าคุณลักษณะ tOrder จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายกลุ่มที่ 1 จนถึงกลุ่มที่ 5 แล้วเดินกลับไปยังจุดเริ่มต้น ระบบก็จะทำการส่ง Order ดังกล่าวไปยังโมดุล To Picking ซึ่งจะไปทำการจำลองการจัด Order ในกรอบถัดไป

กรอบ Travel+Pick นั้น เป็นการนำ Order เข้ามาเพื่อทำการจัดสินค้าจำลอง โดยให้ระบบทำการเสมือนการจัดสินค้าโดยให้ทำการหน่วงค่าเวลาในการจัดสินค้าของทรัพยากร (Resources) ซึ่งในที่นี้คือ Operator ไว้เท่ากับเวลา tOrder โดยใช้โมดุลPicking

- **Assign Case Manhr** โมดุลนี้จะเป็นการกำหนดค่าสำหรับคิดจำนวนลังที่จะให้พนักงานหยิบสินค้า โดยจำนวนลังดังกล่าวจะเป็นผลรวมมาจากจำนวน Qty ที่ Order ถูกกำหนดมาให้ โดยทำการรวมค่าดังกล่าวจากสูตรqty(1,aOrder)+qty(2,aOrder)+qty(3,aOrder)+qty(4,aOrder)+qty(5,aOrder) ดังแสดงในรูป 6.20
- **Picking** โมดุลนี้เป็นการจำลองกระบวนการหยิบสินค้าโดยสั่งให้ทรัพยากร คือ Operator ทำการจัดOrder ที่เข้ามาโดยจะใช้งาน Operator จนกว่าจะจัดสินค้าเสร็จ นั่นคือเวลามากกว่า คุณลักษณะ tOrderที่ติดมาของ Order และเมื่อ Order จะออกจากระบบจะทำการบันทึกจำนวนไว้แล้วปล่อยออกดังรูปที่ 6.21 ทั้งนี้การสร้างค่าทรัพยากร Operator จะกำหนดให้จำนวน Operator ในระบบมีค่าคงที่เท่ากับ 6 คนและสามารถกำหนดค่าจำนวนเงินต่อชั่วโมงการทำงานได้ ซึ่งสำหรับแบบจำลองนี้ไม่ได้ใช้ค่าดังกล่าวในการวิจัย



รูปที่ 6.20 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Assign ManHr



รูปที่ 6.21 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Picking

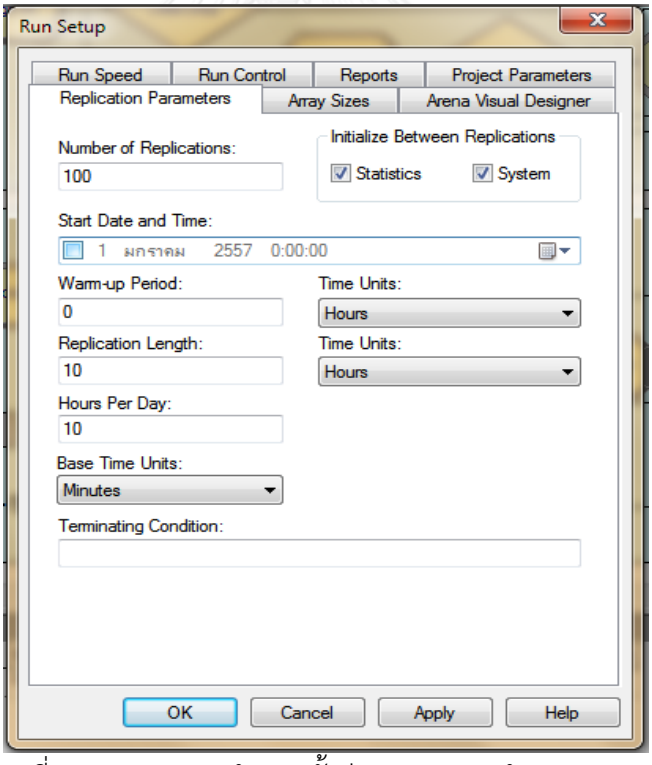
Resource - Basic Process

	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Operator	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	☑

รูปที่ 6.22 แสดงการกำหนดค่าโมดุล Picking

6.2 ผลที่ได้จากการจำลองการจัดเก็บและหยิบสินค้าในผังที่คัดเลือก

เมื่อทำการสร้างแบบจำลองตามค่าพารามิเตอร์ตามขั้นตอนก่อนหน้าเรียบร้อยแล้ว ทำการให้โปรแกรม Arena ทดสอบการจำลองโดยกำหนดให้ใน 1 วันของการทำงานมีเวลาเท่ากับ 10 ชั่วโมง และทำการทดสอบรอบการประมวลผลจำนวน 100 รอบ หน่วยของแบบจำลองเป็นนาที ดังแสดงการตั้งค่าทดสอบดังรูป 6.23 สำหรับผังทั้งสองแบบคือชั้นวาง Selective Racks ตามขวางและตามยาวได้ผลสรุปดังตารางที่ 6.3 และ 6.4



รูปที่ 6.23 แสดงการกำหนดตั้งค่าทดสอบการจำลองผล

ตารางที่ 6.3 ผลของแบบจำลองผังตามแนวขวาง

	Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
แนวขวาง	Time/ Order	57.461	0.830	38.108	64.919
	Waiting Time/Order	135.102	4.850	24.319	178.072
	Total Time/Order	192.563	5.600	62.788	239.749
	Instantaneous Utilization	**Average**	**Half Width**	**Minimum Average**	**Maximum Average**
	Operator	0.913	0.030	0.256	0.994
	Case per ManHr	**Average**	**Half Width**	**Minimum Average**	**Maximum Average**
	totalCases	10.214	0.400	5.536	14.841
	Count Order	53.380	1.070	24.000	60.000

ตารางที่ 6.4 ผลของแบบจำลองผังตามแนวยาว

	Time	Average	Half Width	Minimum Average	Maximum Average
แนวยาว	Time/ Order	57.373	0.830	37.915	64.842
	Waiting Time/Order	134.798	4.850	24.198	177.215
	Total Time/Order	192.171	5.600	62.583	238.774
	Instantaneous Utilization	**Average**	**Half Width**	**Minimum Average**	**Maximum Average**
	Operator	0.913	0.030	0.256	0.994
	Case per ManHr	**Average**	**Half Width**	**Minimum Average**	**Maximum Average**
	totalCases	10.210	0.390	5.536	14.841
	Count Order	53.390	1.070	24.000	60.000

ผลของการจำลองการหยิบสินค้าพบว่าในทั้งสองแบบผังไม่มีความต่างกันทั้งในเรื่องของเวลารวมในการหยิบสินค้าต่อคำสั่งซื้อ(Total Time/Order)เท่ากับ 192±5.6 นาที เวลาในการจัดสินค้า(Time/Order)เท่ากับ 57±0.83 นาที เวลาที่คำสั่งซื้อรอการจัดสินค้า(Waiting Time/Order) 134±4.85 นาที

ไม่มีความต่างกันในเรื่องการใช้ทรัพยากรหรือพนักงานจัดสินค้า(Operator) อยู่ที่ร้อยละ 93±3

จำนวนผลที่ออกจากระบบ ไม่มีความต่างจากจำนวนลังต่อชั่วโมงแรงงาน(Total Cases) เท่ากับ 10±0.39 ลัง และจำนวนคำสั่งซื้อที่จัดได้เท่ากับ 53±1.07 ใบ

และเมื่อเปรียบเทียบความสามารถในการจัดเก็บและอัตราการใช้ประโยชน์ในอีก 3 ปีข้างหน้าจากบทที่ 5 สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเรื่องการใช้ประโยชน์ของผังที่ออกแบบ

แบบผังอุปกรณ์จัดเก็บแบบ Selective Racks	**จำนวนพาเลท**	**ปริมาณพาเลทที่เพิ่มจากคลังเดิม (%)**	**อัตราการใช้งานในปีที่ 3 (%)**
แบบผังแนวขวาง	3,000	77.62%	90.80%
แบบผังแนวยาว	2,992	77.15%	91.05%

จากตารางที่ 6.5 จะเห็นว่าทั้งสองแบบผังเมื่อเทียบกับคลังสินค้าเดิมจะมีพื้นที่ที่รองรับได้ในหน่วยพาเลท ผังทั้งสองแบบสามารถรองรับจำนวนสินค้าที่จัดเก็บได้มากกว่าคลังเดิมทั้งสองแบบโดยสามารถรองรับได้มากกว่าเดิมร้อยละ 77 และสามารถรองรับสินค้าในปีที่ 3 ได้โดยอัตราการใช้ประโยชน์อยู่ที่ร้อยละ 91 ที่จำนวนชั้นวาง 3 ชั้นและจากความสามารถในการจัดเก็บที่ต่างกันเล็กน้อยคือ 3,000 และ 2,992 พาเลท เงินลงทุนจึงไม่แตกต่างกันมากนัก

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ

7.1 ผลสรุปการศึกษา

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์การใช้เลือกที่ตั้งคลังสินค้าด้วยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์และนำมาวางผังโดยเปรียบเทียบด้วยการประเมินการใช้เวลาในการหยิบสินค้า

ในการเลือกที่ตั้งนั้นจะมีจุดที่ตั้งต่างๆกันจำนวน 4 คลังโดยแต่ละคลังจะมีปัจจัยในการพิจารณา 6 ปัจจัยคือความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า ความพร้อมของระบบขนส่ง เขตประกาศห้ามรถบรรทุก ค่าเช่าต่อตร.ม. ปัจจัยด้านแรงงาน ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

โดยทั้งนี้จะเห็นว่าจากปัจจัยทั้งหมด สำหรับผู้ตอบแบบสอบถามซึ่งอยู่ในธุรกิจให้บริการคลังสินค้า จะมุ่งเน้นไปที่เรื่องความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้าเป็นลำดับแรก

ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบตามน้ำหนักรวมจากกระบวนลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แล้วที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่คลังตัวเลือก RBL ที่มีคะแนนน้ำหนักรวมมากที่สุดคือ 31.04%

เมื่อนำผังของคลังตัวเลือก RBL มาสร้างผังอีก 4 แบบโดยใช้เกณฑ์อุปกรณ์ชั้นวางและอุปกรณ์เคลื่อนย้ายตามความเหมาะสมกับลักษณะสินค้าที่จัดเก็บ ได้ออกมาเป็นอุปกรณ์ชั้นจัดเก็บสินค้า 2 แบบ คือแบบวางกอง(Floor Stack) และแบบใช้ชั้นวางสินค้า(Selective Rack) และอุปกร์เคลื่อนย้ายคือใช้ Reach Truck, Pallet Jack, Trolley, Picker

แต่เมื่อนำผังทั้ง 4 วางพาเลทจริงพบว่าการวางแบบ Floor Stack ไม่สามารถรองรับสินค้าในอีก 3 ปีข้างหน้าได้ จึงได้ทำการตัดแบบ Floor Stack ออกโดยเหลือผังที่เป็น Selective Rack เท่านั้น จึงสรุปชุดอุปกรณ์ในการออกแบบคลังสินค้ากรณีศึกษาเป็นดังตารางที่ 7.1

จากการจำลองผลการหยิบสินค้าด้วยแบบจำลองในโปรแกรม Arena ผังและความสามารถในการรองรับสินค้าและอัตราการใช้ประโยชน์ในอีก 3 ปีข้างหน้าพบว่าผังแบบการจัดสินค้าตามแนวยาวและแนวขวางโดยใช้ชั้นวางสินค้า ไม่แตกต่างกันโดยมีพื้นที่ใช้งานมากกว่าคลังเดิม 77% มีอัตตราการใช้ประโยชน์ในปีที่ 3 คือ 91% โดยผลเวลาเฉลี่ยในการจัดสินค้าไม่แตกต่างกันคือคำสั่งซื้อเฉลี่ยใบละ 57 นาที และมีจำนวนลังต่อชั่วโมงแรงงานเท่ากับ 10 ลัง โดยใช้พนักงานจัดสินค้า 6 คนมีอัตราการใช้งานพนักงานที่เฉลี่ยร้อยละ 91

สำหรับรูปแบบปัจจัยการพิจารณานั้นในงานวิจัยนี้เป็นเพียงกรณีศึกษาสำหรับการคัดเลือกที่พิจารณาเฉพาะส่วนที่เกี่ยวกับคลังสินค้ากรณีศึกษาเท่านั้น การนำไปประยุกต์ใช้กับ

คลังสินค้าชนิดอื่น จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนให้เหมาะสมตามนโยบายของแต่ละสินค้าในแต่ละอุตสาหกรรม

ตารางที่ 7.1 สรุปอุปกรณ์เคลื่อนย้ายสินค้าและชุดจัดเก็บที่ในการออกแบบผัง

อุปกรณ์		
ชั้นจัดเก็บสินค้า (Storage Module)	Selective Racks	
อุปกรณ์เคลื่อนย้าย (Handling Equipment)	Reach Truck	
	Pallet Jack	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย CHULALONGKORN UNIVERSITY

อุปกรณ์		
	Trolley	
	Picker	

7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1. เนื่องจากลักษณะทั่วๆไปของสินค้าเครื่องเขียน จะเป็นสินค้าที่ใช้สิ้นเปลืองที่ต้องใช้บ่อย ดังนั้นจึงเป็นสินค้าที่มีราคาต่อหน่วยไม่สูงนักเมื่อเทียบกับสินค้าอื่นๆเช่น ยา หรือ เสื้อผ้า ดังนั้นการลงทุนเพื่อใช้ระบบชุดจัดเก็บแบบอัตโนมัติเช่น AS/RS ระบบถาดหมุน (Carousel) หรือระบบเคลื่อนย้ายอุปกรณ์แบบทางเดินแคบมาก(Very Narrow Aisle) กระทั่งการใช้สายพานลำเลียง(Conveyor) ก็จะพบได้น้อยมาก จึงมีโอกาสเป็นไปได้ยากที่จะออกแบบด้วยอุปกรณ์เหล่านี้แล้วนำมาใช้จริง
2. ยอดขายของสินค้าเครื่องเขียน มีความแปรผันตามฤดูกาลสูง คือในช่วงเปิดเทอมมักมีการทำโปรโมชั่นจากห้างร้านค้าปลีกขนาดใหญ่เพื่อดึงดูดผู้ซื้อหรือการปิดงบประมาณประจำปีของหน่วยราชการ ทำให้ยอดขายในช่วงเดือนเมษายน มิถุนายน และตุลาคม มีความผิดปกติอย่างมาก จึงทำให้การพยากรณ์สถานการณ์ในอนาคตเป็นไปได้ยากไป ถึงแม้การเปิด AEC อันใกล้น่าจะส่งผลดีบ้างเนื่องจากการเหลื่อมกันของช่วงเวลาเปิดเทอมระหว่างระดับมัธยมและอุดมศึกษาที่น่าจะทำให้ยอดขายกระจายตัวทั้งปีมากขึ้นแต่ก็ยังเป็นเรื่องที่ต้องรอการศึกษาเพื่อหาข้อสรุปมาปรับใช้ต่อไป
3. เนื่องจากในงานวิจัยนี้เป็นการวางแบบผังซึ่งไม่ใช่การศึกษาการดำเนินการที่ต้องการความละเอียดสูง การศึกษาจึงใช้ข้อมูลที่มีลักษณะเป็นค่าเฉลี่ย(Average Model) โดย

การรวมข้อมูลออกมาเป็นกลุ่มสินค้า อย่างไรก็ตามเพื่อผลที่ถูกต้องมากขึ้นการใช้การจำลองสถานการณ์จึงมีความจำเป็นในการทดสอบผลการออกแบบดังกล่าว

4. เนื่องจากคลังสินค้ากรณีศึกษา เป็นบริษัทที่มีลูกค้าเป็นบริษัทแม่และบริษัทในเครือเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นการต่อรองเรื่องการจัดการสินค้าคงคลัง ปริมาณการรับสินค้าเข้า และการจัดจ่ายสินค้าออก จะจัดการได้ยากเนื่องจากต้องเป็นฝ่ายที่จะต้องให้บริการในเรื่องพื้นที่รองรับได้อยู่เสมอ การจัดสรรพื้นที่จึงต้องเตรียมเผื่อไว้เช่นพื้นที่รับเข้า และพื้นที่จัดจ่ายจึงต้องเตรียมไว้มากกว่าการจัดการคลังสินค้าทั่วไป

7.3 วิจารณ์ผลการวิจัย

1. การใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์นั้น จากปัจจัยที่ใช้ในการหาที่ตั้งคลังสินค้าพบว่าปัจจัยที่ใช้นั้นเป็นการใช้เพื่อมองหาที่ตั้งเพื่อนำผลที่ได้มาออกแบบ โดยที่ไม่ได้มีการใช้ปัจจัยในเรื่องของรูปร่างคลังสินค้าเข้ามาพิจารณาด้วย อาจทำให้การพิจารณาไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างเท่าเทียมกัน ซึ่งหากต้องการให้การเลือกที่ตั้งสอดคล้องกับการนำไปใช้จริงมากขึ้น ควรเพิ่มการพิจารณาเรื่องดังกล่าวเข้าไปด้วย
2. จากผลอัตราการใช้งานในปีที่ 4 พบว่า คลังสินค้ามีการใช้อยู่ที่ร้อยละ 91 ซึ่งเป็นผลจากการใช้ค่าเฉลี่ยแล้วทำการมองไปยังอนาคตข้างหน้า ซึ่งสินค้าเครื่องเขียนเป็นสินค้าที่มีความเป็นฤดูกาลสูง(Seasonality) การคิดแบบค่าเฉลี่ยทำให้ไม่ได้มีการคิดปริมาณสินค้าในช่วงที่เป็นค่ามากที่สุด(Peak) ดังนั้นในการใช้งานจริงของคลังสินค้านี้ มีความเป็นไปได้ที่จะมีบางช่วงเวลาที่ไม่สามารถจัดเก็บสินค้าให้เพียงพอได้ จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมแผนรองรับเช่น การเช่าคลังสินค้าในภายนอกเพิ่มเติมเพื่อรองรับสินค้าในช่วงเวลาดังกล่าว พิจารณาเพิ่มเติมเข้าไปด้วย เป็นต้น
3. จากการจำลองการหยิบสินค้าภายในแต่ละโซนกลุ่มสินค้านั้น เป็นการหยิบสินค้าแบบสุ่ม โดยใช้การเฉลี่ยค่าความถี่ในการหยิบสินค้าภายในแต่ละกลุ่มสินค้ามีความถี่เท่ากันทั้งหมด ซึ่งในการหยิบสินค้าจริงจะมีสินค้าที่มีความถี่มากน้อยแตกต่างกัน เพื่อการประเมินผลที่แม่นยำใกล้เคียงกับการหยิบสินค้าจริงมากขึ้นควรจะแบ่งโซนภายในกลุ่มสินค้าเป็นโซนย่อยที่มีความถี่เป็นสินค้าที่มีการหยิบบ่อย ปานกลาง และน้อยเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามเนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการวิจัยในระดับแบบผัง การแบ่งโซนกลุ่มสินค้าภายในจึงเป็นส่วนในการออกแบบผังโดยละเอียดสำหรับการนำไปศึกษาต่อไป

4. จากการเปรียบเทียบผังตามแนวยาวและแนวขวางนั้น แม้ใช้การจำลองสถานการณ์การหยิบสินค้าแต่เนื่องจากการใช้จุดศูนย์กลางของกลุ่มสินค้าเป็นตัวแทน การหยิบสินค้าซึ่งใช้ระยะทางจากระบบพิกัดฉาก(Rectangular Coordinate System)จากแนวแกนระนาบและแนวตั้งฉากจะเป็นการเทียบกันระหว่างจุดศูนย์กลางของโซนกลุ่มสินค้ามากกว่าการเปรียบเทียบในแนวผังตามยาวและตามขวางจริง อีกทั้งจำนวนความถี่ที่เกิดขึ้นในการจำลองคำสั่งซื้อนั้นมีความถี่ในการหยิบภายในโซนกลุ่มสินค้าชนิดเดียวมากกว่าการหยิบสินค้าร่วมระหว่างกลุ่ม จึงทำให้ระยะทางและระยะเวลาในการหยิบจากแบบจำลองของทั้งสองผังไม่เห็นความแตกต่างกัน หากต้องการจำลองการหยิบที่ละเอียดสูงขึ้นจำเป็นต้องเพิ่มระยะทางในการเดินตามแนวช่องทางเดินเข้าไปในแบบจำลองด้วย

7.4 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากงานวิจัยนี้ทำเฉพาะการวางผังคลังสินค้าที่แบ่งตามกลุ่มสินค้า ซึ่งทั้งนี้ยังสามารถนำไปต่อยอดสำหรับการวางผังที่ละเอียดมากขึ้น เช่น การกำหนดช่องวาง หรือการปรับเปลี่ยนจากรูปแบบพื้นฐานของอุปกรณ์จัดเก็บให้มีความหลากหลายแบบในการเปรียบเทียบ เช่น การเปลี่ยนความกว้างช่องทางเดินเป็นทางเดินแบบแคบ(Narrow-Aisle) หรือทางเดินแบบแคบมาก (Very Narrow-Aisle)ได้ ซึ่งจะมีผลกระทบต่องบลงทุนทั้งอุปกรณ์เคลื่อนย้าย อุปกรณ์จัดเก็บ แต่ละได้เนื้อที่จัดเก็บสินค้ามากขึ้น ซึ่งเหมาะกับบริษัทหรือสินค้าที่มีมูลค่าสูงที่คุ้มต่อการลงทุน หรือเมื่อคลังสินค้าเครื่องเขียนเติบโตกว่านี้เป็นต้น
2. จากการใช้แบบจำลองจะพบว่าเวลาที่เสียไปส่วนหนึ่งเกิดจากการต้องรอใช้อุปกรณ์คือ Reach Truck ซึ่งเกิดจากวิธีคิดในการจัดจ่ายสินค้าแบบสุ่มซึ่งวิธีการแก้ปัญหาเพื่อลดเวลาแถวคอยดังกล่าวสามารถใช้การออกแบบช่องจัดเก็บหรือ Slotting เข้ามาช่วยได้แต่ทั้งนี้เนื่องจากวิธีการดังกล่าวจะอยู่ในการวางผังแบบละเอียดซึ่งนอกเหนือขอบเขตของงานวิจัยนี้ ซึ่งหากมีการศึกษาต่อไปสามารถนำข้อมูลงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลพื้นฐานได้
3. เนื่องจากการวิจัยนี้เป็นการสร้างผังซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ตัวเลขที่ละเอียดมากนัก ในการลงขนาดในผังจึงใช้ Microsoft Visio ที่ควบคุมการลงขนาดความยาวให้ถูกต้องพอดีกับการจัดเรียนผังได้ยาก หากงานวิจัยต่อไปที่ต้องใช้ความละเอียดสูง อาจจำเป็นต้องใช้โปรแกรม AutoCAD หรือ CAD อื่นๆเพื่อความแม่นยำยิ่งขึ้น

Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

[1] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. การเปิดเสรี AEC...โอกาสและความท้าทายต่อผู้ประกอบการค้าปลีกไทย (มองเศรษฐกิจฉบับที่ 3331). [Online]. แหล่งที่มา: https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/pages/ViewSummary.aspx?docid=29353. [22 สิงหาคม 2012]

[2] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. AEC Data KASIKORNRESEARCH : ธุรกิจค้าปลีกค้าส่ง สินค้าอุปโภคบริโภค การจ้างงาน. [Online]. แหล่งที่มา: https://www.kasikornresearch.com/th/k-econanalysis/pages/ViewSummary.aspx?docid=31632. [13 สิงหาคม 2013]

[3] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย. ธุรกิจคลังสินค้า ... เติบโตจากอานิสงส์การปรับกลยุทธ์รับมือความเสี่ยงภัยพิบัติ (มองเศรษฐกิจฉบับที่ 3286). [Online]. แหล่งที่มา: http://www.kasikornresearch.com/TH/K-EconAnalysis/Pages/ViewSummary.aspx?docid=28841. [18 พฤษภาคม 2012]

[5] คำนาย อภิปรัชญากุล. การจัดการคลังสินค้าและการกระจายสินค้า. กรุงเทพฯ บริษัท โฟกัส มีเดีย แอนด์ พับลิชชิ่ง จำกัด, 2556.

[7] นารีรัตน์ โพธิกุล. การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกที่ตั้งคลังสินค้า, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์ (สหสาขาวิชา), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[8] ประภาศรี สวัสดิ์อำไพรักษ์. การเลือกตำแหน่งของโรงงานโดยการใช้การตัดสินใจหลายเกณฑ์ : กรณีศึกษาบริษัทบรรจุผลิตภัณฑ์, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

[9] ณัทฐริยา ภักดีปัญญา และ ปณิธาน พีรพัฒนา. การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ(SLP)และการประเมินทางเลือกที่เหมาะสมโดยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์(AHP):กรณีศึกษาโรงงานเครื่องจักรกลการเกษตร. การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ ประจำปี พ.ศ. 2556, 2556.

[13] คมกฤต เล็กสกุล. การออกแบบและวางผังโรงงานเชิงวิเคราะห์, ฉบับปรับปรุง. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

[20] บริรักษ์ ยงประเสริฐ. การออกแบบการจัดเก็บและการหยิบชิ้นส่วนยานยนต์ที่มีความเคลื่อนไหวสูงในโรงงานประกอบรถยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกร์มหาวิทยาลัย, 2556.

[23] รุ่งรัตน์ พิสัชเพ็ญ. คู่มือสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั้น จำกัด(มหาชน) 2553.

ภาษาอังกฤษ

[4] E.H. Frazelle. World-Class Warehousing and Material Handling. Singapore: The McGraw-Hill Companies,Inc., 2002.

[6] R.S. Russell and B.W. Taylor. Operations Management, 7th. Asia: John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd., 2011.

[10] J. Korpela and M. Tuominen. A decision aid in warehouse site selection. International Journal of Production Economics, vol. 45, pp. 169-180, Jan 8 1996.

[11] A. Kengpol. Design of a decision support system to evaluate the investment in a new distribution centre. International Journal of Production Economics, vol. 90, pp. 59-70, Jul 8 2004.

[12] T. L. Saaty. How to Make a Decision - the Analytic Hierarchy Process. Interfaces, vol. 24, pp. 19-43, Nov-Dec 1994.

[14] W.H. Hausman, L.B. Schwarz, and S.C. Graves. Optimal Storage Assignment in Automatic Warehousing Systems. Management Science, vol. 22, pp. 629-638, 1976.

[15] J. X. Gu, M. Goetschalckx, and L. F. McGinnis. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. European Journal of Operational Research, vol. 203, pp. 539-549, Jun 16 2010.

[16] R.H. Ballou. Business Logistics: Supply Chain Management, 5th. Prentice Hall, 2003.

[17] P. Baker and M. Canessa. Warehouse design: A structured approach. European Journal of Operational Research, vol. 193, pp. 425-436, Mar 1 2009.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

[18] D.E. Mulcahy. Warehouse and Distribution Operations Handbook. International 1994. Singapore: McGraw-Hill,Inc., 1994.

[19] M. Goetschalckx. Warehousing in the Global Supply Chain Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems. 2012.

[21] G. Richards. Warehouse management : a complete guide it improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Great Britain and the United States: Kogan Page Limited, 2011.

[22] M. Napolitano. The Time,Space & Cost Guide to Better Warehouse Design. Boston: Distribution Group, 2010.

ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก.

แบบสอบถามกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม

ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกที่ตั้งคลังสินค้า

กรุณา เรียงลำดับความสำคัญในแต่ละปัจจัย 8 ปัจจัยต่อไปนี้ โดยสามารถเลือกลำดับได้ตั้งแต่ 1-9 โดยโดยขอให้ปัจจัยแต่ละตัวมีความสำคัญไม่เท่าเทียมกัน

ลำดับที่ 1 คือ มีความสำคัญเท่ากับ 1 (เป็นอันดับน้อยที่สุด)

ลำดับที่ 9 คือ มีความสำคัญเท่ากับ 9 (เป็นอันดับมากที่สุด)

ลำดับที่..... ความพร้อมของระบบขนส่ง เช่นมีทางหลวงตัดผ่านหลายสาย ใกล้กับท่าเรือ เป็นต้น

เหตุผล

……

……

……

……

……

……

ลำดับที่..... เขตประกาศห้ามรถบรรทุก

เหตุผล

……

……

……

……

……

……

……

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับที่..... ปัจจัยค่าขนส่ง

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลำดับที่..... ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับที่..... ค่าเช่าต่อตร.ม.

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลำดับที่..... ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลำดับที่..... ความใกล้ชิดลูกค้า

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ลำดับที่..... ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน เช่น คุณภาพชีวิต ใกล้เคียงกับชุมชน ตลาด สถานศึกษา สาธารณสุข

เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลำดับที่..... อื่นๆ

เหตุผล

……

……

……

……

……

……

<u>ข้อมูลผู้ตอบแบบสอบถาม</u>

ตำแหน่ง.....

ระดับการศึกษาสูงสุด.....

ประสบการณ์ทำงานเกี่ยวกับคลังสินค้า.....

ลักษณะธุรกิจ.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม

ประกอบวิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต

เรื่อง

การการออกแบบผังและระบบเคลื่อนย้ายวัสดุสำหรับคลังสินค้าเครื่องเขียน

โดย

นายวิทิต มนต์ประสิทธิ์

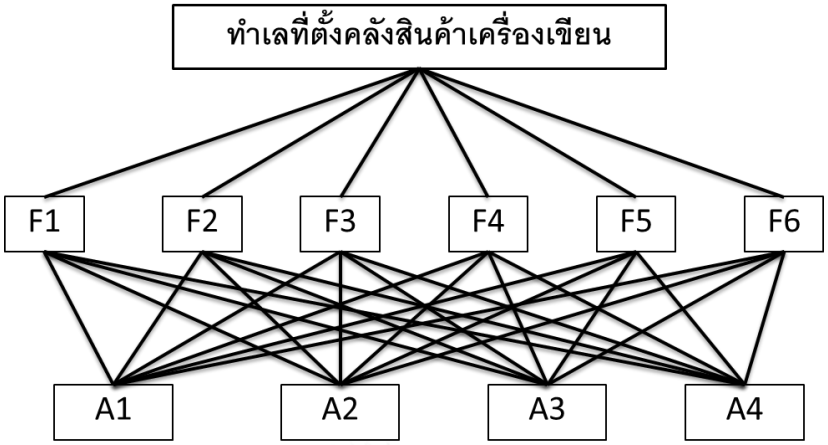
วัตถุประสงค์ :

แบบสอบถามฉบับนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาทำเลที่ตั้งที่ใช้ในการวางแผนผังในการออกแบบคลังสินค้าเครื่องเขียนว่าเป็นทำเลที่เหมาะสม โดยอาศัยทฤษฎีและวิธีการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

Chulalongkorn University

คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาอุตสาหการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



เกณฑ์	ทางเลือก
ปัจจัยที่พิจารณาผลกระทบต่อการเลือกที่ตั้งคลังสินค้าเครื่องเขียน F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า F4: ค่าเช่าต่อตร.ม. F5: ต้นทุนด้านแรงงาน F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	A1: คลัง MCO A2: คลัง RBL A3: คลัง WHL A4: คลัง RBD

ตารางแสดงค่าในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ

ระดับความเข้มข้นของความสำคัญ	**ความหมาย**	**คำอธิบาย**
1	สำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบแล้วมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งในระดับสูงที่สุด
2,4,6,8	ค่าความสำคัญระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญของการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

วิธีการตอบแบบสอบถาม

คำถามทุกข้อในแบบสอบถามจะเริ่มต้นด้วย

คำถามว่า : ท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) มากกว่าตัวเลือก A2(ด้านขวาตาราง) ในแต่ละปัจจัยเท่าไร?

ตัวอย่างดังตาราง

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																ตัวเลือก A2
1.	คลัง MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	คลัง RBL

แปลได้ว่า : ท่านให้ความสำคัญในเรื่องความพร้อมของระบบขนส่งของคลัง MCO มากกว่าอย่างมากที่สุด(7) เมื่อเทียบกับคลัง RBL

แต่ถ้าเป็นในทางกลับกัน ท่านให้ความสำคัญในเรื่องความพร้อมของระบบขนส่ง RBL มากกว่าอย่างมากที่สุด (7) เมื่อเทียบกับคลัง MCO จะเป็นดังตาราง เป็นต้น

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	คลัง MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	(7)	8	9	คลัง RBL

ข้อมูลเบื้องต้นประกอบการพิจารณาในแต่ละปัจจัยมีดังนี้

- ความพร้อมของระบบขนส่ง

คลังที่พิจารณา	**ตำแหน่งที่ตั้ง**	**การคมนาคมขนส่ง**
MCO	บางนา-ตราด กม. 23 ขาออก ติดต่อกับอ.บางเสาธง อ.บางพลี จ.สมุทรปรการ — ห่างจากที่ตั้งเดิม 36 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 26 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 38 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 3.0 ม. เดินทางจากถนนบางนา-ตราด 2.9 ก.ม.(รถใหญ่เข้าได้) — ถนนบางนา-ตราด สามารถเชื่อมต่อกับทางด่วนบูรพาวิถีซึ่งเป็นเส้นทางสำคัญสู่ภาคตะวันออก — ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก — ถนนเทพารักษ์ — ถนนกรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่ — ถนนกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง-อ่อนนุช
WHL	ลาดกระบัง ใกล้นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ใกล้ศุลกากรลาดกระบัง ใกล้มหาวิทยาลัย	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนน 3 เลน กว้าง 8 ม. — ถนน Motor way บางนา-ชลบุรี — สถานีขนถ่ายสินค้า ลานคอนเทน

คลังที่พิจารณา	ตำแหน่งที่ตั้ง	การคมนาคมขนส่ง
	— ห่างจากที่ตั้งเดิม 27 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 10 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 41.2 ก.ม.	เนอร์ — ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก — ถนนกิ่งแก้ว-ร่มเกล้า — สามารถเชื่อมต่อระบบรางรถไฟตะวันออกได้
RBD	ราษฎร์บูรณะ ใกล้แม่น้ำเจ้าพระยา อยู่ฝั่งธนบุรี สามารถเชื่อมต่อไปยังสมุทรสาคร — ห่างจากที่ตั้งเดิม 14.7 ก.ม. — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 42.4 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 11.6 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 4 ม. การจราจรค่อนข้างคับคั่งเนื่องจากเป็นทางข้ามสะพานพระราม 9 — ถนนพระราม 2 — ถนนราษบูรณะ-สุขสวัสดิ์ทางด่วนพิเศษเฉลิมพระนคร
RBL	บางนา-ตราด กม.19 ขาเข้า ติดต่อกับอ.บางเสาธง อ.บางพลี จ.สมุทรปรการ — ถนนกิ่งแก้ว-ลาดกระบัง-อ่อนนุช — ห่างจากสนามบินสุวรรณภูมิ 21 ก.ม. — ห่างจากท่าเรือคลองเตย 30 ก.ม.	1.เส้นทางถนนสำคัญ — ถนนกว้าง 6 ม. เดินทางจากถนนบางนา-ตราด 2.1 ก.ม.(รถใหญ่เข้าได้สะดวก) — ถนนบางนา-ตราด สามารถเชื่อมต่อกับทางด่วนบูรพาวิถีซึ่งเป็นเส้นทางสำคัญสู่ภาคตะวันออก — ถนนวงแหวนกาญจนาภิเษก — ถนนเทพารักษ์ — ห่างจากที่ตั้งเดิม 30 ก.ม.

คลังที่พิจารณา	**ตำแหน่งที่ตั้ง**	**การคมนาคมขนส่ง**
		— ถนนกรุงเทพ-ชลบุรี สายใหม่

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องความพร้อมของระบบขนส่งต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

- เขตประกาศห้ามรถบรรทุก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

คลังที่พิจารณา	**ตำแหน่งที่ตั้ง**
MCO	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกและอยู่นอกเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก)
WHL	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกและวงแหวนรอบนอก(กาญนาภิเษก)
RBD	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกแต่อยู่ในเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก) มีความเสี่ยงในความเสี่ยงในการประกาศห้ามรถบรรทุกวิ่ง
RBL	อยู่นอกเขตห้ามรถบรรทุกอยู่นอกเขตวงแหวนรอบนอก (กาญนาภิเษก)

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องเขตประกาศห้ามรถบรรทุกต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

- ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า

คลังที่พิจารณา	**พื้นที่(ตร.ม.)**	**พื้นที่เหลือใช้ในปีที่**			
		#1	**#2**	**#3**	**#4**
MCO	3,600	1,360	1,091	790	453
WHL	4,648	2,408	2,139	1,838	1,501
RBD	2,379	139	-130	-431	-768
RBL	3,093	853	584	283	-54

หมายเหตุ : พื้นที่เริ่มต้นเฉลี่ย 2,000 ตร.ม. และอัตตราการเติบโตในแต่ละปีเฉลี่ย 12%

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องความสามารถในการขยายคลังสินค้าต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

- ค่าเช่าต่อตร.ม.

คลังที่พิจารณา	**ค่าเช่าต่อ ตร.ม.**	**ค่าใช้จ่ายจากพื้นที่เหลือใช้ในปีที่**			
		#1	#2	#3	#4
MCO	132	179,520	144,038	104,299	59,791
WHL	143	344,344	305,906	262,855	214,637
RBD	176	24,464	0	0	0
RBL	195	166,335	113,919	55,213	0

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องค่าเช่าพื้นที่ต่อตร.ม.ต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

- ต้นทุนด้านแรงงาน

ข้อมูลด้านแรงงาน	คลัง MCO	คลัง WHL	คลัง RBD	คลัง RBL
6. ค่าแรงขั้นต่ำ 7. ค่าจ้างเฉลี่ยต่อเดือน (ไตรมาส 1ปี 2556) 8. ค่าใช้จ่ายต่อครัวเรือน (ปี 2554)	300 11,976 20,158	300 21,383 29,969	300 21,383 29,969	300 11,976 20,158
9. แหล่งงาน	อุตสาหกรรมคลังสินค้าและโลจิสติกส์ขนาดใหญ่ และเขตนิคมอุตสาหกรรมบางพลี	นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง	ไม่มีเขตอุตสาหกรรมและโรงงานขนาดใหญ่	อุตสาหกรรมคลังสินค้าและโลจิสติกส์ขนาดใหญ่ และเขตนิคมอุตสาหกรรมบางพลี
10. จำนวนโรงงานในจังหวัด (โรงงานเฉพาะในเขตที่ตั้ง)	7,945 (2,762)	17,668 (449)	17,668 (752)	7,945 (2,762)
11. กำลังแรงงาน การมีงานทำและการว่างงาน (หน่วย:พันคน) ● จำนวนแรงงานปัจจุบัน ● จำนวนผู้มีงานทำ ● จำนวนผู้ว่างงาน	 767.4 760.3 6.9	 3,892.3 3,875 17.3	 3,892.3 3,875 17.3	 767.4 760.3 6.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลด้านแรงงาน	คลัง MCO	คลัง WHL	คลัง RBD	คลัง RBL
• อัตตราการว่างงาน (อัตตรา)	1.0	0.4	0.4	1.0

ที่มา : การสำรวจภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องต้นทุนด้านแรงงานต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน

คลังที่พิจารณา	ระบบสาธารณูปโภค
MCO	• ระบบถนน • ระบบน้ำประปา • ระบบไฟฟ้า • ระบบโทรศัพท์
WHL	• ระบบถนน รถไฟ • ระบบน้ำประปา • ระบบไฟฟ้า

คลังที่พิจารณา	**ระบบสาธารณูปโภค**
	• ระบบโทรศัพท์
RBD	• ระบบถนน เรือทางน้ำ • ระบบน้ำประปา • ระบบไฟฟ้า • ระบบโทรศัพท์
RBL	• ระบบถนน • ระบบน้ำประปา • ระบบไฟฟ้า • ระบบโทรศัพท์

ข้อมูลด้านสังคมและชุมชน	**คลัง** MCO	**คลัง** WHL	**คลัง** RBD	**คลัง** RBL
พื้นที่ตามสภาพใช้สอย	พื้นที่อุตสาหกรรม	พื้นที่อุตสาหกรรม	พื้นที่อยู่อาศัย	พื้นที่อุตสาหกรรม
จำนวนครัวเรือน (พันครัวเรือน)	143	69.3	35.2	143
สถานศึกษา	51	37	33	51
สถานบริการสาธารณสุข	7	11	4	7

ที่มา : การสำรวจภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และแผนปฏิบัติราชการประจำปีของจังหวัดสมุทรปราการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๕ (อ.บางพลีและบางเสาธง) และข้อมูลสำนักงานเขตราษฎร์บูรณะ ,ลาดกระบัง

โปรดตอบคำถามว่าท่านให้ความสำคัญกับตัวเลือก A1 (ด้านซ้ายตาราง) เปรียบเทียบกับตัวเลือก A2 (ด้านขวาตาราง) ในแต่เรื่องปัจจัยด้านสังคมและชุมชนต่างกันเท่าไร?

ข้อ	ตัวเลือก A1	ลำดับความสำคัญเปรียบเทียบระหว่างตัวเลือก A1 และ A2																	ตัวเลือก A2
1.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** WHL
2.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
3.	**คลัง** MCO	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
4.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBD
5.	**คลัง** WHL	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL
6.	**คลัง** RBD	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	**คลัง** RBL

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

#1										
	F1	F2	F3	F4	F5	F6				
F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง	1.000	0.333	0.200	0.250	2.000	3.000				
F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	3.000	1.000	0.333	0.500	4.000	5.000				
F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	5.000	3.000	1.000	2.000	6.000	7.000				
F4: ค่าเช่าต่อตร.ม.	4.000	2.000	0.500	1.000	5.000	7.000				
F5: ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	0.500	0.250	0.167	0.200	1.000	2.000				
F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	0.333	0.200	0.143	0.143	0.500	1.000				
รวม	13.833	6.783	2.343	4.093	18.500	25.000				
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	น้ำหนักเฉลี่ย (นน. ความสำคัญ)	ผลรวม	รวมถ่วงน้ำหนัก	RI n=6
F1: ความพร้อมของระบบขนส่ง	0.072	0.049	0.085	0.061	0.108	0.120	0.083	0.502	6.070	1.24
F2: เขตประกาศห้ามรถบรรทุก	0.217	0.147	0.142	0.122	0.216	0.200	0.174	1.082	6.215	
F3: ความสามารถในการขยายขนาดคลังสินค้า	0.361	0.442	0.427	0.489	0.324	0.280	0.387	2.433	6.284	
F4: ค่าเช่าต่อตร.ม.	0.289	0.295	0.213	0.244	0.270	0.280	0.265	1.663	6.268	
F5: ค่าแรงที่ใช้ในการดึงดูดแรงงาน	0.036	0.037	0.071	0.049	0.054	0.080	0.055	0.329	6.038	
F6: ปัจจัยด้านสังคมและชุมชน	0.024	0.029	0.061	0.035	0.027	0.040	0.036	0.219	6.068	
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		λ_M	6.157	
								C.I.	0.031	
								C.R.	0.025	

รูปที่ ก.1 แสดงตัวอย่างการคำนวนค่าที่ได้จากแบบสอบถามที่ตั้งคลังสินค้า

จากรูป ในส่วนแรกด้านบนเป็นตาราง(สีเขียว) ที่เป็นผลจากแบบสอบถามโดยผู้ตอบแบบสอบถามได้ทำการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย เช่น ปัจจัย F1:เทียบกับปัจจัย F:2 ปัจจัย F1:F2 จะมีค่าเท่ากับ 0.333 หรือปัจจัย F1 มีความสำคัญน้อยกว่าปัจจัย F2 อยู่ 3 เท่า

และเมื่อเทียบปัจจัยทั้ง 6 ปัจจัยระหว่างกันเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการเทียบเป็นการแปลงค่าให้อยู่ในรูป 1 หน่วย(Normalization) ก็จะได้ผลออกมาเป็นตารางในรูปส่วนล่าง(สีเหลือง) แล้วทำการหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยความสำคัญหรือค่าเฉลี่ยนในแต่ละแถว เพื่อนำมาหาค่า λmax โดยคำนวนความสอดคล้องของการเลือกว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ต่อไป โดยสูตรที่ใช้คำนวนด้วย Microsoft Excel จะแสดงไว้ในรูป ก.2

รูปที่ ก.2 แสดงสูตรในการคำนวน AHP

	F1	F2	F3	F4	F5	F6			
F1	1	0.333333333333333	0.2	0.25	2	3			
F2	=1/D4	1	0.333333333333333	0.5	4	5			
F3	=1/E4	=1/E5	1	2	6	7			
F4	=1/F4	=1/F5	=1/F6	1	5	7			
F5	=1/G4	=1/G5	=1/G6	=1/G7	1	2			
F6	=1/H4	=1/H5	=1/H6	=1/H7	=1/H8	1			
	=SUM(C4:C9)	=SUM(D4:D9)	=SUM(E4:E9)	=SUM(F4:F9)	=SUM(G4:G9)	=SUM(H4:H9)			
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	น้ำหนักเฉลี่ย(บน.ความสำคัญ)	ผลรวม	รวมถ่วงน้ำหนัก
F1	=C4/C$10	=D4/D$10	=E4/E$10	=F4/F$10	=G4/G$10	=H4/H$10	=AVERAGE(C13:H13)	=MMULT(C4:H4,$I$13:$I$18)	=J13/I13
F2	=C5/C$10	=D5/D$10	=E5/E$10	=F5/F$10	=G5/G$10	=H5/H$10	=AVERAGE(C14:H14)	=MMULT(C5:H5,$I$13:$I$18)	=J14/I14
F3	=C6/C$10	=D6/D$10	=E6/E$10	=F6/F$10	=G6/G$10	=H6/H$10	=AVERAGE(C15:H15)	=MMULT(C6:H6,$I$13:$I$18)	=J15/I15
F4	=C7/C$10	=D7/D$10	=E7/E$10	=F7/F$10	=G7/G$10	=H7/H$10	=AVERAGE(C16:H16)	=MMULT(C7:H7,$I$13:$I$18)	=J16/I16
F5	=C8/C$10	=D8/D$10	=E8/E$10	=F8/F$10	=G8/G$10	=H8/H$10	=AVERAGE(C17:H17)	=MMULT(C8:H8,$I$13:$I$18)	=J17/I17
F6	=C9/C$10	=D9/D$10	=E9/E$10	=F9/F$10	=G9/G$10	=H9/H$10	=AVERAGE(C18:H18)	=MMULT(C9:H9,$I$13:$I$18)	=J18/I18
	=SUM(C13:C18)	=SUM(D13:D18)	=SUM(E13:E18)	=SUM(F13:F18)	=SUM(G13:G18)	=SUM(H13:H18)		λ_M	=AVERAGE(K13:K18)
								C.I.	=(K19-COUNTA($C$12:$H$12))/(COUNTA($C$12:$H$12)-1)
								C.R.	=K20/$L$13

RI n=6
1.24

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลทางสถิติสำหรับแบบจำลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

1. การหา Standard Time ในการเดินจัดสินค้าภายในกลุ่มสินค้าเดียวกัน

(ระยะเดินต่อ 1 โมดุล 2.82 ม.)

สูตรการคำนวณจำนวนรอบการทำงานที่ต้องเก็บ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ความแม่นยำที่ ±10%

$$N = \left[\frac{20n}{\sum x} \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n}{n-1}} \right]^2 \quad \text{- (1)}$$

N=37.19 ≈ 38 ซึ่งน้อยกว่า 60 รอบ

ดังนั้น จากรูป ข.1 ค่าทดลองที่เก็บมานั้นเพียงพอแล้ว จึงสามารถนำมาคำนวณหา Standard Time ได้ ดังนี้

จากสูตรการคำนวณหา NT

NT = OT x R/100

ถ้ากำหนดให้ R= 90 **ดังนั้น** NT = 0.9OT

กำหนดให้ Rating = 90 เนื่องจาก สมาชิกทุกคนในกลุ่มมีความเห็นว่า การทำงานของ Qualified worker ทำงานด้วยความชำนาญน่าจะไม่มีความแตกต่างมากนัก

ดังนั้น NT = 2.57 min

จากสูตรการคำนวณหา ST

ST = NT (1+Allowance)

ค่า Allowance

A.	Constant allowances:	
	1. Personal allowance	5
	2. Basic fatigue allowance	4
B.	Variable allowances:	
	1. Abnormal position allowance: awkward	2
	2. Use of force, or muscular energy (lifting, pulling, or pushing): < 5 pounds	5
	3. Atmospheric conditions (heat and humidity): room condition	0

4.	Close attention: Fine or exacting	2
5.	Noise level: Continuous	0
6.	Mental Strain: Fairly complex process	1
7.	Monotony: Medium	1
8.	Tediousness: Rather tedious	0

ดังนั้น จึงคิดค่าของเวลาเผื่อ (Allowance) = 20 %

ST = 2.57 (1+0.2)

= 3.08 min

สรุป Standard Time ของการเดินจัดสินค้าภายในโซนเท่ากับ 3.1 นาที

2.การหา Standard Time ในการเดินจัดสินค้าภายระหว่างกลุ่มสินค้า

(ระยะทาง 1 ม.รวมการเดินข้ามระหว่างช่องทางเดิน)

สูตรการคำนวณจำนวนรอบการทำงานที่ต้องเก็บ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95% ที่ความแม่นยำที่ ±10%

N=33.60 ≈ 34 ซึ่งน้อยกว่า 60 รอบ

ดังนั้น จากรูป ข.2 ค่าทดลองที่เก็บมานั้นเพียงพอแล้ว จึงสามารถนำมาคำนวณหา Standard Time ได้ ดังนี้

กำหนดให้ R= 90 **ดังนั้น** NT = 0.9OT

ดังนั้น NT = 1.89 min

จากสูตรการคำนวณหา ST

ST = NT (1+Allowance)

ค่า Allowance

เนื่องจากเป็นงานลักษณะเดียวกัน จึงใช้ค่าเผื่อเวลาเช่นเดียวกับการเดินภายในกลุ่มสินค้าตามที่ได้แสดงก่อนหน้าแล้ว ดังนั้น

ค่าของเวลาเผื่อ (Allowance) = 20 %

ST = 1.89 (1+0.2)

= 2.27 min

สรุป Standard Time ของการเดินจัดสินค้าภายในระหว่างโซนเท่ากับ 2.27 นาที

ตารางที่ ข.1แสดงข้อมูลเวลาในการเดินภายในโซนกลุ่มสินค้า

Cycle	X	X^2	Rating	NT		Cycle	X	X^2	Rating	NT
1	3.35	11.20	0.90	3.01		31	2.48	6.14	0.90	2.23
2	3.36	11.27	0.90	3.02		32	2.02	4.08	0.90	1.82
3	4.39	19.28	0.90	3.95		33	3.20	10.26	0.90	2.88
4	4.07	16.53	0.90	3.66		34	2.48	6.15	0.90	2.23
5	1.78	3.16	0.90	1.60		35	1.67	2.78	0.90	1.50
6	1.45	2.10	0.90	1.30		36	4.32	18.65	0.90	3.89
7	1.36	1.85	0.90	1.22		37	5.12	26.25	0.90	4.61
8	2.55	6.53	0.90	2.30		38	3.26	10.61	0.90	2.93
9	3.85	14.84	0.90	3.47		39	2.88	8.29	0.90	2.59
10	3.85	14.84	0.90	3.47		40	2.37	5.61	0.90	2.13
11	2.14	4.60	0.90	1.93		41	2.79	7.77	0.90	2.51
12	2.93	8.61	0.90	2.64		42	4.01	16.11	0.90	3.61
13	3.77	14.18	0.90	3.39		43	2.02	4.08	0.90	1.82
14	1.95	3.79	0.90	1.75		44	2.56	6.56	0.90	2.31
15	2.27	5.16	0.90	2.05		45	1.61	2.60	0.90	1.45
16	2.95	8.68	0.90	2.65		46	2.94	8.62	0.90	2.64
17	1.67	2.78	0.90	1.50		47	2.13	4.53	0.90	1.92
18	1.88	3.55	0.90	1.69		48	1.95	3.79	0.90	1.75
19	1.60	2.56	0.90	1.44		49	2.84	8.04	0.90	2.55
20	2.37	5.61	0.90	2.13		50	3.14	9.87	0.90	2.83
21	3.97	15.78	0.90	3.58		51	2.63	6.89	0.90	2.36
22	3.66	13.41	0.90	3.30		52	3.57	12.76	0.90	3.22

ตารางที่ ข.1(ต่อ)

Cycle	X	X^2	Rating	NT		Cycle	X	X^2	Rating	NT
23	3.94	15.53	0.90	3.55		53	2.62	6.85	0.90	2.36

24	3.36	11.27	0.90	3.02		54	2.57	6.59	0.90	2.31
25	4.35	18.97	0.90	3.92		55	2.17	4.70	0.90	1.95
26	3.94	15.53	0.90	3.55		56	2.93	8.61	0.90	2.64
27	1.91	3.63	0.90	1.72		57	2.27	5.16	0.90	2.05
28	2.68	7.19	0.90	2.41		58	3.26	10.61	0.90	2.93
29	2.94	8.62	0.90	2.64		59	3.44	11.85	0.90	3.10
30	3.77	14.18	0.90	3.39		60	2.16	4.68	0.90	1.95

จากตารางจะได้ค่า

Σx = 171.45

Σx^2 = 534.74

$(\Sigma x)^2$ = 29,396.42 , n = 60

$\therefore$ เมื่อแทนค่าในสมการจะได้ N = 37.19 หรือ 38 ครั้ง

และได้ เวลารวม (Total time) = 154.31 นาที

เวลาเฉลี่ย (Average time) = 2.57 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.2 แสดงข้อมูลเวลาในการเดินระหว่างโซนกลุ่มสินค้า

Cycle	X	X^2	Rating	NT		Cycle	X	X^2	Rating	NT
1	3.10	9.59	0.90	2.79		31	2.54	6.45	0.90	2.29
2	1.93	3.73	0.90	1.74		32	2.54	6.45	0.90	2.29
3	1.98	3.92	0.90	1.78		33	2.54	6.45	0.90	2.29
4	2.02	4.06	0.90	1.81		34	1.81	3.29	0.90	1.63
5	1.05	1.09	0.90	0.94		35	2.57	6.59	0.90	2.31
6	1.51	2.28	0.90	1.36		36	1.49	2.22	0.90	1.34
7	2.22	4.91	0.90	1.99		37	1.29	1.65	0.90	1.16
8	2.59	6.73	0.90	2.33		38	2.28	5.22	0.90	2.06
9	2.11	4.45	0.90	1.90		39	1.29	1.65	0.90	1.16
10	3.37	11.36	0.90	3.03		40	2.85	8.12	0.90	2.56
11	2.54	6.48	0.90	2.29		41	1.17	1.36	0.90	1.05
12	2.37	5.61	0.90	2.13		42	1.71	2.91	0.90	1.54
13	1.69	2.86	0.90	1.52		43	2.71	7.33	0.90	2.44
14	2.12	4.49	0.90	1.91		44	1.10	1.20	0.90	0.99
15	1.94	3.76	0.90	1.75		45	1.91	3.67	0.90	1.72
16	2.54	6.45	0.90	2.29		46	2.17	4.69	0.90	1.95
17	2.55	6.50	0.90	2.30		47	1.47	2.15	0.90	1.32
18	2.57	6.60	0.90	2.31		48	2.66	7.08	0.90	2.39
19	1.91	3.67	0.90	1.72		49	1.01	1.02	0.90	0.91
20	2.57	6.59	0.90	2.31		50	2.28	5.20	0.90	2.05
21	1.49	2.22	0.90	1.34		51	2.11	4.45	0.90	1.90
22	2.57	6.60	0.90	2.31		52	1.05	1.09	0.90	0.94
23	2.28	5.22	0.90	2.06		53	2.85	8.13	0.90	2.57
24	2.55	6.50	0.90	2.30		54	2.16	4.65	0.90	1.94

ตารางที่ ข.2(ต่อ)

Cycle	X	X^2	Rating	NT		Cycle	X	X^2	Rating	NT
25	2.85	8.12	0.90	2.56		55	1.49	2.22	0.90	1.34
26	1.17	1.36	0.90	1.05		56	1.63	2.67	0.90	1.47
27	1.71	2.91	0.90	1.54		57	1.49	2.22	0.90	1.34
28	3.37	11.36	0.90	3.03		58	2.54	6.48	0.90	2.29
29	3.38	11.42	0.90	3.04		59	1.69	2.86	0.90	1.52
30	1.91	3.67	0.90	1.72		60	1.98	3.92	0.90	1.78

จากตารางจะได้ค่า

Σx = 126.33

Σx^2 = 287.94

$(\Sigma x)^2$ = 15,958.11 , n = 60

∴ เมื่อแทนค่าในสมการจะได้ N = 33.60 หรือ 34 ครั้ง

และได้ เวลารวม (Total time) = 113.69 นาที

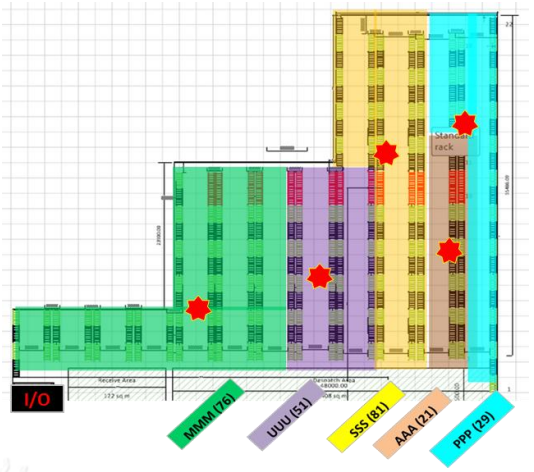
เวลาเฉลี่ย (Average time) = 1.89 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. การหาจุดกึ่งกลางตัวแทนของโซนของกลุ่มสินค้าแต่ละกลุ่มในแบบผังแนวยาว

Center-of-Gravity Coordinates

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}, \qquad y = \frac{\sum_{i=1}^{n} y}{\sum_{i=1}^{n} 1}$$



Center of Gravity	MMM		UUU		SSS		AAA		PPP	
	x =	25.79	x =	47.24	x =	56.52	x =	66.55	x =	69.71
	y =	15.87	y =	19.74	y =	37.58	y =	22.56	y =	40.74

รูปแสดงจุดพิกัดจากการคำนวนจุดศูนย์กลางขนส่ง(Central of Gravity) ของผังแนวยาว

(W = 1 เนื่องจากคิดการจัดเป็นการสุ่มที่มีโอกาสเท่ากันทั้งหมดในโซน)

ตารางที่ ข.3 ข้อมูลพิกัดของแต่ละโมดุลในโซนกลุ่มสินค้าผังแนวยาว

Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
6	2.82	1	6	2.82	1	6	2.82	1
0	2.82	1	42	5.64	1	45.1	36.66	1
0	5.64	1	42	8.46	1	45.1	39.48	1
0	8.46	1	42	11.28	1	45.1	42.3	1
0	11.28	1	42	14.1	1	45.1	45.12	1
6	5.64	1	42	16.92	1	45.1	47.94	1
6	8.46	1	42	19.74	1	45.1	50.76	1
6	11.28	1	42	22.56	1	45.1	53.58	1
7.1	5.64	1	42	25.38	1	45.1	56.4	1
7.1	8.46	1	42	28.2	1	45.1	59.22	1
7.1	11.28	1	42	31.02	1	45.1	62.04	1
12	5.64	1	42	33.84	1	54	36.66	1
12	8.46	1	43.1	5.64	1	54	39.48	1
12	11.28	1	43.1	8.46	1	54	42.3	1
13.1	5.64	1	43.1	11.28	1	54	45.12	1
13.1	8.46	1	43.1	14.1	1	54	47.94	1
13.1	11.28	1	43.1	16.92	1	54	50.76	1
18	5.64	1	43.1	19.74	1	54	53.58	1
18	8.46	1	43.1	22.56	1	54	56.4	1
18	11.28	1	43.1	25.38	1	54	59.22	1

Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
19.1	5.64	1	43.1	28.2	1	54	62.04	1
19.1	8.46	1	43.1	31.02	1	55.1	5.64	1
19.1	11.28	1	43.1	33.84	1	55.1	8.46	1
24	5.64	1	48	5.64	1	55.1	11.28	1
24	8.46	1	48	8.46	1	55.1	14.1	1
24	11.28	1	48	11.28	1	55.1	16.92	1
25.1	5.64	1	48	14.1	1	55.1	19.74	1
25.1	8.46	1	48	16.92	1	55.1	22.56	1
25.1	11.28	1	48	19.74	1	55.1	25.38	1
25.1	14.1	1	48	22.56	1	55.1	28.2	1
25.1	16.92	1	48	25.38	1	55.1	31.02	1
25.1	19.74	1	48	28.2	1	55.1	33.84	1
25.1	22.56	1	48	31.02	1	55.1	36.66	1
25.1	25.38	1	48	33.84	1	55.1	39.48	1
25.1	28.2	1	49.1	5.64	1	55.1	42.3	1
25.1	31.02	1	49.1	8.46	1	55.1	45.12	1
25.1	33.84	1	49.1	11.28	1	55.1	47.94	1
30	5.64	1	49.1	14.1	1	55.1	50.76	1
30	8.46	1	49.1	16.92	1	55.1	53.58	1
30	11.28	1	49.1	19.74	1	55.1	56.4	1
30	5.64	1	49.1	22.56	1	55.1	59.22	1
30	8.46	1	49.1	25.38	1	55.1	62.04	1
30	11.28	1	49.1	28.2	1	60	5.64	1
30	14.1	1	49.1	31.02	1	60	8.46	1
30	16.92	1	49.1	33.84	1	60	11.28	1
30	19.74	1	54	5.64	1	60	14.1	1
30	22.56	1	54	8.46	1	60	16.92	1
30	25.38	1	54	11.28	1	60	19.74	1
30	28.2	1	54	14.1	1	60	22.56	1
30	31.02	1	54	16.92	1	60	25.38	1
30	33.84	1	54	19.74	1	60	28.2	1
31.1	5.64	1	54	22.56	1	60	31.02	1
31.1	8.46	1	54	25.38	1	60	33.84	1
31.1	11.28	1	54	28.2	1	60	36.66	1
31.1	14.1	1	54	31.02	1	60	39.48	1
31.1	16.92	1	54	33.84	1	60	42.3	1
31.1	19.74	1				60	45.12	1
31.1	22.56	1				60	47.94	1
31.1	25.38	1				60	50.76	1
31.1	28.2	1				60	53.58	1
31.1	31.02	1				60	56.4	1
31.1	33.84	1				60	59.22	1
36	5.64	1				60	62.04	1
36	8.46	1				61.1	5.64	1
36	11.28	1				61.1	8.46	1
36	14.1	1				61.1	11.28	1
36	16.92	1				61.1	14.1	1

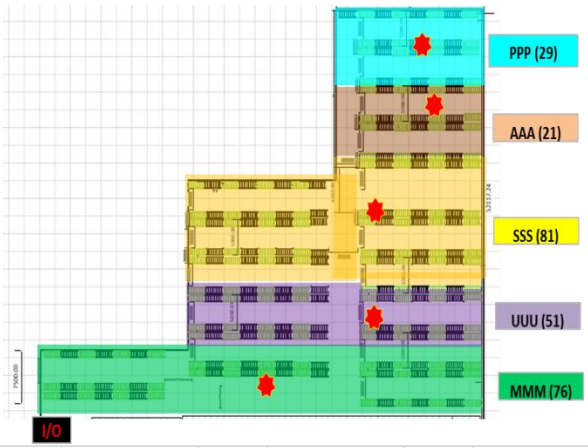
Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
36	19.74	1				61.1	16.92	1
36	22.56	1				61.1	19.74	1
36	25.38	1				61.1	22.56	1
36	28.2	1				61.1	25.38	1
36	31.02	1				61.1	28.2	1
36	33.84	1				61.1	31.02	1
37.1	5.64	1				61.1	33.84	1
37.1	8.46	1				61.1	36.66	1
37.1	11.28	1				61.1	39.48	1
37.1	14.1	1				61.1	42.3	1
37.1	16.92	1				61.1	45.12	1
37.1	19.74	1				61.1	47.94	1
37.1	22.56	1				61.1	50.76	1
37.1	25.38	1				61.1	53.58	1
37.1	28.2	1				61.1	56.4	1
37.1	31.02	1				61.1	59.22	1
37.1	33.84	1				61.1	62.04	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.3 (ต่อ)

Zone AAA			Zone PPP		
X	Y	W	X	Y	W
6	2.82	1	6	2.82	1
66	5.64	1	66	42.3	1
66	8.46	1	66	45.12	1
66	11.28	1	66	47.94	1
66	14.1	1	66	50.76	1
66	16.92	1	66	53.58	1
66	19.74	1	66	56.4	1
66	22.56	1	66	59.22	1
66	25.38	1	66	62.04	1
66	28.2	1	67.1	42.3	1
66	31.02	1	67.1	45.12	1
66	33.84	1	67.1	47.94	1
66	36.66	1	67.1	50.76	1
66	39.48	1	67.1	53.58	1
67.1	5.64	1	67.1	56.4	1
67.1	8.46	1	67.1	59.22	1
67.1	11.28	1	67.1	62.04	1
67.1	14.1	1	72	2.82	1
67.1	16.92	1	72	5.64	1
67.1	19.74	1	72	8.46	1
67.1	22.56	1	72	11.28	1
67.1	25.38	1	72	14.1	1
67.1	28.2	1	72	16.92	1
67.1	31.02	1	72	19.74	1
67.1	33.84	1	72	22.56	1
67.1	36.66	1	72	25.38	1
67.1	39.48	1	72	28.2	1
			72	31.02	1
			72	33.84	1
			72	36.66	1
			72	39.48	1
			72	42.3	1
			72	45.12	1
			72	47.94	1
			72	50.76	1
			72	53.58	1
			72	56.4	1
			72	59.22	1
			72	62.04	1

3. การหาจุดกึ่งกลางตัวแทนของโซนของกลุ่มสินค้าแต่ละกลุ่มในแบบผังแนวขวาง



Center-of-Gravity Coordinates

$$x = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i}, \qquad y = \frac{\sum_{i=1}^{n} y}{\sum_{i=1}^{n} 1}$$

Center of Gravity	MMM		UUU		SSS		AAA		PPP	
	x =	36.62	x =	48.39	x =	49.57	x =	62.23	x =	61.35
	y =	5.00	y =	12.80	y =	26.06	y =	40.10	y =	48.10

รูปแสดงจุดพิกัดจากการคำนวนจุดศูนย์กลางขนส่ง(Central of Gravity) ของผังแนวขวาง

(W = 1 เนื่องจากคิดการจัดเป็นการสุ่มที่มีโอกาสเท่ากันทั้งหมดในโซน)

ตารางที่ ข.4 ข้อมูลพิกัดของแต่ละโมดุลในโซนกลุ่มสินค้าผังแนวขวาง

Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
2.82	1.1	1	26.41	9.6	1	26.41	19.1	1
2.82	2.1	1	26.41	10.7	1	26.41	22.3	1
2.82	8.5	1	26.41	14.9	1	26.41	25.4	1
5.64	1.1	1	26.41	16	1	26.41	27.6	1
5.64	2.1	1	29.23	9.6	1	29.23	19.1	1
5.64	8.5	1	29.23	10.7	1	29.23	22.3	1
8.46	1.1	1	29.23	14.9	1	29.23	25.4	1
8.46	2.1	1	29.23	16	1	29.23	27.6	1
8.46	8.5	1	32.05	9.6	1	32.05	19.1	1
11.28	1.1	1	32.05	10.7	1	32.05	22.3	1
11.28	2.1	1	32.05	14.9	1	32.05	25.4	1
11.28	8.5	1	32.05	16	1	32.05	27.6	1
14.1	1.1	1	34.87	9.6	1	34.87	19.1	1
14.1	2.1	1	34.87	10.7	1	34.87	22.3	1
14.1	8.5	1	34.87	14.9	1	34.87	25.4	1
16.92	1.1	1	34.87	16	1	34.87	27.6	1
16.92	2.1	1	37.69	9.6	1	37.69	19.1	1
16.92	8.5	1	37.69	10.7	1	37.69	22.3	1
19.74	1.1	1	37.69	14.9	1	37.69	25.4	1
19.74	2.1	1	37.69	16	1	37.69	27.6	1
19.74	8.5	1	40.51	9.6	1	40.51	19.1	1
26.41	5.6	1	40.51	10.7	1	40.51	22.3	1
26.41	8.5	1	40.51	14.9	1	40.51	25.4	1

Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
29.23	5.6	1	40.51	16	1	40.51	27.6	1
29.23	8.5	1	43.33	9.6	1	43.33	19.1	1
32.05	5.6	1	43.33	10.7	1	43.33	22.3	1
32.05	8.5	1	43.33	14.9	1	43.33	25.4	1
34.87	5.6	1	43.33	16	1	43.33	27.6	1
34.87	8.5	1	46.15	9.6	1	46.15	19.1	1
37.69	5.6	1	46.15	10.7	1	46.15	22.3	1
37.69	8.5	1	46.15	14.9	1	46.15	25.4	1
40.51	5.6	1	46.15	16	1	46.15	27.6	1
40.51	8.5	1	53.77	9.6	1	53.77	19.1	1
43.33	5.6	1	53.77	10.7	1	53.77	22.3	1
43.33	8.5	1	53.77	14.9	1	53.77	25.4	1
46.15	5.6	1	53.77	16	1	53.77	27.6	1
46.15	8.5	1	56.59	9.6	1	56.59	19.1	1
53.77	0	1	56.59	10.7	1	56.59	22.3	1
53.77	5.1	1	56.59	14.9	1	56.59	25.4	1
53.77	8.5	1	56.59	16	1	56.59	27.6	1
56.59	0	1	59.41	9.6	1	59.41	19.1	1
56.59	5.1	1	59.41	10.7	1	59.41	22.3	1
56.59	8.5	1	59.41	14.9	1	59.41	25.4	1
59.41	0	1	59.41	16	1	59.41	27.6	1
59.41	5.1	1	62.23	9.6	1	62.23	19.1	1
59.41	8.5	1	62.23	10.7	1	62.23	22.3	1
62.23	0	1	62.23	14.9	1	62.23	25.4	1
62.23	5.1	1	62.23	16	1	62.23	27.6	1
62.23	8.5	1	65.05	9.6	1	65.05	19.1	1
65.05	0	1	65.05	10.7	1	65.05	22.3	1
65.05	5.1	1	65.05	14.9	1	65.05	25.4	1
65.05	8.5	1	65.05	16	1	65.05	27.6	1
67.87	0	1	67.87	9.6	1	67.87	19.1	1
67.87	5.1	1	67.87	10.7	1	67.87	22.3	1
67.87	8.5	1	67.87	14.9	1	67.87	25.4	1
70.69	0	1	67.87	16	1	67.87	27.6	1
70.69	5.1	1	70.69	9.6	1	70.69	19.1	1
70.69	8.5	1	70.69	10.7	1	70.69	22.3	1
			70.69	14.9	1	70.69	25.4	1
			70.69	16	1	70.69	27.6	1
						26.41	30.7	1
						29.23	30.7	1
						32.05	30.7	1
						34.87	30.7	1
						37.69	30.7	1
						40.51	30.7	1
						43.33	30.7	1
						46.15	30.7	1
						53.77	33.4	1
						53.77	34.5	1

Zone MMM			Zone UUU			Zone SSS		
X	Y	W	X	Y	W	X	Y	W
						56.59	33.4	1
						56.59	34.5	1
						59.41	33.4	1
						59.41	34.5	1
						62.23	33.4	1
						62.23	34.5	1
						65.05	33.4	1
						65.05	34.5	1
						67.87	33.4	1
						67.87	34.5	1
						70.69	33.4	1
						70.69	34.5	1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

Zone AAA			PPP		
X	Y	W	X	Y	W
6	2.82	1	6	2.82	1
66	5.64	1	66	42.3	1
66	8.46	1	66	45.12	1
66	11.28	1	66	47.94	1
66	14.1	1	66	50.76	1
66	16.92	1	66	53.58	1
66	19.74	1	66	56.4	1
66	22.56	1	66	59.22	1
66	25.38	1	66	62.04	1
66	28.2	1	67.1	42.3	1
66	31.02	1	67.1	45.12	1
66	33.84	1	67.1	47.94	1
66	36.66	1	67.1	50.76	1
66	39.48	1	67.1	53.58	1
67.1	5.64	1	67.1	56.4	1
67.1	8.46	1	67.1	59.22	1
67.1	11.28	1	67.1	62.04	1
67.1	14.1	1	72	2.82	1
67.1	16.92	1	72	5.64	1
67.1	19.74	1	72	8.46	1
67.1	22.56	1	72	11.28	1
67.1	25.38	1	72	14.1	1
67.1	28.2	1	72	16.92	1
67.1	31.02	1	72	19.74	1
67.1	33.84	1	72	22.56	1
67.1	36.66	1	72	25.38	1
67.1	39.48	1	72	28.2	1
			72	31.02	1
			72	33.84	1
			72	36.66	1
			72	39.48	1
			72	42.3	1
			72	45.12	1
			72	47.94	1
			72	50.76	1
			72	53.58	1
			72	56.4	1
			72	59.22	1
			72	62.04	1

4. วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล

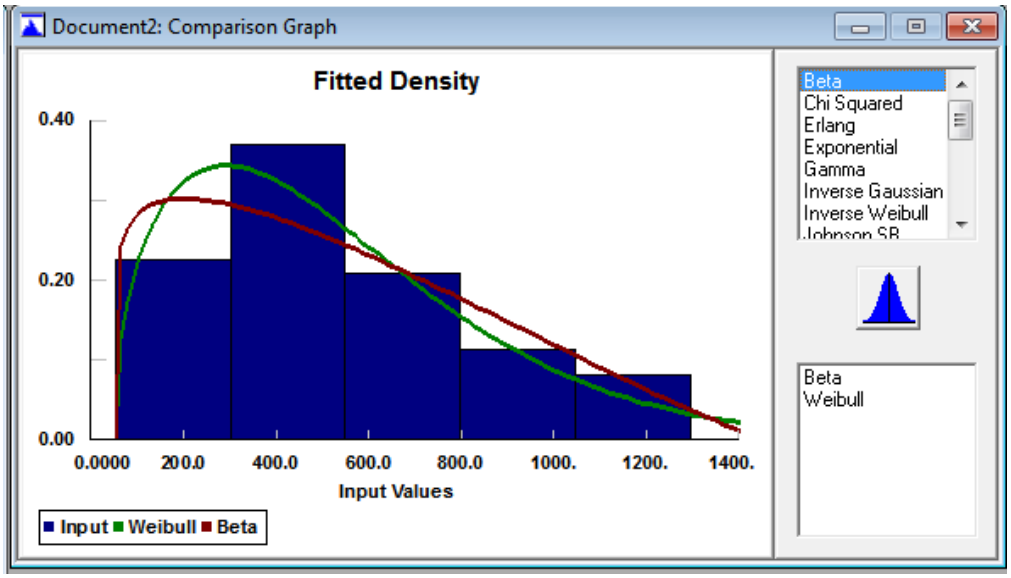
วิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูลแต่ละ Variable โดยใช้ Statfit-Promodel

- Order Interarrival Time

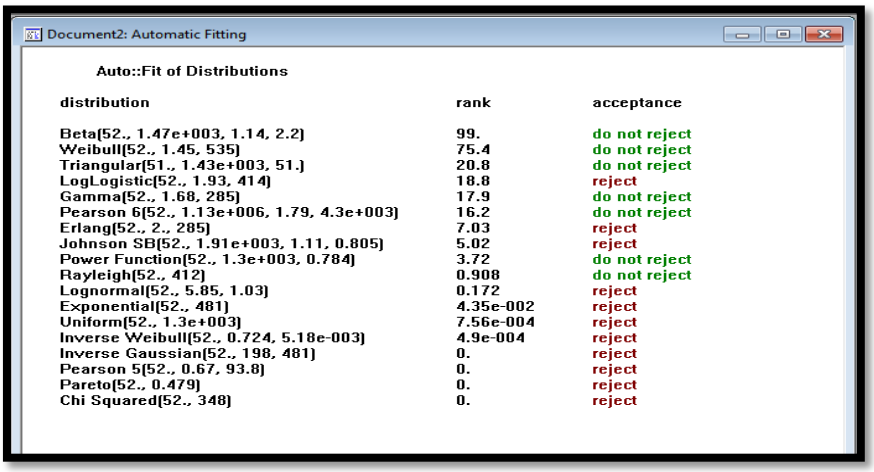
สมมติฐาน H_0 : **การกระจายของข้อมูลเป็นแบบ** Weibull Distributions

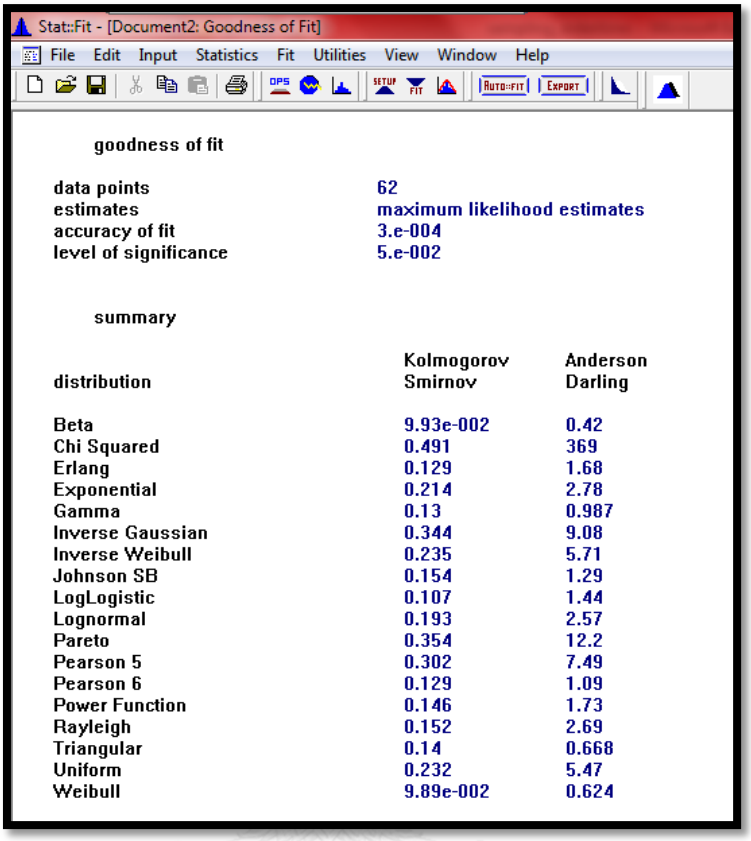
H_1 : **การกระจายของข้อมูลไม่เป็นแบบ** Weibull Distributions

จากตารางที่ ข.5 และ ข.6 ได้ Histogram with Fit และค่าทดสอบทางสถิติดังรูป

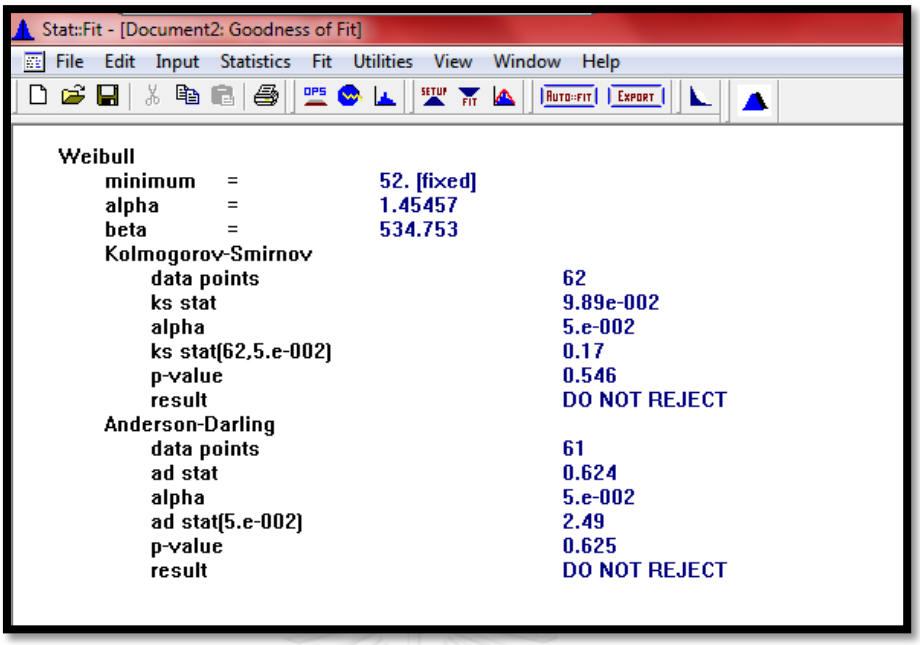


CHULALONGKORN UNIVERSITY





จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จากค่า goodness of fit

- เมื่อทดสอบโดยใช้ Chi Square และ Kolmogorov-Smirnov และ Anderson-Darling พบว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ การกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ **Weibull** Distributions

ตารางที่ ข.5 ข้อมูลสุ่มตัวอย่างของช่วงเวลาที่ Order เข้ามาในระบบ

	Sampling Data		
No.	D/O	Prior-Order	Order time
1	7B9450068674	23/8/2012 12:12 น.	23/8/2012 12:13 น.
2	7B9450068219	22/8/2012 15:42 น.	22/8/2012 15:43 น.
3	7C9450063988	14/9/2012 8:53 น.	14/9/2012 8:54 น.
4	7B9450062563	16/8/2012 10:27 น.	16/8/2012 10:28 น.
5	7C9450071355	14/10/2012 15:57 น.	14/10/2012 15:58 น.
6	7C9450063742	12/9/2012 15:29 น.	12/9/2012 15:31 น.
7	7B9450070126	26/8/2012 15:28 น.	26/8/2012 15:31 น.
8	7B9450069691	26/8/2012 9:08 น.	26/8/2012 9:11 น.

	Sampling Data		
No.	D/O	Prior-Order	Order time
9	7C9450062572	6/9/2012 10:43 น.	6/9/2012 10:46 น.
10	7B9450067854	22/8/2012 14:04 น.	22/8/2012 14:06 น.
11	7C9450063015	7/9/2012 17:02 น.	7/9/2012 17:06 น.
12	7C9450062194	2/9/2012 15:16 น.	2/9/2012 15:20 น.
13	7C9450066920	26/9/2012 16:35 น.	26/9/2012 16:39 น.
14	7B9450066934	22/8/2012 10:56 น.	22/8/2012 11:00 น.
15	7C9450062184	2/9/2012 15:11 น.	2/9/2012 15:16 น.
16	7B9450065614	19/8/2012 9:53 น.	19/8/2012 9:59 น.
17	7B9450062590	16/8/2012 10:53 น.	16/8/2012 10:59 น.
18	7B9450064852	18/8/2012 10:49 น.	18/8/2012 10:55 น.
19	7B9450064881	18/8/2012 11:27 น.	18/8/2012 11:33 น.
20	7B9450062576	16/8/2012 10:40 น.	16/8/2012 10:46 น.
21	7B9450063526	17/8/2012 11:38 น.	17/8/2012 11:44 น.
22	7B9450061550	15/8/2012 10:18 น.	15/8/2012 10:24 น.
23	7C9450061807	31/8/2012 13:56 น.	31/8/2012 14:03 น.
24	7B9450069703	26/8/2012 10:23 น.	26/8/2012 10:29 น.
25	7B9450070978	29/8/2012 17:20 น.	29/8/2012 17:26 น.
26	7C9450062571	6/9/2012 10:37 น.	6/9/2012 10:43 น.
27	7B9450066686	19/8/2012 17:17 น.	19/8/2012 17:24 น.
28	7B9450064879	18/8/2012 11:21 น.	18/8/2012 11:27 น.
29	7B9450062627	16/8/2012 11:05 น.	16/8/2012 11:12 น.
30	7B9450065520	18/8/2012 16:25 น.	18/8/2012 16:33 น.
31	7B9450068726	23/8/2012 14:40 น.	23/8/2012 14:47 น.
32	7C9450063953	13/9/2012 16:11 น.	13/9/2012 16:19 น.
33	7B9450068777	23/8/2012 15:59 น.	23/8/2012 16:07 น.
34	7B9450062464	15/8/2012 16:31 น.	15/8/2012 16:39 น.
35	7C9450063165	8/9/2012 12:00 น.	8/9/2012 12:08 น.

	Sampling Data		
No.	D/O	Prior-Order	Order time
36	7C9450063399	9/9/2012 14:24 น.	9/9/2012 14:32 น.
37	7C9450064291	15/9/2012 10:46 น.	15/9/2012 10:54 น.
38	7B9450069692	26/8/2012 9:11 น.	26/8/2012 9:20 น.
39	7C9450068082	3/10/2012 10:29 น.	3/10/2012 10:40 น.
40	7C9450062436	5/9/2012 15:40 น.	5/9/2012 15:51 น.
41	7C9450063368	9/9/2012 11:24 น.	9/9/2012 11:35 น.
42	7C9450066399	23/9/2012 11:20 น.	23/9/2012 11:31 น.
43	7B9450064714	18/8/2012 9:42 น.	18/8/2012 9:54 น.
44	7C9450062776	7/9/2012 10:55 น.	7/9/2012 11:07 น.
45	7C9450062228	2/9/2012 16:32 น.	2/9/2012 16:44 น.
46	7B9450064533	17/8/2012 17:00 น.	17/8/2012 17:12 น.
47	7B9450064533	17/8/2012 17:00 น.	17/8/2012 17:12 น.
48	7C9450063173	8/9/2012 13:01 น.	8/9/2012 13:14 น.
49	7B9450070875	29/8/2012 12:23 น.	29/8/2012 12:36 น.
50	7C9450065070	19/9/2012 12:17 น.	19/9/2012 12:30 น.
51	7B9450068915	24/8/2012 9:25 น.	24/8/2012 9:38 น.
52	7C9450062008	1/9/2012 8:46 น.	1/9/2012 9:01 น.
53	7C9450064192	14/9/2012 15:45 น.	14/9/2012 16:00 น.
54	7C9450062941	7/9/2012 14:40 น.	7/9/2012 14:56 น.
55	7B9450065979	19/8/2012 14:25 น.	19/8/2012 14:40 น.
56	7B9450064910	18/8/2012 11:53 น.	18/8/2012 12:10 น.
57	7B9450068685	23/8/2012 12:25 น.	23/8/2012 12:42 น.
58	7C9450062124	2/9/2012 13:49 น.	2/9/2012 14:07 น.
59	7C9450062869	7/9/2012 11:54 น.	7/9/2012 12:12 น.
60	7C9450061757	31/8/2012 11:08 น.	31/8/2012 11:28 น.
61	7B9450063616	17/8/2012 13:25 น.	17/8/2012 13:46 น.
62	7C9450063807	13/9/2012 8:38 น.	13/9/2012 9:00 น.

	Sampling Data		
No.	D/O	Prior-Order	Order time
63	7C9450067023	27/9/2012 10:31 น.	27/9/2012 10:55 น.
64	7C9450068306	3/10/2012 16:26 น.	3/10/2012 16:50 น.
65	7C9450065913	21/9/2012 14:14 น.	21/9/2012 14:41 น.
66	7B9450069354	25/8/2012 9:02 น.	25/8/2012 9:29 น.
67	7C9450069065	6/10/2012 11:23 น.	6/10/2012 11:53 น.
68	7C9450062713	6/9/2012 17:18 น.	6/9/2012 17:49 น.

ตารางที่ ข.6 ข้อมูลค่าเวลาของช่วงเวลาของ Order

		Inter-Arrival-Time	Eliminated Outliers
No.	D/O	Order (Sec)	Order Time (Sec)
1	7B9450068674	52	52
2	7B9450068219	60	60
3	7C9450063988	67	67
4	7B9450062563	75	75
5	7C9450071355	91	91
6	7C9450063742	109	109
7	7B9450070126	142	142
8	7B9450069691	166	166
9	7C9450062572	170	170
10	7B9450067854	175	175
11	7C9450063015	218	218
12	7C9450062194	241	241
13	7C9450066920	243	243
14	7B9450066934	253	253
15	7C9450062184	311	311

		Inter-Arrival-Time	Eliminated Outliers
No.	D/O	Order (Sec)	Order Time (Sec)
16	7B9450065614	345	345
17	7B9450062590	349	349
18	7B9450064852	350	350
19	7B9450064881	358	358
20	7B9450062576	359	359
21	7B9450063526	363	363
22	7B9450061550	368	368
23	7C9450061807	371	371
24	7B9450069703	376	376
25	7B9450070978	384	384
26	7C9450062571	389	389
27	7B9450066686	401	401
28	7B9450064879	409	409
29	7B9450062627	411	411
30	7B9450065520	434	434
31	7B9450068726	438	438
32	7C9450063953	466	466
33	7B9450068777	473	473
34	7B9450062464	478	478
35	7C9450063165	482	482
36	7C9450063399	488	488
37	7C9450064291	505	505
38	7B9450069692	562	562
39	7C9450068082	627	627
40	7C9450062436	632	632
41	7C9450063368	686	686
42	7C9450066399	699	699

		Inter-Arrival-Time	Eliminated Outliers
No.	D/O	Order (Sec)	Order Time (Sec)
43	7B9450064714	709	709
44	7C9450062776	722	722
45	7C9450062228	748	748
46	7B9450064533	766	766
47	7B9450064533	766	766
48	7C9450063173	768	768
49	7B9450070875	775	775
50	7C9450065070	785	785
51	7B9450068915	810	810
52	7C9450062008	881	881
53	7C9450064192	882	882
54	7C9450062941	941	941
55	7B9450065979	955	955
56	7B9450064910	1001	1001
57	7B9450068685	1046	1046
58	7C9450062124	1051	1051
59	7C9450062869	1086	1086
60	7C9450061757	1218	1218
61	7B9450063616	1254	1254
62	7C9450063807	1295	1295
63	7C9450067023	1426	
64	7C9450068306	1452	
65	7C9450065913	1611	
66	7B9450069354	1633	
67	7C9450069065	1776	
68	7C9450062713	1843	

- Number of Order

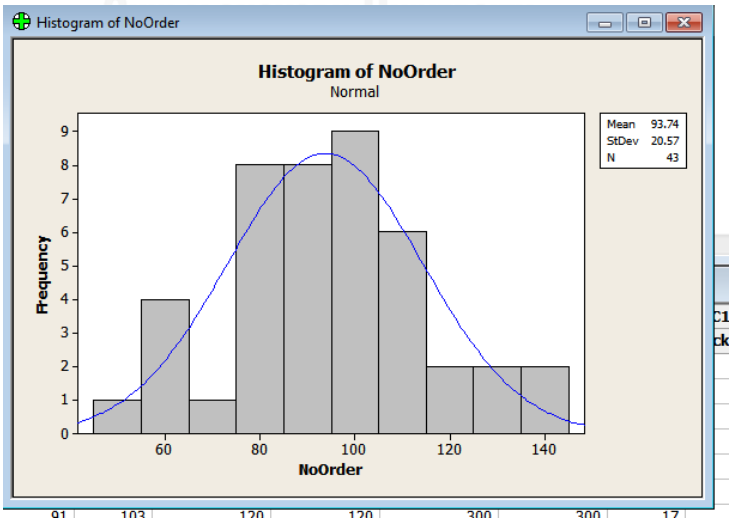
ตารางที่ ข.7 ข้อมูลสุ่มจำนวนคำสั่งซื้อในแต่ละวัน

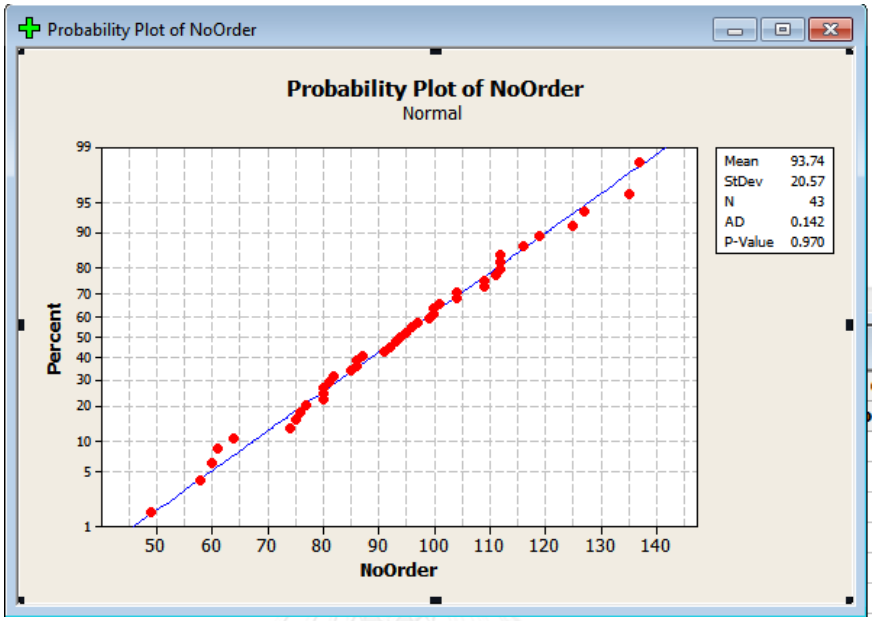
จำนวน คำสั่งซื้อ ในแต่ละวัน				
49	80	93	104	127
58	80	94	109	135
60	81	95	109	137
61	82	96	111	
64	85	97	112	
74	86	99	112	
75	86	100	112	
76	87	100	116	
77	91	101	119	
80	92	104	125	

สมมติฐาน H_0 : **การกระจายของข้อมูลเป็นแบบ** Normal Distributions

H_1 : **การกระจายของข้อมูลไม่เป็นแบบ** Normal Distributions

ได้ Histogram ดังรูป





จาก Normality Test

เมื่อทดสอบโดยใช้ Kolmogorov-Smirnov และ Anderson-Darling พบว่า ยอมรับ H_0 นั่นคือ การกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบ **Normal Distributions**

จากสูตรการหา Sample Size

$$n = (2 * z_{\alpha/2} \frac{\sigma_x}{w})^2$$

โดยกำหนด $Z_{\alpha/2}$ = 1.645 , Interval width = w แทนค่าลงในสูตร จะได้ค่าดังตาราง

จากตารางพบว่า จำนวนข้อมูลที่ต้องเก็บ(Data point) มีค่ามากที่สุด = n ค่าทุกขั้นตอนถือว่าข้อมูลมีความเพียงพอ สามารถนำไปวิเคราะห์ได้ต่อไป ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลที่สุ่มเก็บค่ามีจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอ และข้อมูดังกล่าว ไม่มีค่า Outlier จึงถือว่านำข้อมูลนี้ใช้ในการวิเคราะห์ต่อไปได้

ตารางที่ ข.8 ข้อมูลสรุปผลค่าการแจกแจงจากผลการทดสอบ

Variable	x bar	SD	min	Mode	Max	width from True Mean	n	Data Point	Dist.
inter Arrival-Time	532.82	322.82	52.00	766.00	1,295.0	120	20	62	Weibull(1.45,535)
No. Order	93.74	20.57	49.00	80;120	137.00	15	5	43	N(94,21)

Time: Second Sample Size@90%CI

- Number of Qty

จำนวนของสินค้าในแต่ละ คำสั่งซื้อ ตามกลุ่มสินค้าสามารถสร้างเป็นการกระจายทางสถิติได้ในรูปของฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง เนื่องจากลักษณะของข้อมูลไม่สามารถเข้ากับการกระจายแบบใดๆได้ โดยสามารถสรุปการกระจายออกมาได้ดังตารางและรูป ดังนี้

ตารางที่ ข.7 แสดงการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องของจำนวนสินค้าในคำสั่งซื้อ

Qty - **กลุ่มสินค้า** MMM

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
2	1819	15.82%
1	1789	31.38%
5	1779	46.85%
3	1457	59.52%
8	1437	72.02%
10	666	77.81%
12	522	82.35%

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
29	514	86.82%
20	421	90.49%
15	416	94.10%
46	397	97.56%
377	280	99.99%
More	1	100.00%

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

Qty - **กลุ่มสินค้า** UUU

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
1	3948	54.41%
2	1268	71.89%
3	561	79.62%
5	531	86.93%
8	392	92.34%
12	111	93.87%
10	107	95.34%
29	103	96.76%
15	81	97.88%
46	56	98.65%
20	52	99.37%
60	20	99.64%
200	10	99.78%
120	8	99.89%
80	5	99.96%
300	3	100.00%

Qty - **กลุ่มสินค้า** SSS

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
1	3799	52.36%
2	1159	68.34%
3	647	77.26%
5	562	85.00%
8	370	90.10%
29	131	91.91%
20	110	93.43%
10	108	94.91%
12	104	96.35%
15	92	97.62%
46	79	98.70%
60	31	99.13%
80	24	99.46%
120	17	99.70%
200	12	99.86%
300	6	99.94%
400	2	99.97%
652	2	100.00%

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

Qty - **กลุ่มสินค้า** AAA

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
5	627	13.90%
8	596	27.11%
29	357	35.02%
1	352	42.82%
2	352	50.62%
3	338	58.11%
46	318	65.16%
20	298	71.76%
10	296	78.32%
12	250	83.87%
15	246	89.32%
60	167	93.02%
120	151	96.37%
80	90	98.36%
200	47	99.40%
300	23	99.91%
400	3	99.98%
More	1	100.00%

Qty - **กลุ่มสินค้า** PPP

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
1	293	39.59%
2	108	54.19%
5	107	68.65%
3	104	82.70%
8	56	90.27%
10	24	93.51%
20	17	95.81%
12	8	96.89%
29	7	97.84%
46	7	98.78%
15	5	99.46%
60	4	100.00%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

- Number of Sku

เช่นเดียวกันกับจำนวนของสินค้าในแต่ละ คำสั่งซื้อ การกระจายของกลุ่มสินค้า(SKU) สามารถสร้างเป็นการกระจายทางสถิติได้ในรูปของฟังก์ชันไม่ต่อเนื่อง โดยสามารถสรุปการกระจายออกมาได้ดังตารางและรูป ดังนี้

ตารางที่ ข.8 แสดงการแจกแจงแบบไม่ต่อเนื่องของกลุ่มสินค้าต่างๆ

SKU - **กลุ่มสินค้า** MMM

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
0	13919	53.93%
1	2454	63.44%
2	2279	72.27%
3	1762	79.10%
4	1163	83.61%
5	787	86.66%
15	704	89.39%
6	680	92.02%
7	506	93.98%
8	354	95.35%
9	290	96.48%
20	274	97.54%
10	261	98.55%
25	138	99.09%

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
30	82	99.40%
35	46	99.58%
40	32	99.71%
45	20	99.78%
50	14	99.84%
55	8	99.87%
60	8	99.90%
70	7	99.93%
65	6	99.95%
75	3	99.96%
80	3	99.97%
85	3	99.98%
More	3	100.00%
90	1	100.00%

ตารางที่ ข.8 (ต่อ)

SKU - **กลุ่มสินค้า** UUU

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
0	18156	70.35%
1	2341	79.42%
2	1554	85.45%
3	1011	89.36%
4	658	91.91%
5	506	93.87%
6	400	95.42%
7	302	96.59%
15	262	97.61%
8	202	98.39%
9	160	99.01%
10	128	99.51%
20	58	99.73%
30	22	99.82%
25	21	99.90%
35	9	99.93%
40	7	99.96%
45	4	99.98%
60	3	99.99%
50	2	100.00%
80	1	100.00%

SKU - **กลุ่มสินค้า** SSS

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
0	18037	69.89%
1	1206	74.57%
2	996	78.42%
15	957	82.13%
3	666	84.71%
4	609	87.07%
20	530	89.13%
6	471	90.95%
5	437	92.65%
7	354	94.02%
8	336	95.32%
9	265	96.35%
25	237	97.26%
10	221	98.12%
30	125	98.61%
35	97	98.98%
40	50	99.17%
45	39	99.33%
More	38	99.47%
50	32	99.60%
55	25	99.69%
60	15	99.75%
65	14	99.81%
70	12	99.85%
80	12	99.90%
75	11	99.94%
95	6	99.97%
100	4	99.98%
90	3	99.99%
85	2	100.00%

ตารางที่ ข.8 (ต่อ)

SKU - **กลุ่มสินค้า** AAA

Bin	Frequency	Cumulative %
0	21167	82.02%
1	850	85.31%
2	823	88.50%
3	499	90.44%
15	423	92.08%
4	363	93.48%
5	244	94.43%
20	229	95.32%
6	207	96.12%
7	181	96.82%
9	166	97.46%
8	151	98.05%
25	147	98.62%
10	144	99.17%
30	86	99.51%
35	39	99.66%
40	23	99.75%
50	15	99.81%
45	14	99.86%
55	14	99.91%
60	8	99.95%
65	7	99.97%
70	3	99.98%
75	1	99.99%
80	1	99.99%
85	1	100.00%
100	1	100.00%

SKU - **กลุ่มสินค้า** PPP

Bin	*Frequency*	*Cumulative %*
0	25056	97.09%
1	425	98.74%
2	167	99.38%
3	107	99.80%
4	28	99.91%
6	11	99.95%
5	9	99.98%
7	3	100.00%
8	1	100.00%

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายวิทิต มนต์ประสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ.2525 ที่จังหวัดระยอง สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนแกลง"วิทยสถาวร" เมื่อปี พ.ศ.2544 และได้เข้าเรียนต่อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขนในคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาไฟฟ้าเครื่องกลการผลิตจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาในปีพ.ศ.2548 ได้ผ่านงานการวางแผนจัดส่งสินค้าและเจ้าหน้าที่จัดส่งสินค้าในบริษัทชั้นนำ ปัจจุบันทำงานเป็นหัวหน้าแผนกคลังสินค้าเครื่องเขียน และได้ศึกษาต่อจนสำเร็จในระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University