การปรับปรุงระบบการจัดการและการจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้

Improvement of Management System and Simulation of Fruit Juice Beverages Warehouse

อรวรรณ มัชฌิมาจิต

Orawan Matchimajit

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

Master of Science in Agro-Industry Technology Management

Prince of Songkla University

2552

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การปรับปรุงระบบการจัดการและการจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้

ผู้เขียน นางสาวอรวรรณ มัชฌิมาจิต

สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

…….....

(ดร.ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

……..

(ดร.ณวรา จันทรัตน์)

…….……....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑา พิชิตลำเค็ญ)

คณะกรรมการสอบ

……...…….. ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล วุฒิจำนงค์)

…….....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรชัย พุทธกุลสมศิริ)

……..……กรรมการ
(ดร.ศุภชัย ภิสัชเพ็ญ)

……..……กรรมการ
(ดร.ณวรา จันทรัตน์)

…….……....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุฑา พิชิตลำเค็ญ)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

……..……..….

(รองศาสตราจารย์ ดร.เกริกชัย ทองหนู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	การปรับปรุงระบบการจัดการและการจำลองสถานการณ์ของคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้
ผู้เขียน	นางสาวอรวรรณ มัชฌิมาจิต
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร
ปีการศึกษา	2552

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการจัดการคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้ โดยนโยบายการจัดเก็บสินค้าแบบไม่แน่นอน (Random-based storage) และวิธีการจัดวางสินค้าบนพื้น เป็นสาเหตุหลักของการขาดประสิทธิภาพการใช้พื้นที่อาคารคลังสินค้า และความมีประสิทธิภาพการดำเนินงานต่ำ การปรับปรุงระบบการจัดการคลังสินค้า ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณการจัดเก็บสินค้าตามความต้องการพื้นฐาน (Volume-based storage) ร่วมกับการใช้ชั้นวางสินค้าและการใช้แผนภูมิพาเรโต ได้ถูกนำเสนอและประยุกต์ใช้ รูปแบบระบบการจัดการคลังสินค้าที่นำเสนอ ได้แก่ คลังสินค้าแบบ P (ชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ และไดร์ฟอิน) คลังสินค้าแบบ R (ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน โรเลอร์ และการใช้ประโยชน์คลังสินค้าเชิงปริมาตรร้อยละ 70) และคลังสินค้าแบบ S (ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน โรเลอร์ และการใช้ประโยชน์คลังสินค้าเชิงปริมาตรร้อยละ 80) ซึ่งจะใช้เปรียบเทียบผลการปรับปรุงกับระบบปัจจุบัน การวิเคราะห์ผลการปรับปรุงได้ดำเนินการใน 3 หมวด ได้แก่ (1) ดัชนีชี้วัดความสามารถในการจัดเก็บ (2) การจำลองสถานการณ์ และ (3) วิเคราะห์โครงการการลงทุน พบว่าการใช้ชั้นวางสินค้าส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานคลังสินค้าเชิงปริมาตรสูงขึ้นถึงร้อยละ 31-38 โดยคลังสินค้าแบบ S ให้ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดความสามารถในการจัดเก็บสูงสุด อย่างไรก็ตามผลการจำลองสถานการณ์ พบว่า คลังสินค้าแบบ S ต้องใช้ระยะเวลาสำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้านานที่สุด โดยคลังสินค้าแบบ R มีความสามารถการทำงานดีที่สุดจากการจำลองสถานการณ์ จากการวิเคราะห์โดยรวมแล้ว คลังสินค้าแบบ R จึงเป็นระบบการจัดการคลังสินค้าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้

Thesis Title	Improvement of management system and simulation of fruit juice beverages warehouse
Author	Miss Orawan Matchimajit
Major Program	Agro-Industry Technology Management
Academic Year	2009

ABSTRACT

Warehouse management system of fruit juice beverages was investigated in order to improve the performance. The random-based storage and ground storage method were the main causes of inefficient space utilization and low efficiency. A new warehouse layout designed by volume-based storage, racking systems and the Pareto analysis were proposed and applied to a new warehouse management system. In addition, the improvement of management system was compared among a present style, the P style (Drive-in rack and Selective rack), the R style (Drive-in rack and Flow rack with 70% utilization), the S style (Drive-in rack and Flow Rack with 80% utilization). The analysis conducted on the following areas: (1) warehouse efficiency; (2) warehouse performance simulation; and (3) investment analysis. The racking systems significantly increased the warehouse volume efficiency by 31-38%. The S style offered the best warehouse efficiencies; the warehouse performance simulation, however, indicated the S style utilized the longest picking time. Overall, the analysis findings indicated that the R style using racking systems (Drive-in rack and Flow rack) was considered the best warehouse management system for fruit juice beverages warehouse.

สารบัญ

หน้า

สารบัญ……..……..... (6)
LIST OF TABLES……..…… (7)
LIST OF FIGURES……... (9)

บทที่

1 บทนำ……... 1
บทนำต้นเรื่อง…… 1
ตรวจเอกสาร……..……...……. 2
วัตถุประสงค์……..…… 33
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……... 33
ขอบเขตของการวิจัย……...…….. 34

2 วิธีการวิจัย…… 35

3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง…… 38

4 บทสรุปและข้อเสนอแนะ…….. 99
เอกสารอ้างอิง…… 101
ภาคผนวก…….. 104
ประวัติผู้เขียน……. 115

LIST OF TABLES

Table **Page**

1. Standard of water for beverage industry……. 2
2. Amount of product…….. 40
3. Average pallet height of products …….. 43
4. Distance and time of current warehouse (at forklift speed of 8 km/hr)…...…… 45
5. Material handling of moving product from unloading to storage area……..... 46
6. Material handling of moving product from storage to docking area…….. 46
7. Classification of product by sales volume……... 48
8. Average demand and standard deviation of demand (Average lead time of 1 day)…… 49
9. Safety stock level of product class A (Average lead time of 1 day)…… 49
10. Efficiencies of proposed warehouse designs layouts…….. 57
11. Assigned amount of product class A in warehouse designs…… 58
12. Arrival rate of product storage……..... 65
13. Arrival rate of order……. 65
14. Forklift schedule of current warehouse layouts (Schedule 1)……..... 67
15. Forklift schedule of proposed warehouse designs layouts (Schedule 2)……..... 67
16. Distance of moving product between unloading and storage area of current warehouse 67
17. Distance of moving product between storage and docking area of current warehouse... 67
18. Distance of moving product between unloading and storage area of P warehouse……. 68
19. Distance of moving product between storage and docking area of P warehouse……... 68
20. Distance of moving product between unloading and storage area of R warehouse……. 69
21. Distance of moving product between storage and docking area of R warehouse…… 69
22. Distance of moving product between unloading and storage area of S warehouse……. 69
23. Distance of moving product between storage and docking area of S warehouse…… 69
24. Capacity of warehouse……. 70
25. Total time of moving product form storage to docking……... 84
26. Result of simulation program (30 days 60 replications)…… 89

LIST OF TABLES (Cont.)

Table **Page**

27. Investment of racking system and material handling……. 92
28. Investment of warehouse style…… 92
29. Scrap values of racking system and material handling in year 10^{th}…… 93
30. Scrap values of warehouse style in year 10^{th}…….. 93
31. Income of current warehouse ..…….. 94
32. P warehouse income ……..…….. 95
33. Analysis of cost and benefit ……... 95
34. Cumulative PV of difference p and current income; when income increase 5% …….. 97
35. Cumulative PV of difference p and current income; when income increases 10% …… 97
36. Cumulative PV of difference p and current income; when income increases 15% …… 97

LIST OF FIGURES

Figure **Page**

1. Key input data…….. 6
2. Parato diagram……. 7
3. Total cost of logistic ……... 9
4. Classification of product storage……. 14
5. Direction of storage……. 18
6. Selective rack……... 19
7. Mobile selective rack …….. 20
8. Long span rack …… 20
9. Drive in rack…… 21
10. Drive through rack …….. 22
11. Roller rack…… 22
12. Future value …… 23
13. Present value…… 24
14. Model window……. 30
15. Template window…… 30
16. Input window…….. 31
17. Output window. …….. 31
18. Flowchart of product storage……... 41
19. Assign the product storage of current warehouse…… 42
20. Flowchart of retrieving product in warehouse…… 44
21. Parato diagram of case study sales volume……. 47
22. P warehouse style…… 52
23. R warehouse style…… 54
24. S warehouse style…… 56
25. Product class A storage in P warehouse style……. 64
26. 1st warehouse simulation model…….. 71

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Page**

27. 2nd warehouse simulation model……. 71
28. Create module (No.1) for 1st warehouse simulation model……. 72
29. Assign module (No.2) for 1st warehouse simulation model…… 72
30. Decide module (No.3) for 1st warehouse simulation model…… 73
31. Assign module (No.4) for 1st warehouse simulation model…… 73
32. Decide module (No.5) for 1st warehouse simulation model…… 74
33. Assign module (No.6) for 1st warehouse simulation model…… 74
34. Process module (No.7) for 1st warehouse simulation model …….. 75
35. Record module (No.8) for 1st warehouse simulation model…… 75
36. Assign module (No.10) for 1st warehouse simulation model…….. 76
37. Decide module (No.11) for 1st warehouse simulation model…….. 76
38. Create module (No.12) for 2nd warehouse simulation model…….. 77
39. Decide module (No.13) for 2nd warehouse simulation model…..…… 77
40. Assign module (No.14) for 2nd warehouse simulation model……. 78
41. Decide module (No.15) for 2nd warehouse simulation model……. 78
42. Assign module (No.16) for 2nd warehouse simulation model……. 79
43. Assign module (No.17) for 2nd warehouse simulation model……. 79
44. Process module (No.18) for 2nd warehouse simulation model …… 80
45. Record module (No.19) for 2nd warehouse simulation model…… 80
46. Decide module (No.21) for 2nd warehouse simulation model…… 81
47. Assign module (No.22) for 2nd warehouse simulation model …… 81
48. Assign module (No.23) for 2nd warehouse simulation model …… 82
49. Record module (No.24) for 2nd warehouse simulation model …… 82
50. Decide module (No.25) for 2nd warehouse simulation model …… 83
51. Decide module (No.26) for 2nd warehouse simulation model …… 83

LIST OF FIGURES (Cont.)

Figure **Page**

c1. Distance of current warehouse …… 111

c2. Distance of P warehouse …… 112

c3. Distance of R warehouse …… 113

c4. Distance of S warehouse …… 114

บทที่1

บทนำ

1. บทนำต้นเรื่อง

จากการสำรวจ พบว่า อุตสาหกรรมเครื่องดื่มน้ำผลไม้ของบริษัทกรณีศึกษา ประสบปัญหาการจัดการสินค้าคงคลัง ได้แก่ (1) สินค้าบางส่วนถูกจัดเก็บไว้ภายนอกอาคารคลังสินค้า เนื่องจากพื้นที่ภายในตัวอาคารไม่เพียงพอกับปริมาณสินค้าที่ต้องการจัดเก็บ โดยจัดวางสินค้าที่บรรจุกล่องเรียงซ้อนกันบนพาเลทก่อนวางบนพื้นเพื่อจัดเก็บ อาจมีการซ้อนกันหรือไม่ก็ตามขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของสินค้า (2) มีการจัดเก็บสินค้าแบบไม่แน่นอน (Random-based storage) โดยไม่คำนึงถึงปริมาณความต้องการสินค้าพื้นฐานของลูกค้า (Volume-based storage) หรือระดับของสินค้า (Class-based storage) ทำให้บางครั้งสินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูง ถูกจัดเก็บในพื้นที่ไกลออกไปจากจุดพักสินค้า (Docking area) หรือไม่มีตำแหน่งการจัดวางภายในคลังสินค้า ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานในการเคลื่อนย้าย โดยปริมาณการใช้งานพื้นที่คลังสินค้า พบว่า มีการใช้งานอาคารคลังสินค้าเชิงพื้นที่ร้อยละ 77 แต่หากวิเคราะห์การใช้งานอาคารคลังสินค้าเชิงปริมาตร พบว่า คลังสินค้าดังกล่าวมีการใช้ปริมาตรเพียงร้อยละ 39 จากสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการออกแบบและวางผังโรงงาน ชั้นวางสินค้า ระบบการขนถ่ายลำเลียง รวมถึงนโยบายในการจัดเก็บสินค้าตามปริมาณความต้องการพื้นฐานของลูกค้า ช่วยในการจัดการระบบการจัดเก็บของคลังสินค้าดังกล่าว เพื่อลดระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า และเพิ่มพื้นที่การจัดเก็บสินค้าภายในอาคารคลังสินค้าโดยใช้ชั้นวางสินค้า อีกทั้งยังใช้เทคนิคของการจำลองสถานการณ์ในการประเมินผลการทำงานของคลังสินค้า เพื่อยืนยันผลการลดเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า ประสิทธิภาพการใช้งานพื้นที่คลังสินค้า และประสิทธิภาพในการเคลื่อนย้ายสินค้า พร้อมวิเคราะห์โครงการการลงทุนด้วยเครื่องมือวิเคราะห์ทางการเงินเพื่อให้การตัดสินใจลงทุนเกิดประสิทธิผลสูงสุด

2. ตรวจเอกสาร

2.1 เครื่องดื่ม

2.1.1 ประเภทของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่มเป็นอาหารชนิดเหลวนำมาบริโภคเพื่อดับกระหาย โดย Holdsworth (1983) ได้แบ่งประเภทของเครื่องดื่ม ดังนี้

2.1.1.1 เครื่องดื่มไม่อัดก๊าซ (Still beverages)

2.1.1.2 เครื่องดื่มอัดก๊าซ (Carbonated non-alcoholic beverages)

2.1.1.3 เครื่องดื่มที่มีผลต่อการกระตุ้นประสาท แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

ก. เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (Alcoholic beverages)

ข. เครื่องดื่มที่มีสารกระตุ้นพวก คาเฟอีน เช่น ชา กาแฟ และโกโก้

2.1.2 ส่วนประกอบของเครื่องดื่ม

เครื่องดื่ม ประกอบด้วย วัตถุดิบมากมายขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่ม โดยทั่วไปจะมีน้ำเป็นวัตถุดิบหลัก นอกจากนี้ยังมีสารให้กลิ่น รส สี และความหนืดอีกด้วย (คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร, 2540)

2.1.2.1 น้ำ เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในเครื่องดื่ม โดยเฉลี่ยจะมีน้ำมากกว่าร้อยละ 85 ในเครื่องดื่ม น้ำทำหน้าที่เป็นตัวทำละลายสารประกอบในเครื่องดื่ม เช่น น้ำตาล สี กลิ่น เป็นต้น น้ำที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องดื่มจะต้องเป็นน้ำที่มีคุณภาพดี คือ ไม่มีสารใดๆ ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่ม เช่น รส กลิ่น สี และความคงตัว ตามมาตรฐานน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มที่กำหนดไว้ดัง Table 1

Table 1. Standard of water for beverage industry

Attribute	Max acceptant concentration (ppm)
Hardness	50
Solid	500
Iron/ Manganese	0.2
Copper	no
Chlorine	no
Color / Flavor/ Microbe	no
Turbidity	0.1

ที่มา: คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร (2540)

2.1.2.2 สารให้ความหวาน ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มนิยมใช้น้ำตาลเป็นสารให้ความหวาน นอกจากน้ำตาลจะให้รสชาติกับเครื่องดื่มแล้ว ยังช่วยให้เกิดความหนืดในเครื่องดื่มด้วย อีกทั้งยังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.1.2.3 กรด เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งให้ความเปรี้ยวในเครื่องดื่ม ช่วยกระตุ้นให้เกิดความพอใจในรสชาติ ดับกระหาย ช่วยเพิ่มความหวานให้น้ำตาล และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของเครื่องดื่ม

2.1.2.4 สี เป็นสิ่งดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค สีที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ได้แก่ สีธรรมชาติ สีเทียน และสีสังเคราะห์

2.1.3 ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้

2.1.3.1 สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (2549) ได้ให้นิยามน้ำผลไม้ดังนี้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมบริโภคได้โดยตรง ทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุก โดยกรรมวิธีเชิงกล หรืออาจทำจากน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นโดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลัง เพื่อประสงค์จะรักษาองค์ประกอบไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในภาชนะต้องผ่านกรรมวิธีการถนอมอาหาร

2.1.3.2 อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ เป็นอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลทางการเกษตร โดยการนำผลไม้สดเป็นวัตถุดิบในการผลิตเครื่องดื่มน้ำผลไม้ อาทิเช่น สับปะรด ส้ม มะนาว องุ่น ลิ้นจี่ เป็นต้น ผ่านกระบวนการคั้นน้ำ และกรอง (อัญทิยา เกตุโย, 2539) โดยทั่วไปแล้วน้ำผลไม้มีคุณสมบัติดังนี้

ก. ความเป็นกรด (Acidity) ผลไม้เป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตน้ำผลไม้ โดยทั่วไปผลไม้จะมีค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ระหว่าง 2.0 - 4.5 เนื่องจาก ผลไม้มีกรดอินทรีย์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญอยู่ในระดับสูง กรดทั่วไปที่พบในผลไม้ ได้แก่ กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก และกรดควินิก เป็นต้น

ข. ปริมาณน้ำอิสระ (Water activity) ปริมาณน้ำอิสระมีบทบาทสำคัญมากต่อการถนอมรักษาผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ เนื่องจากปริมาณน้ำอิสระมีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้น้ำผลไม้เกิดการเสื่อมเสีย

ค. คาร์โบไฮเดรต น้ำผลไม้ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรทประเภทน้ำตาลค่อนข้างสูง นอกจากนั้นยังมีเพคตินช่วยลดอาการท้องเสีย และแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น โปรแตสเซียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม และโซเดียม อีกทั้งยังมีวิตามินค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 1 - 3,000 มิลลิกรัมต่อร้อยกรัม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ของผลไม้ กระบวนการผลิต อุณหภูมิ และระยะเวลาในการเก็บรักษา (ประชา เต็งศิริวัฒนา, 2541)

2.2 การออกแบบและวางผังโรงงาน

การออกแบบ หมายถึง การออกแบบทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการก่อตั้งกิจการ ประกอบด้วย การค้นหาทำเลที่ตั้งโรงงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์และวางแผนการขาย ส่วนการวางผังโรงงาน เป็นการวางแผนเพื่อจัดวางเครื่องมือ อุปกรณ์ คนงาน วัตถุดิบ สิ่งอำนวยความสะดวก และสิ่งสนับสนุนในการผลิตของโรงงานในตำแหน่งที่เหมะสม เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด เป็นปัญหาที่โรงงานอุตสาหกรรมมักประสบอยู่เสมอ ถึงแม้ว่าจะมีการจัดกิจกรรมดังกล่าวแล้วเมื่อตอนสร้างโรงงาน แต่เมื่อเวลาผ่านไปการจัดวางกิจกรรมต่างๆ อาจไม่เหมาะสม เนื่องจากการจัดวางในตำแหน่งที่เหมาะสมนั้นจะเหมาะสมในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น กล่าวคือ การผลิตของโรงงานจะแปรเปลี่ยนไปตามปริมาณความต้องการของตลาด ทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งการพัฒนาและสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งในการวางผังโรงงาน ผู้ออกแบบจำเป็นต้องออกแบบให้มีการจัดวางตำแหน่งของเครื่องจักรอุปกรณ์ วัตถุดิบ คน และสิ่งสนับสนุนให้เหมาะสม เพราะอุปกรณ์และสิ่งสนับสนุนส่วนใหญ่มีน้ำหนักมาก ยากต่อการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง นอกจากนั้นยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และเวลา ดังนั้น การวางผังโรงงานจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น เนื่องจากการวางผังโรงงานเป็นตัวกำหนดประสิทธิภาพของการทำงานได้ส่วนหนึ่ง (อรรถพล ปรีชาชาญชัย, 2544)

ข้อดีของการวางผังโรงงาน ได้แก่

- ลดความเสี่ยงต่อปัญหาสุขภาพ และสร้างความปลอดภัยให้กับคนงาน
- สร้างขวัญกำลังใจให้กับคนงาน
- ทำให้ผลผลิตสูงขึ้น
- ลดเวลาในการรอคอยจากการผลิต
- ใช้พื้นที่สำหรับการผลิต การเก็บวัสดุหรือการบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ใช้เครื่องจักร คนงาน และบริการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
- สามารถลดพัสดุคงคลังในกระบวนการได้เป็นอย่างดี
- ใช้เวลาในการผลิตน้อยลง
- ลดงานรองได้เป็นอย่างดี
- สามารถควบคุมการทำงาน และดูแลได้ดี
- ลดความยุ่งยาก และความแออัดภายในโรงงาน
- ลดจำนวนของเสียได้เป็นอย่างดี
- มีความยืดหยุ่นสำหรับการเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี

2.3 ระบบการขนถ่ายวัสดุ

ระบบการขนถ่ายวัสดุ เป็นกิจกรรมในการเคลื่อนที่ของปัจจัยในการผลิตที่จำเป็น และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อระบบการผลิต เมื่อทำการวิเคราะห์ผังโรงงานต้องคำนึงถึงปัญหาของระบบขนถ่ายวัสดุด้วย เนื่องจาก ระบบการผลิตจำเป็นต้องจัดเตรียมสถานที่สำหรับการแจกจ่ายวัสดุชิ้นส่วนหรือเครื่องมือต่างๆ เพื่อให้ระบบการผลิตสามารถดำเนินไปได้ และเมื่อผลิตเป็นสินค้าแล้วต้องมีการนำไปบรรจุหีบห่อ รวมถึงการนำไปเก็บในคลังสินค้า เพื่อการจำหน่ายต่อไป โดยสมศักดิ์ ตรีสัตย์ (2544) ได้นิยาม การขนถ่ายวัสดุ (Material handling) ว่าเป็นการจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย หรือการเก็บรักษา ซึ่งการจะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ต้องเลือกสรรเครื่องมือ และอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน อีกทั้งต้องผสมผสานกับระบบต่างๆ ตามหลักการทางวิทยาศาสตร์สำหรับการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุอีกด้วย

2.3.1 หลักการขนถ่ายวัสดุ

เป้าหมายของการขนถ่ายวัสดุ คือ การลดค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายลำเลียง และให้มีผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งการที่จะทำตามเป้าหมายดังกล่าว ต้องคำนึงถึงหลักการ ดังต่อไปนี้

2.3.1.1 หลักของระยะทาง ในการออกแบบระบบขนถ่ายลำเลียงวัสดุนั้นควรให้มีระยะทางการขนถ่ายลำเลียงสั้นที่สุด เพราะค่าใช้จ่ายในการขนถ่ายจะแปรผันไปตามระยะทางของการขนถ่าย

2.3.1.2 หลักของปริมาณ ให้การขนถ่ายลำเลียงวัสดุในแต่ละเที่ยวเป็นจำนวนมากที่สุด เพื่อต้นทุนของการขนถ่ายลำเลียงวัสดุต่อหน่วยของการเคลื่อนย้ายต่ำลง

2.3.2 กุญแจการแก้ไขปัญหา

เทคนิคของกุญแจไขปัญหา เป็นกุญแจที่ใช้ในการแก้ปัญหาระบบการขนถ่ายลำเลียง รวมถึงการวางแผนงานอย่างเป็นระบบ (Figure 1) ซึ่งรายละเอียดของกุญแจดังกล่าวประกอบด้วย

2.3.2.1 Product (P) หมายถึง ชนิดของผลิตภัณฑ์ หรือสิ่งของในการวางแผน ต้องทราบว่าจะมีการขนถ่ายลำเลียงสิ่งใดเกิดขึ้น เพราะการขนถ่ายลำเลียงสิ่งของแต่ละชนิดมีความยากง่ายแตกต่างกันไป และให้ความประหยัดที่ต่างกันด้วย

2.3.2.2 Quality (Q) หมายถึง ปริมาณสิ่งของที่จะขนถ่ายลำเลียง และอัตราการใช้งานของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง มีผลอย่างมากต่อการวางแผนการขนถ่ายลำเลียงสำหรับการเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการขนถ่าย

2.3.2.3 Routing (R) หมายถึง ลำดับขั้นตอนการผลิตหรือการทำงาน ประกอบด้วยเครื่องจักรอุปกรณ์ วิธีการทำงาน และลำดับการทำงาน ซึ่งอาจบอกได้จากรายการปฏิบัติงาน และเครื่องมือ (Operation and equipment list) แผนภูมิกระบวนการทำงาน และแผนภูมิการไหลของ

กระบวนการทำงานทำให้เราทราบถึง รายละเอียดของการขนถ่ายลำเลียงสิ่งของ ว่ามีเส้นทางการเดินทางอย่างไร เพื่อการเลือกเครื่องมืออย่างเหมาะสม

2.3.2.4 Supporting service (S) หมายถึง สิ่งอำนวยความสะดวกหรือตัวประสานระหว่างหน่วยงาน ซึ่งออกแบบไว้ในผังโรงงาน เป็นส่วนสนับสนุนการขนถ่ายลำเลียง มีทั้งเครื่องมือวางแผนการทำงานและอุปกรณ์ในการขนถ่ายต่างๆ เพื่อให้การขนถ่ายลำเลียงเป็นไปอย่างมีประสิทธิผล

2.3.2.5 Time (T) หมายถึง เวลาที่ใช้ในการขนถ่ายลำเลียงที่จะเกิดขึ้น ทำให้เราสามารถจัดสรรเครื่องมือ และคนงานสำหรับการขนถ่ายลำเลียงได้อย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ยังพบว่า บริเวณฟันกุญแจสำหรับการวางผังโรงงานจะมีอักษร 3 ตัว คือ W H และ Y หมายถึง ทำไม (WHY) ซึ่งเป็นการตั้งคำถามเพื่อเป็นเครื่องเตือนให้ผู้แก้ไขปัญหาตรวจดูว่าข้อมูลที่วิเคราะห์โดยการใช้ P, Q, R, S และ T มีความน่าเชื่อถือได้มากน้อยเพียงไร สมเหตุสมผลหรือไม่ เป็นการลดความผิดพลาดจากการนำข้อมูลดังกล่าวไปวางแผน โดยสามารถสรุปขั้นตอนสำหรับการวางแผนการขนถ่ายลำเลียง (อรรถพล ปรีชาชาญชัย, 2544) ได้ดังนี้

ก. การเก็บรวบรวมข้อมูล P, Q, R, S และ T

ข. จำแนกประเภทของวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่จะทำการขนถ่ายลำเลียง

ค. วิเคราะห์การขนถ่ายลำเลียงให้เหมาะสมตามประเภทของวัสดุที่จะขนถ่าย

ง. การวางแผน และออกแบบระบบการขนถ่ายลำเลียงอย่างน้อย 3 แบบ

จ. ประเมินผลและเปรียบเทียบแผนที่วางไว้เพื่อเลือกแผนที่คิดว่าดีที่สุดก่อนนำไปทดลองใช้

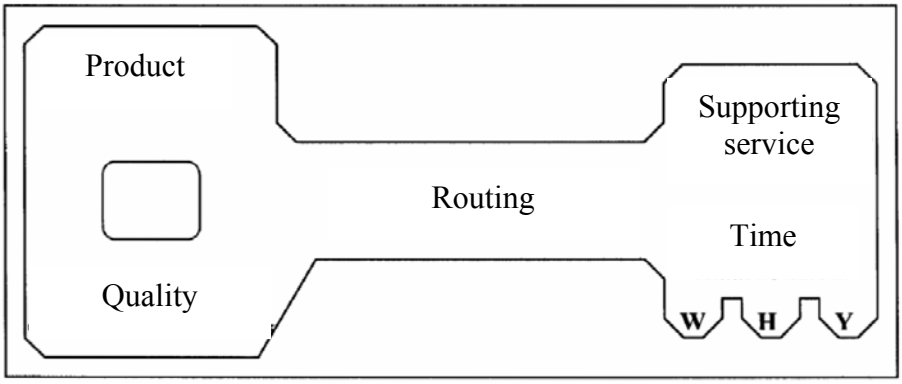


Figure 1. Key input data

ดัดแปลงจาก: อรรถพล ปรีชาชาญชัย (2544)

2.4 แผนภูมิพาเรโต

แผนภูมิพาเรโต (Pareto diagram) เป็นการกำหนดความสำคัญของข้อมูล โดยข้อมูลที่สำคัญมากจะมีจำนวนเพียงเล็กน้อย และข้อมูลที่มีความสำคัญเพียงเล็กน้อยจะมีจำนวนมาก หรือหลักการ 80:20 (Juran and Gryna, 1993) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ของข้อมูลกับจำนวนข้อมูล ตัวอย่างเช่น บริษัทหนึ่งพบว่า สินค้าที่จำหน่ายได้ดี หรือมียอดขายรวมร้อยละ 80 มีจำนวนร้อยละ 20 ของปริมาณสินค้าทั้งหมด ดังนั้น บริษัทต้องให้ความสำคัญกับสินค้าที่มีปริมาณการจำหน่ายสูง เพื่อสามารถตอบสนองความต้องการของลูกค้าจำนวนร้อยละ 80 แต่ในขณะเดียวกันก็ต้องดูแลผลิตภัณฑ์ที่มียอดขายรวมอีกร้อยละ 20 เช่นเดียวกัน เนื่องจากมีปริมาณสูงถึงร้อยละ 80 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (Figure 2)

2.4.1 ควรใช้แผนภูมิพาเรโตเมื่อใด

2.4.1.1 เมื่อต้องการกำหนดสาเหตุที่สำคัญของปัญหา

2.4.1.2 เมื่อต้องการยืนยันผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการแก้ปัญหา

2.4.1.3 เมื่อต้องการค้นหาปัญหา และหาคำตอบในการดำเนินกิจกรรมแก้ปัญหา

2.4.2 ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

2.4.2.1 สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด

2.4.2.2 สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีอัตราส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด

2.4.2.3 สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้

2.4.2.4 ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา

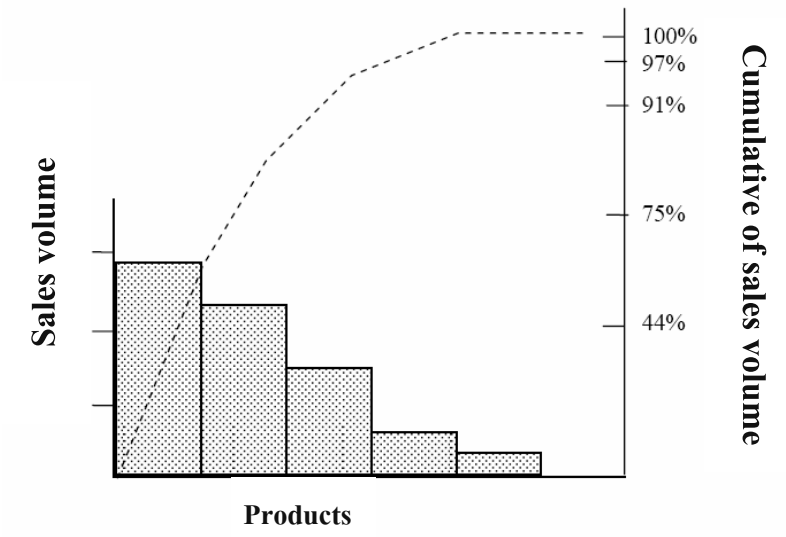


Figure 2. Parato diagram

ดัดแปลงจาก: ศุภชัย นาทะพันธ์ (2551)

2.5 สินค้าคงคลังและการควบคุม

การควบคุมสินค้าคงคลัง เป็นการควบคุมการใช้งานสินค้าให้สามารถตอบสนองความต้องการได้ในปริมาณและเวลาที่กำหนด โดยสินค้าคงคลัง (Inventory) หมายถึง สินค้าที่อยู่ภายใต้การดูแลรักษาของหน่วยงาน และถูกเก็บไว้ในสภาพที่ไม่มีผลผลิต (Non-productive) เพื่อนำไปใช้หรือขาย โดยสินค้าในที่นี้ หมายถึง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต (Raw material) สินค้าในกระบวนการผลิต (Work-in-process) และสินค้าสำเร็จรูป (Finished product) (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล, 2536) และการควบคุมวัสดุคงคลังที่มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องสามารถบรรลุจุดประสงค์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สร้างความมั่นใจว่าจะมีสินค้าคงคลังเพียงพอตลอดเวลา
- สามารถกำหนดได้ว่าสินค้าคงคลังรายการใดมีมากหรือน้อยเกินไป
- ดำเนินการด้วยค่าใช้จ่ายที่ต่ำที่สุด

2.6 คลังสินค้าและการจัดการคลังสินค้า

คลังสินค้า (Warehouse) คือ พื้นที่ภายในอาคารซึ่งออกแบบเพื่อมีจุดมุ่งหมายในการเก็บรักษาวัตถุดิบ งานระหว่างทำ และสินค้าสำเร็จรูป ซึ่งจะสร้างขึ้นโดยให้มีหลังคาปกคลุม และมีฝาผนังที่สมบูรณ์ทั้งด้านข้างและด้านหัวท้ายของอาคาร (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2547) โดยทั่วไปจะใช้คลังสินค้าเพื่อรักษาความสมดุลระหว่างการบริโภคที่มีอัตราความต้องการที่ไม่แน่นอน คาดเดาไว้ล่วงหน้าได้ยาก กับการผลิตที่มีอัตราของการผลิตเป็นปริมาณที่ค่อนข้างแน่นอน และสามารถควบคุมสั่งการได้ ถึงแม้ว่าการวางแผนการผลิตต้องอาศัยอัตราการบริโภคที่ประมาณการไว้ล่วงหน้าเป็นปัจจัยสำคัญในการพิจารณา แต่ความไม่คงที่ของความต้องการสินค้าในการบริโภค อาจทำให้เกิดความไม่สมดุลขึ้นได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง กล่าวคือ เมื่อระบบของการผลิตที่ต้องดำเนินไปอย่างต่อเนื่องตามแผนที่วางไว้ ถ้าช่วงเวลาใดที่ผลผลิตออกมามากเกินความต้องการของผู้บริโภค คลังสินค้าก็จะถูกใช้เป็นเครื่องมือที่ช่วยเก็บสะสมปริมาณสินค้าส่วนที่เกินไว้ และเมื่ออัตราความต้องการของผู้บริโภคสูงขึ้นจนเกินกำลังของการผลิต คลังสินค้าก็จะทำหน้าที่ในการระบายสินค้าที่ถูกสะสมไว้ออกสู่ตลาด เพื่อให้เพียงพอกับความต้องการก่อให้เกิดความสมดุลโดยเฉลี่ยในระยะยาว ซึ่งการจัดการคลังสินค้าที่ดีมีส่วนช่วยให้ต้นทุนรวมด้านโลจิสติกส์ต่ำที่สุดตามระดับการให้บริการลูกค้าที่กำหนดไว้ (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ และคณะ,2547) ดังแสดงใน Figure 3

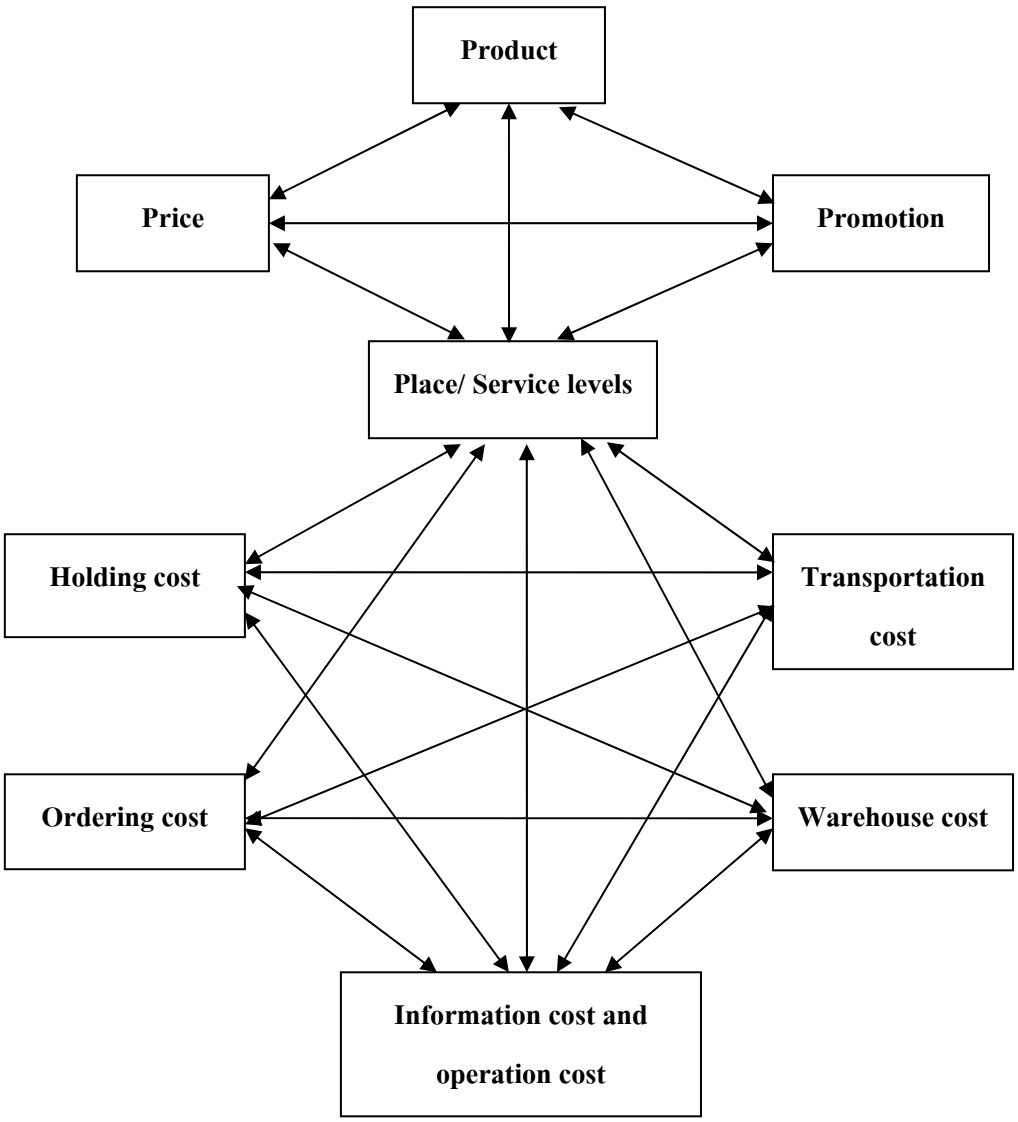


Figure 3. Total cost of logistic

ดัดแปลงจาก: กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ และคณะ (2547)

2.6.1 วัตถุประสงค์ของการจัดการคลังสินค้า

การใช้เนื้อที่ให้ได้ประโยชน์มากที่สุด การจัดเก็บสินค้าต้องอาศัยหลักการของพื้นที่เก็บรักษาทุกๆ ลูกบาศก์เมตรที่มีอยู่จะต้องมีการใช้ประโยชน์ให้หมดก่อนที่จะมีการนำเอาพื้นที่อื่นมาใช้ในการเก็บรักษาเพิ่มเติม เพื่อเป็นการป้องกันการสูญเสียเนื้อที่ไปโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดต้นทุนของการสูญเสีย

2.6.1.1 การใช้เวลาและแรงงานให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด

การใช้เวลาและแรงงานให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด เป็นการประหยัดทรัพยากรที่มีค่าที่ใช้ในการเก็บรักษาสินค้า หากมีการจัดเก็บสินค้าอย่างถูกต้องแล้ว สามารถทำให้การเคลื่อนย้ายสินค้า ใช้แรงงานคนและเวลาน้อย โดยแรงงานคนจะสัมพันธ์กับเวลา ซึ่งสามารถคำนวณออกมาเป็นค่าใช้จ่ายอันเป็นต้นทุนส่วนหนึ่งของการจัดการคลังสินค้า

2.6.1.2 การเข้าถึงสินค้าที่เก็บไว้นั้นได้สะดวกที่สุด

สินค้าจะต้องได้รับการเก็บในลักษณะของการนำออกมาใช้งานได้สะดวกและจัดส่งออกไปด้วยค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ปัจจัยสำคัญของการพิจารณาการจัดเก็บสินค้าเพื่อให้เข้าออกได้สะดวกนั้น จะต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่ตั้งของประตูและทางเดิน แถวและทิศทางของการจัดเก็บสินค้า

2.6.1.3 การป้องกันสินค้าที่เก็บรักษาอย่างดีที่สุด

สินค้าที่จัดเก็บไว้จะต้องได้รับการดูแลเป็นอย่างดีในลักษณะของ การป้องกันการสูญหาย สภาพอากาศ อัคคีภัย การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่รุนแรง รวมถึงการปนเปื้อนต่างๆ ที่อาจจะเกิดกับสินค้าบางรายการได้

2.6.2 หน้าที่ในการจัดการคลังสินค้าประกอบด้วยงานหลัก 4 ประการ ดังนี้

2.6.2.1 งานรับสินค้า (Receiving)

งานรับสินค้า เป็นการรับสินค้าจากแหล่งที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นจากผู้ขนส่งวัตถุดิบ (Supplier) หรือจากโรงงานการผลิตของกิจการในการรับงานระหว่างทำ สินค้าสำเร็จรูป จากนั้นสินค้าก็จะถูกขนถ่ายไปยังบริเวณเก็บสินค้า โดยงานรับสินค้านี้มีความสำคัญต่อการดำเนินงานที่มีประสิทธิผลของคลังสินค้าและการเก็บรักษาในเบื้องต้น

ก. ข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้สำหรับการตัดสินใจในการดำเนินงานที่เกี่ยวกับการรับสินค้า (Gu *et al.*, 2007) ประกอบด้วย

(1) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการขนถ่ายสินค้าเข้า เช่น เวลาที่สินค้าจะมาถึงคลัง และปริมาณของสินค้าที่จะต้องรับเข้ามายังคลัง

(2) กำหนดกระบวนการไหลเข้าของสินค้า จากภายนอกคลังสินค้ามายังภายในคลังสินค้า เพื่อความสะดวกในการทำงาน (อาจจะเป็นบริเวณพักสินค้าภายในหน่วยผลิต หรืออาจมาจากผู้ขนส่งวัตถุดิบก็ได้)

(3) ข้อมูลของคลังสินค้า เช่น พื้นที่ภายในคลังสินค้า และการจัดวาง

ข. นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการจัดรายการสินค้าให้กับลูกค้า ประกอบด้วย

(1) นโยบายการจัดรายการสินค้าแบบเข้มงวด (Strict-order picking) เป็นนโยบายที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากง่าย และรายการสินค้าที่ถูกจัดให้กับลูกค้ามีความสมบูรณ์อย่างสม่ำเสมอ คือ มีสินค้าครบตามจำนวนที่ลูกค้าต้องการ โดยพนักงานจะเข้าไปหยิบสินค้าตามรายการในใบคำสั่งซื้อแล้วนำสินค้านั้นออกมาวาง ณ จุดพักสินค้าทันที ซึ่งจะใช้พนักงานหนึ่งคนต่อการหยิบสินค้าหนึ่งใบคำสั่งซื้อ

(2) นโยบายการจัดรายการสินค้าแบบรวมรายการสินค้า (Batch-order picking) เป็นนโยบายที่นำรายการสินค้าหลายๆ คำสั่งซื้อที่มีรายการของสินค้าที่ต้องการจัดอยู่ในพื้นที่บริเวณใกล้เคียงมารวมกัน จากนั้นให้พนักงานไปจัดรายการสินค้าตามคำสั่งซื้อในชุดนั้น ซึ่งการรวมรายการสินค้านี้สามารถลดเวลาในการคัดเลือกสินค้าได้อย่างมีนัยสำคัญ (Gibson and Sharp, 1992; Petersen, 2000)

(3) นโยบายแบบการจัดสินค้าตามเวลาของชุดคำสั่งที่มาถึง (First come-first served: FCFS) เป็นการนำใบคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าหลายๆ รายการมารวมกัน ซึ่งกำหนดช่วงเวลาในการเริ่มจัดสินค้าที่แน่นอน พนักงานจะจัดรายการสินค้าตามลำดับของเวลาที่สินค้ามาถึง

2.6.2.2 งานจัดเก็บสินค้า (Storage)

การจัดเก็บสินค้า เป็นหน้าที่หลักของคลังสินค้าอีกอย่างหนึ่ง โดยการจัดเก็บสินค้าเป็นการขนย้ายสินค้าจากพื้นที่รับสินค้าเข้าไปยังตำแหน่งเก็บที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า และจัดวางสินค้าไว้อย่างเป็นระเบียบ รวมทั้งทำการบันทึกเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อความสะดวกในการค้นหาภายหลัง อีกทั้งยังเป็นการประหยัดพื้นที่ เวลา และแรงงาน สะดวกต่อการจัดรายการสินค้าเพื่อส่งออกให้กับลูกค้าต่อไป รวมถึงงานด้านการดูแลรักษาสินค้าให้อยู่ในสภาพเดิมไม่ให้เกิดความเสียหาย และสูญหายหรือเสื่อมคุณภาพไป ซึ่งจะต้องทำการตรวจสภาพภายนอกของสินค้าและจัดทำเป็นบัญชี เพื่อตรวจสอบปริมาณสุทธิของสินค้าเป็นประจำทุกวัน

ก. การกำหนดแผนในการตัดสินใจ และพื้นที่ในการจัดวางสินค้า พิจารณาจากปัจจัยพื้นฐาน (Gu *et al.*, 2007) ดังนี้

(1) รายการของสิ่งของที่จัดเก็บในคลังสินค้ามีมากน้อยเพียงใด เพื่อนำข้อมูลจัดทำเป็นจำนวนรายการสินค้าที่ต้องการเก็บ (Stock keeping units: SKUs)

(2) ความถี่ และระยะเวลาของการเติมเต็มสำหรับสินค้าแต่ละรายการ

(3) พื้นที่ของการเคลื่อนย้ายสินค้า ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า

ข. นโยบายในการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย

(1) นโยบายการจัดเก็บแบบไม่แน่นอน (Random-based storage) เป็นการเก็บสินค้าตามความสะดวกของผู้จัดเก็บ (Choe and Sharp, 1991) เนื่องจากง่ายต่อการใช้งานและใช้พื้นที่การจัดเก็บน้อยกว่านโยบายการเก็บแบบอื่นๆ (Petersen and Aase, 2004)

(2) นโยบายการจัดเก็บตามปริมาณพื้นฐาน (Volume-based storage) เป็นการเก็บโดยอาศัยปริมาณสินค้าที่ลูกค้าต้องการเป็นพื้นฐาน ซึ่งกำหนดรายการสินค้าที่ต้องการเก็บที่มีปริมาณความต้องการมากที่สุดให้อยู่ใกล้กับบริเวณจุดพักสินค้า (Docking area) (Petersen and Aase, 2004)

(3) นโยบายการจัดเก็บแบ่งตามระดับของสินค้า (Class-based storage) เป็นการแบ่งสินค้าออกเป็นระดับต่างๆ วิธีการเก็บแบบนี้สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ใกล้เคียงกับการจัดเก็บตามปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า แต่ใช้การเตรียมการน้อยกว่า เนื่องจากไม่ต้องคำนึงถึงปริมาณการจัดเก็บสินค้าทุกรายการ (Eynan and Rosenblatt, 1994)

2.6.2.3 การคัดเลือกสินค้าตามใบรายการคำสั่งซื้อสินค้า (Order picking)

การคัดเลือกสินค้า เป็นการจัดสินค้าตามใบรายการสินค้าที่ลูกค้าต้องการ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า เป็นกระบวนการของการนำผลิตภัณฑ์ออกจากพื้นที่การเก็บ เพื่อตอบสนองความต้องการให้กับลูกค้า และใช้แรงงานคนในการดำเนินการแบบดั้งเดิม (Manual systems) ในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลายในเรื่องของขนาด รูปร่าง หรือปริมาณของการสั่งซื้อ หรืออาจใช้ระบบอัตโนมัติ (Automated systems) (Koster *et al.*,2007) ในกรณีที่มีการจัดรายการสินค้าจำนวนมากๆ โดยสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงเมื่อมีการจัดรายการสินค้าให้กับลูกค้า คือ เวลาที่ใช้ในการจัดสินค้าแต่ละรายการ และการเคลื่อนย้ายสินค้าระหว่างพื้นที่การจัดเก็บ ทั้งนี้เพื่อจะได้ส่งของให้กับลูกค้าได้ทันตามเวลา โดยต้องอาศัยเทคนิคต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อความรวดเร็วในการดำเนินงาน แต่ควรต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่จะตามมาด้วย ซึ่งในหลายๆ องค์กรมองข้ามค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ไป

2.6.2.4 การจัดส่งสินค้า (Shipping)

การจัดส่งสินค้า เป็นงานหลักประการสุดท้ายที่ถูกดำเนินการในคลังสินค้า โดยการจัดส่งสินค้าเป็นการส่งสินค้าตามรายการคำสั่งของลูกค้าที่จัดเตรียมไว้ ซึ่งข้อมูลที่สำคัญในการดำเนินการจัดส่งสินค้า คือ รายการสินค้าที่ลูกค้าต้องการ และเวลาที่สามารถส่งได้ช้าที่สุด ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงค่าปรับที่อาจเกิดขึ้นจากการจัดส่งสินค้าล่าช้า

2.6.3 การวางแผนการจัดพื้นที่คลังสินค้า

เนื้อที่สำหรับการเก็บรักษาสินค้า เป็นทรัพยากรมูลฐานของการจัดเก็บสินค้า การเก็บรักษาให้มีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับการใช้เนื้อที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยต้นทุนการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือการปฏิบัติงานอื่นใดที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บสินค้าต่ำที่สุด

2.6.3.1 ปัจจัยในการพิจารณาการวางแผน สำหรับการจัดพื้นที่คลังสินค้า มีดังนี้

ก. ความคล้ายคลึงกันของสินค้า (Similarity) ความคล้ายคลึงกันของสินค้าในเรื่องของรูปร่าง ลักษณะ คุณสมบัติ สามารถนำมาใช้จำแนกประเภทของสินค้า เพื่อความสะดวกในการเก็บรักษา และเบิกจ่าย

ข. ความเป็นที่นิยมของสินค้า (Popular) จัดเป็นปัจจัยต้นๆ ในการพิจารณาถึง การกำหนดตำแหน่งของพื้นที่ในการจัดเก็บ สินค้าชนิดใดที่มีการเคลื่อนไหวสูง หรือมีปริมาณความต้องการสูงก็ควรจัดให้ใกล้กับพื้นที่จัดส่ง นอกจากนี้ควรจัดให้พื้นที่การจัดส่งอยู่ใกล้กับพนักงานคลังสินค้าด้วย เพื่อความสะดวกในการดูแลรักษาสินค้าคงคลัง Figure 4 แสดงการกำหนดตำแหน่งในการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง โดยอาศัยอัตราการหมุนเวียนของสินค้า

ค. ขนาด น้ำหนัก และปริมาณของสินค้า (Size weight and quantity) ขนาด น้ำหนัก และปริมาณความมากน้อยของสินค้าแต่ละประเภท มีผลโดยตรงต่อการกำหนดขนาดของสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษา ปริมาณของสินค้า หมายรวมถึง อัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสินค้าในช่วงเวลาหนึ่งของฤดูกาล และแนวโน้มในการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของสินค้าในอนาคตด้วย นอกจากนั้นแล้ว น้ำหนักของสินค้า ยังเป็นปัจจัยในการกำหนดปริมาณการเก็บรักษาสินค้าต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ด้วย เพื่อให้การจัดเก็บคุ้มค่ากับการลงทุน และเหมาะสมกับการวางโครงสร้างของคลังสินค้าตั้งแต่เริ่มต้น นั่นคือ ควรพิจารณาถึงความสามารถในการเก็บสินค้าแต่ละหน่วยพื้นที่ในระยะยาว

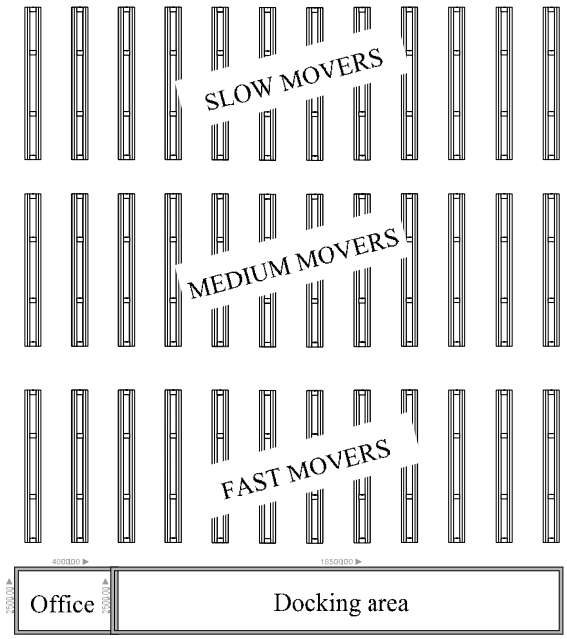


Figure 4. Classification of product storage

ดัดแปลงจาก: คำนาย อภิปรัชญาสกุล (2547)

ง. ลักษณะพิเศษของสินค้า (Characteristics of material) เป็นลักษณะเฉพาะตัวของสินค้าที่ต้องการการเก็บรักษา และควบคุมดูแลเป็นพิเศษ ซึ่งอาจมีลักษณะต่างๆ ดังนี้

(1) สินค้าที่อาจก่อให้เกิดอันตราย (Hazardous material) สินค้าบางชนิดอาจก่อให้เกิดอันตรายด้วยตัวเองโดยการสัมผัส หรือเป็นสิ่งสนับสนุนให้เกิดอันตราย ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อสินค้า หรือผู้ปฏิบัติงานได้ เช่น สารเคมีที่มีความเข้มข้นสูง สินค้าที่อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ สินค้าที่ระเหยง่าย สินค้าเหล่านี้ต้องมีพื้นที่การเก็บรักษาโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น จึงควรเก็บรักษาสินค้าไว้ตามคำแนะนำในฉลากของผลิตภัณฑ์นั้นๆ

(2) สินค้าที่เสื่อมเสียง่าย (Perishable material) สินค้าบางชนิดมีอายุการเก็บรักษาจำกัด ต้องการการตรวจตราอย่างใกล้ชิดและสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่ามีการหมุนเวียนของเก่าออกไป และป้องกันการเสื่อมคุณภาพจากการเก็บรักษาสินค้าไว้นานเกินไป

(3) ความจุของสิ่งอำนวยความสะดวกของการเก็บรักษา (Capacity of storage material) เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการวางแผนการเก็บรักษา จำเป็นต้องทราบว่าสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษานั้นมีความจุ และรับน้ำหนักได้มากน้อยเพียงไร สามารถคำนวณออกมาได้ในหน่วยลูกบาศก์เมตร และเมตริกตัน ซึ่งการพิจารณานี้ต้องคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพของสิ่งอำนวยความสะดวกเป็นสำคัญ

(4) สินค้าที่มีโอกาสสูญหายได้ง่าย (Security item) สินค้าที่มีมูลค่าต่อหน่วยสูง หรือสินค้าที่มีขนาดเล็ก จัดเป็นสินค้าที่ง่ายแก่การสูญหาย จะต้องมีการเก็บรักษา และมาตรการป้องกันเป็นพิเศษ (Tompkins *et al.*, 2003)

2.6.4 การกำหนดองค์ประกอบของเนื้อที่เก็บรักษา

การวางแผนการเก็บรักษา ต้องจัดสรรพื้นที่ทั้งหมดออกเป็นส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติสำหรับการเก็บรักษา และวางแผนการใช้พื้นที่ ให้สอดคล้องกับเนื้อที่ส่วนต่างๆ องค์ประกอบของเนื้อที่ทั้งหมดที่กำหนดขึ้นสำหรับการวางแผนการเก็บรักษาในคลังสินค้า ได้แก่

2.6.4.1 เนื้อที่ที่สูญเสียไปกับโครงสร้าง (Structural loss) เป็นเนื้อที่ที่ไม่อาจใช้ในการเก็บรักษาสินค้าได้เลย เนื่องจากใช้เป็นโครงสร้างของอาคาร เช่น เสา ผนังกั้น เป็นต้น

2.6.1.2 เนื้อที่สำหรับการสนับสนุนการเก็บรักษา (Space for storage support function) เป็นเนื้อที่ที่มิได้ใช้ในการเก็บรักษาสินค้า แต่ใช้สำหรับสนับสนุนการปฏิบัติการเกี่ยวกับการเก็บรักษาที่จำเป็นต้องมีไว้ ได้แก่ พื้นที่รับสินค้า พื้นที่จ่ายสินค้า พื้นที่บรรจุหีบห่อ พื้นที่สำนักงาน และพื้นที่อื่นๆ เพื่อการสนับสนุนการปฏิบัติงาน อาจแตกต่างกันไปตามลักษณะของคลังสินค้าแต่ละประเภท

2.6.1.3 เนื้อที่สำหรับทางเดิน (Aisles) ทางเดินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพื้นที่เก็บรักษาในกิจการคลังสินค้า และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บรักษาทุกประเภท ตำแหน่ง จำนวน และความกว้างของทางเดินสำหรับพื้นที่เก็บรักษาขึ้นอยู่กับรูปแบบของสิ่งอำนวยความสะดวก ทางเดินมีหลายชนิด และมีจุดมุ่งหมายในการใช้ที่แตกต่างกัน ลักษณะของทางเดินภายในคลังสินค้าสามารถพิจารณาได้ ดังนี้

ก. ทางเดินหลัก (Main aisles) เป็นทางที่ทอดยาวขนานไปกับความยาวของอาคารใช้สำหรับการปฏิบัติงาน มีจุดมุ่งหมายเพื่อใช้ในการขนย้ายสินค้าจากตำแหน่งหนึ่งไปอีกตำแหน่งหนึ่งภายในคลังสินค้า ความกว้างของทางเดินหลักกำหนดได้จากขนาดของเครื่องมือที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย โดยให้มีเนื้อที่มากพอที่จะให้เครื่องมือขนถ่าย 2 คัน สามารถเคลื่อนย้ายสินค้าสวนทางกันได้

ข. ทางเดินขวาง (Cross aisles) เป็นทางเดินที่ตัดขวางกับความยาวของอาคารเป็นมุมฉากกับทางเดินหลัก ใช้สำหรับการปฏิบัติงานเช่นเดียวกัน แต่มีความกว้างน้อยกว่าทางเดินหลัก โดยกำหนดให้เพียงพอสำหรับเครื่องมือขนถ่ายสามารถทำมุมฉากกับแนวด้านหน้าของกองสินค้าได้ เพื่อทำงานเกี่ยวกับการจัดวาง และขนถ่ายสินค้าออกจากกองได้สะดวก หรือเพื่อเป็นเส้นทางสำหรับการลำเลียงสินค้าเข้าและออกจากพื้นที่ในการเก็บรักษาได้สะดวกยิ่งขึ้น

ค. ทางคนเดิน (Personnel aisles) เป็นทางเท้าสำหรับเจ้าหน้าที่คลังสินค้าที่ใช้สำหรับการเข้าออกจากพื้นที่การเก็บรักษาไปยังพื้นที่ต่างๆ ทางเดินประเภทนี้ มีความจำเป็นไม่มากนัก เนื่องจากเป็นการสิ้นเปลืองเนื้อที่ไปโดยเปล่าประโยชน์ อีกทั้งยังอาจก่อให้เกิดการสูญหายของสินค้าได้อีกด้วย

ง. ทางเดินบริการ (Service aisles) เป็นทางเดินที่มีไว้เพื่อการตรวจตราสินค้า ในกรณีที่การจัดวางสินค้าเป็นกองขนาดใหญ่ และมีความจำเป็นที่จะต้องให้มีทางเข้าถึงสินค้าภายในกองเพื่อให้มีการตรวจสอบ ซึ่งต้องกระทำอย่างสม่ำเสมอ

จ. ทางเดินป้องกันเพลิง (Fire aisles) เป็นทางเดินที่เว้นไว้ระหว่างกองสินค้ากับผนังที่ต่ำกว่ามาตรฐานการกันไฟ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการลุกลามของเชื้อเพลิงที่อาจเกิดขึ้น หรือเป็นการเข้าถึงเครื่องมือดับเพลิง

2.6.4.4 เนื้อที่เก็บรักษาสุทธิ (Net storage space) เป็นเนื้อที่ที่สามารถจัดวางสินค้าได้จริง สามารถคำนวณได้จาก

$$N = G - SL - SF - A$$

เมื่อ N คือ เนื้อที่เก็บรักษาสุทธิ

G คือ เนื้อที่ทั้งหมดในการเก็บรักษา

SL คือ เนื้อที่ที่สูญเสียไปกับโครงสร้าง

SF คือ เนื้อที่สำหรับการสนับสนุนการเก็บรักษา

A คือ เนื้อที่สำหรับทางเดิน

หากมีสินค้าเก็บอยู่ในเนื้อที่การเก็บรักษาสุทธิร้อยละ 85 ของปริมาณเนื้อที่สำหรับการเก็บรักษาสุทธิ ถือว่าเป็นการเก็บรักษาสินค้าเต็มเนื้อที่อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว เนื่องจากจำเป็นที่จะต้องมีพื้นที่ว่าง เพื่อความสะดวกในการขนย้ายสินค้า

2.6.5 การคำนวณหาพื้นที่คลังสินค้า

2.6.5.1 ประสิทธิผลในการใช้เนื้อที่คลังสินค้าแนวตั้ง

$$E = P \times A$$

เมื่อ E = ประสิทธิผลในการใช้เนื้อที่คลังสินค้าแนวตั้ง

P = ความสูงที่สามารถเก็บสินค้าไว้ในคลังได้เต็มที่

A = ความสูงที่สามารถเก็บสินค้าไว้ในคลังจริงในพื้นที่ปัจจุบัน

2.6.5.2 จำนวนตารางเมตรที่ต้องการจริงในการจัดเก็บสินค้า

$$R = S \times E$$

เมื่อ R = จำนวนตารางเมตรที่ต้องการสำหรับการจัดเก็บสินค้า

S = จำนวนตารางเมตรที่มีสินค้าคงคลังอยู่ในปัจจุบัน

E = ประสิทธิผลในการใช้เนื้อที่คลังสินค้าแนวตั้ง

2.6.5.3 ปริมาตรพื้นที่เป็นตารางเมตร

$$S = CM / H$$

เมื่อ S = จำนวนตารางเมตรของพื้นที่ที่ได้คืนจากการส่งสินค้าออกไป

CM = จำนวนของเนื้อที่ (ตร.ม.) คลังสินค้าที่ต้องการรับสินค้าเข้ามาใหม่

H = ความสูงของกองสินค้าที่จะรับเข้ามาใหม่

2.6.5.4 มูลค่าของสินค้าเป็นจำนวนบาทต่อพาเลท

$$VC = BV / CM$$

เมื่อ VC = มูลค่าของสินค้าที่เก็บ (บาทต่อลบ.ม.)

BV = จำนวนเงิน (บาท) ของสินค้าที่อยู่ภายในคลังสินค้า

CM = จำนวนของเนื้อที่ (ลบ.ม.) คลังสินค้าที่ต้องการรับสินค้าเข้ามาใหม่

2.7 การกำหนดทิศทางการเก็บรักษา (Direction of storage)

การกำหนดทิศทางในการเก็บรักษา เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการใช้เนื้อที่ของคลังสินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยการกำหนดทิศทางต่างๆ ต้องคำนึงถึง ขนาดของสินค้าในแต่ละรุ่น (Lot size) ที่ต้องการจัดเก็บซึ่งสามารถกำหนดทิศทางของการจัดเก็บได้ ดังนี้

2.7.1 สินค้ารายการเดียวจัดวางจากทางเดินถึงทางเดิน (Aisle - to - aisle storage)

การจัดเก็บในลักษณะนี้ เป็นการวางสินค้าไปตามแนวทางเดิน จากปลายของพื้นที่ด้านหนึ่งสู่อีกด้านหนึ่ง แสดงดัง Figure 5 Part A วิธีนี้ เป็นวิธีที่ง่ายที่สุดสำหรับการจัดวาง แต่มีความยืดหยุ่นน้อยเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของเนื้อที่เก็บรักษา อีกทั้งผังการเก็บแบบนี้ไม่อำนวยให้เก็บสินค้าที่ขนาดรุ่นของสินค้ามีปริมาณน้อยๆ ในส่วนของพื้นที่เดียวกัน

2.7.2 การเก็บสินค้าแบบหลังชนหลัง (Back - to - back storage)

การจัดเก็บในลักษณะนี้ เป็นการเพิ่มจำนวนแถวให้มากขึ้น และลดความลึกของแถวให้สั้นลง แสดงดัง Figure 5 Part B ซึ่งพื้นที่จะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยเส้นสมมติตามแนวขวางกับทิศทางการเก็บรักษาออกไป และวางสินค้าในทางตรงข้ามกันของเส้นสมมติ เป็นวิธีการมาตรฐานสำหรับการเก็บรักษาที่ใช้พาเลท (Pallet) และรถยก (Forklift)

2.7.3 การเก็บรักษาแบบหันข้างชนหลัง (Side - to - back storage)

การจัดเก็บในลักษณะนี้ เป็นวิธีการที่ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการปฏิบัติงานมากยิ่งขึ้น คือ การวางแถวสั้นของพาเลท ตามแนวด้านข้างของพื้นที่ขนาดใหญ่ ที่มีการจัดวางสินค้ารุ่นใหญ่ (Large lot storage) แนวของแถวเหล่านี้จะจัดเป็นมุมฉากกับทิศทางของการเก็บสินค้ารุ่นเล็ก (Small lot storage) Figure 5 Part C

2.7.4 การกำหนดเส้นแบ่งแนวกึ่งกลางของพื้นที่ (Off - center dividing line)

การแบ่งส่วนของพื้นที่ให้มีความลึกแตกต่างกัน และเส้นสมมติที่จะให้หลังของแถวพาเลทชนกันทั้งหมดนั้น จะไม่ตรงกับแนวกึ่งกลางของพื้นที่ ทำให้ได้พื้นที่ที่มีขนาดไม่เท่ากัน แสดงดัง Figure 5 Part D โดยเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ที่มีความลึกมากกว่าอีกส่วนหนึ่ง และพื้นที่ขนาดกลางที่มีความลึกน้อยกว่าอีกส่วนหนึ่ง การวางผังคลังสินค้าแบบนี้ทำให้ได้พื้นที่ในการจัดวางสินค้าเป็นจำนวนมากและเหมาะสำหรับการจัดวางสินค้าที่มีขนาดสินค้าในแต่ละรุ่นที่แตกต่างกันออกไป

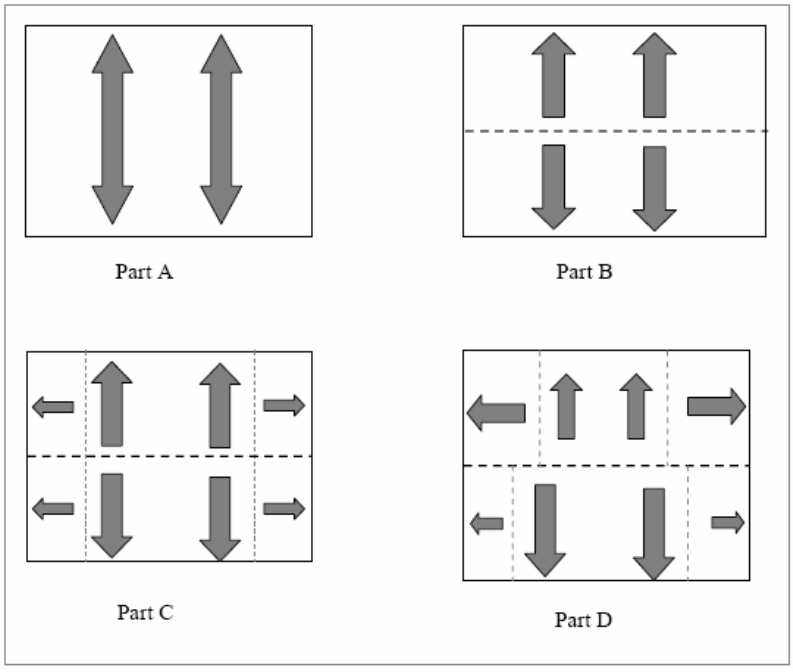


Figure 5. Direction of storage

ที่มา: คำนาย อภิปรัชญาสกุล (2547)

2.8 ชั้นวางสินค้าสำหรับคลังสินค้า

2.8.1 ชั้นวางสินค้าซีเล็คทีฟ (Selective rack)

ชั้นวางสินค้าซีเล็คทีฟ เป็นชั้นเก็บสินค้าขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับการจัดเก็บสินค้าที่มีความแตกต่างของผลิตภัณฑ์มาก รวมถึงสินค้าที่มีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมากไม่สามารถจัดเก็บสินค้าขึ้นวางบนชั้นเก็บด้วยแรงคนต้องใช้รถยก (Forklift) หรือเครื่องมือพิเศษช่วยในการจัดเก็บสินค้า เนื่องจากมีความปลอดภัยกว่าการจัดเก็บแบบอื่นๆ โดยสามารถรับน้ำหนักในแต่ละระดับชั้นของการวางได้ตั้งแต่ 500 - 4,000 กิโลกรัม ต่อระดับชั้นของการวาง และมีความสูงตั้งแต่ 2,025 มิลลิเมตรขึ้นไป ความกว้าง 1,000 - 3,500 มิลลิเมตร ความลึก 800 - 1,500 มิลลิเมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของสินค้า และคลังสินค้า นอกจากนั้นยังเป็นชั้นวางสินค้าที่ไม่ต้องการการลงทุนมาก มีความยืดหยุ่นและใช้เวลาน้อยในการจัดเก็บ (Figure 6)

Figure 6. Selective rack

ที่มา: T. M Industry Co.Ltd. (2008) (a)

2.8.2 ชั้นวางสินค้าโมบาย (Mobile selective rack)

ชั้นวางสินค้าโมบาย เป็นชั้นวางสินค้าที่ออกแบบเพื่อแก้ไขพื้นที่ที่จำกัดต้องการเก็บสินค้าอย่างหนาแน่นและมีจำนวนมาก ดังนั้น จึงต้องให้ชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่ได้ ซึ่งสามารถนำพาเลทเข้าจัดเก็บและนำออกโดยใช้รถยกเพียงคันเดียว จึงเว้นว่างเพียง 1 ช่องทางเดิน ตัวอย่างเช่น ห้องแช่จุดเยือกแข็ง ห้องแช่เย็น ซึ่งมีค่าก่อสร้างค่อนข้างสูง (Figure 7)

Figure 7. Mobile selective rack

ที่มา: T. M Industry Co., Ltd. (2008) (b)

2.8.3 ชั้นวางสินค้าลองสแปน (Long span rack)

ชั้นวางสินค้าลองสแปน เป็นชั้นเก็บสินค้าขนาดใหญ่ พัฒนาขึ้นมาจากชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ เพื่อให้มีความเหมาะสมในการวางสินค้าเป็นกล่องขนาดเล็ก โดยไม่ต้องจัดวางบนพาเลท และใช้เพียงแรงคนในการเคลื่อนย้ายสินค้าก็เพียงพอ โดยมีขนาดความสูง ความกว้าง และความลึก เช่นเดียวกับชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ และมีการเพิ่มวัสดุไม้อัด หรือแผ่นชั้นโลหะ ด้วยการปูลงบนชั้นเก็บสินค้า สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 500 - 2,000 กิโลกรัม (Figure 8)

Figure 8. Long span rack

ที่มา: T. M Industry Co., Ltd. (2008) (c)

2.8.4 ชั้นวางสินค้าไดร์ฟอิน (Drive in rack)

ชั้นวางสินค้าไดร์ฟอิน เป็นชั้นเก็บสินค้าขนาดใหญ่ ที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บสินค้าได้ในปริมาณมากกว่า การจัดเก็บบนชั้นวางแบบซีเล็คทีฟในพื้นที่ขนาดเดียวกัน เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยกว่า เหมาะสำหรับการเก็บสิ่งของที่เป็นกลุ่ม (Batches) โดยสามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 500 - 1500 กิโลกรัมต่อพาเลท ลักษณะการใช้งานชั้นวางสินค้าประเภทนี้ทำได้โดย ยกสินค้าที่วางบนพาเลทมาใส่ไว้บนชั้นเก็บสินค้าที่ออกแบบ ทางด้านหน้าจนครบตามจำนวน เมื่อจะนำออกทำได้โดยการยกออกครั้งละพาเลท จากทางด้านหน้าไปถึงด้านในจนครบจำนวนที่ต้องการ เรียกระบบนี้ว่า เข้าก่อนออกหลัง (First in last out: FILO) ชั้นวางสินค้าแบบนี้จะวางติดกับผนังด้านใดด้านหนึ่ง และภายในแถวของชั้นวางควรจัดวางสินค้าประเภทเดียวกัน (Figure 9)

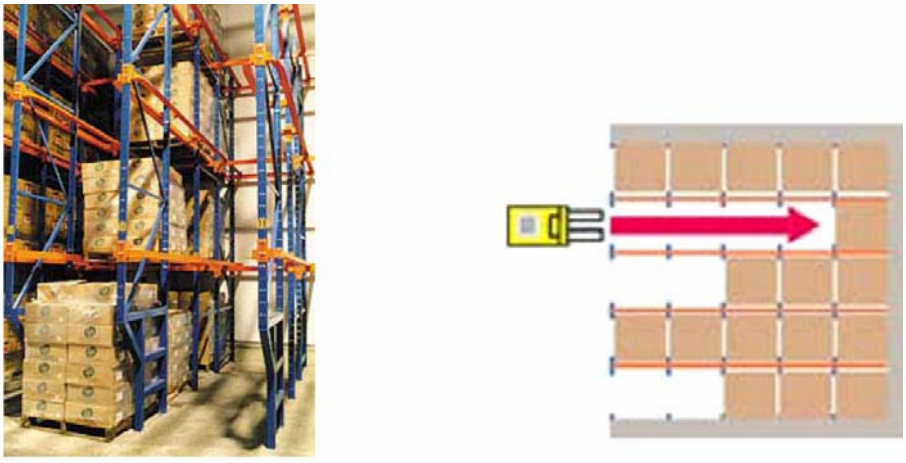


Figure 9. Drive in rack

ที่มา: Steel King Industries Inc. (2008) (a)

2.8.5 ชั้นวางสินค้าไดร์ฟทรู (Drive through rack)

ชั้นวางสินค้าไดร์ฟทรู เป็นการเก็บสินค้าขนาดใหญ่ ที่สามารถเข้าถึงสินค้าได้อย่างทั่วถึงทั้งสองด้าน เสมือนการจัดเก็บในลักษณะหลังชนหลัง เป็นการเพิ่มศักยภาพในการจัดการให้ได้ผลเต็มที่ ลดปัญหาในการจัดการจราจรภายในคลังสินค้าประหยัดเวลาในการขนย้ายสินค้า โดยมีขนาดและรูปแบบของชั้นวางแบบไดร์ฟทรูที่สามารถรับน้ำหนักได้ตั้งแต่ 500 - 1,500 กิโลกรัม ต่อพาเลท ลักษณะของการใช้งานเป็นการยกสินค้าเข้าไปวางบนชั้นสินค้าทางด้านหน้า จนครบจำนวน เมื่อต้องการนำสินค้าออกมา เพื่อส่งให้กับลูกค้าก็จะนำสินค้ามาจากทางด้านหน้าของชั้นที่เก็บสินค้า ลักษณะการทำงานแบบนี้เรียกว่า ระบบเข้าก่อนออกก่อน (First in first out: FIFO) เหมาะสำหรับสินค้าที่มีความกว้างและความสูงเท่าๆ กัน (Figure 10)

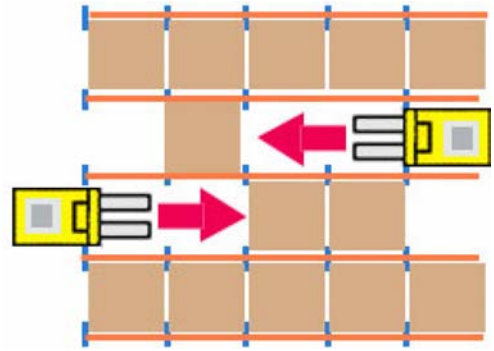


Figure 10. Drive through rack

ที่มา: Steel King Industries Inc. (2008) (b)

2.8.6 ชั้นวางสินค้าโรเลอร์ (Roller rack)

ชั้นวางสินค้าโรเลอร์ เป็นชั้นวางสินค้าที่จัดเก็บสินค้า และเคลื่อนย้ายสินค้าได้ในขณะเดียวกันโดยใช้ลูกกลิ้ง ซึ่งการเก็บสินค้าแบบนี้สามารถแยกการเก็บผลิตภัณฑ์ออกเป็นช่องๆ ได้ตามจำนวนที่ต้องการ นอกจากนั้นยังพบว่า ชั้นวางสินค้าแบบนี้ อาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกในการเคลื่อนย้ายสินค้า เพื่อให้สินค้าไหลลงมาตามปริมาณที่ต้องการ และหากต้องการจัดสินค้าที่ไม่เต็มพาเลท สามารถดึงสินค้าที่เต็มพาเลทที่จัดวางอยู่บนชั้นวางสินค้าประเภทนี้ได้โดยใช้ตัวหยุดในการแบ่งแยกสินค้า (Intermediate pallet separators) ซึ่งตัวหยุดนี้จะมีจำนวนมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับความเร็วที่ต้องการในการเคลื่อนย้ายของสินค้า (Figure 11)

ประโยชน์ของการใช้ Roller rack

- ลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุ
- ลดเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า
- ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อย เมื่อเทียบกับการจัดเก็บด้วยวิธีการอื่นๆ
- เกิดความผิดพลาดในการจ่ายสินค้าน้อยลง

Figure 11. Roller rack

ที่มา: Tecnorulli (2008)

2.9 มูลค่าของเงินตามเวลา (Time value of money)

มูลค่าของเงินจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในเชิงเศรษฐศาสตร์เงิน 1 บาทในวันนี้จะมีมูลค่าปัจจุบันเท่ากับ 1 บาท แต่เงิน 1 บาท ในอีก 5 ปีข้างหน้า จะมีมูลค่าน้อยกว่า 1 บาทเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจุบัน เนื่องจาก สามารถใช้เงินดังกล่าวลงทุนในวันนี้เพื่อเพิ่มผลกำไรให้ในอนาคต ดังนั้นจำเป็นที่ผู้ประกอบการควรวิเคราะห์ส่วนลดของกระแสเงินสด (Discounter cash flow analysis) โดยแสดงให้เห็นถึงระยะเวลาการเคลื่อนไหวของกระแสเงินสดที่มีผลกระทบต่อมูลค่าสินทรัพย์และอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน เพื่อเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจในการลงทุนต่อไป (สุพาดา สิริกุตตา และคณะ, 2545)

2.9.1 มูลค่าของเงินในอนาคต (Future value: FV)

มูลค่าของเงินในอนาคต หมายถึง มูลค่าของเงินในปัจจุบันที่รวมผลตอบแทนจากการนำเงินไปลงทุนเพื่อหาผลประโยชน์ ซึ่งเป็นการหามูลค่าของเงินปัจจุบันในอนาคต หรืออาจหมายถึง มูลค่าของเงินรวมในอนาคตที่รวมดอกเบี้ยทบต้นของเงินนั้นไว้ด้วย ณ ปีที่ n จาก Figure 12 จะเห็นได้ว่ากระแสเงินสดในแต่ละปีรวมกับอัตราดอกเบี้ยทบต้นแล้วจะมีค่า เท่ากับเงินในอนาคต ณ ปีที่ n

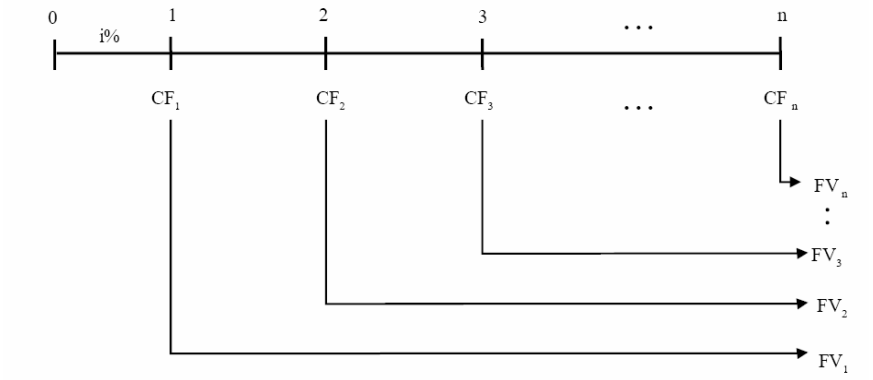


Figure 12. Future value

ดัดแปลงจาก: สุพาดา สิริกุตตา และคณะ (2545)

สามารถคำนวณหามูลค่าของเงินในอนาคต ได้ดังนี้

กรณีที่กระแสเงินสดในแต่ละงวดไม่เท่ากัน คำนวณได้จาก

$$FV_n = CF_1 (1+i)^{n-1} + CF_2 (1+i)^{n-2} + \ldots + CF_n (1+i)^{n-t}$$

หรือ $$FV_n = \sum_{t=1}^{n} CF_t (1+i)^{n-t}$$

กรณีที่กระแสเงินสดในแต่ละงวดเท่ากัน คำนวณได้จาก

$$FV = PV(1+i)^n$$

โดย FV_n = มูลค่าของเงินในอนาคต n งวด

PV = มูลค่าของเงินปัจจุบัน

CF_t = กระแสเงินสดในปีที่ t

i = อัตราดอกเบี้ย

n = จำนวนปี

2.9.2 มูลค่าของเงินปัจจุบัน (Present value: PV)

มูลค่าของเงินปัจจุบัน หมายถึง การวิเคราะห์มูลค่าของเงินที่จะได้รับในอนาคตว่าควรมีมูลค่าเท่าใดในปัจจุบัน ซึ่งเงินที่จะได้รับในอนาคตย่อมมีมูลค่าปัจจุบันน้อยกว่า หรือกล่าวอีกในหนึ่งว่ามูลค่าของเงินปัจจุบันมากกว่าเงินที่จะได้รับในอนาคต เพราะเงินที่มีอยู่ในปัจจุบันสามารถนำไปลงทุนเพื่อหาผลประโยชน์ได้ โดยนำกระแสเงินสดคิดลดจากผลตอบแทนที่ควรจะได้รับในช่วงเวลาในปัจจุบันถึงอนาคต (Figure 13)

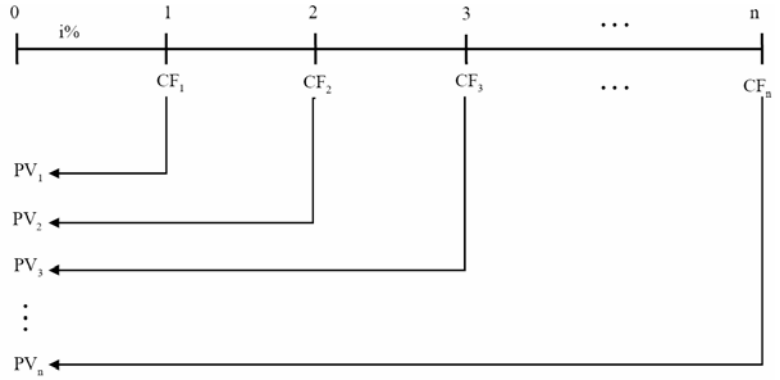


Figure 13. Present value

ดัดแปลงจาก: สุพาดา สิริกุตตา และคณะ (2545)

สามารถคำนวณหามูลค่าของเงินปัจจุบัน ได้ดังนี้

กรณีที่กระแสเงินสดในแต่ละงวดไม่เท่ากัน คำนวณได้จาก

$$PV = CF_1\left[\frac{1}{1+i}\right]^1 + CF_2\left[\frac{1}{1+i}\right]^2 + \ldots + CF_n\left[\frac{1}{1+i}\right]^n$$

กรณีที่กระแสเงินสดในแต่ละงวดเท่ากัน คำนวณได้จาก

$$PV = \frac{FV_n}{(1+i)^n}$$

2.10 งบลงทุน (Capital budget)

งบลงทุน เป็นกระบวนการวางแผนและการจัดสรรเงิน เพื่อลงทุนในโครงการต่างๆ ของธุรกิจ เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับเงินลงทุนในปัจจุบัน ซึ่งจะเห็นผลสำเร็จในอนาคต หรือเป็นกระบวนการที่ผู้บริหารใช้ในการตัดสินใจ เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างรายจ่าย และผลประโยชน์ที่จะได้รับจากการลงทุนในโครงการในอนาคต เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการจัดสรรทรัพยากรสำหรับการลงทุนในระยะยาว (สมาคมนักบัญชีและผู้สอบบัญชี, 2538) โดยทั่วไปงบลงทุนใช้เป็นตัวช่วยในการวางแผนการในการใช้จ่าย การซื้อสินทรัพย์ถาวรของธุรกิจ และเป็นกระบวนการสำหรับการวิเคราะห์โครงการ

2.10.1 ลักษณะของโครงการ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

(1) โครงการอิสระ (Independent) เป็นโครงการที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ ซึ่งมีคุณลักษณะของโครงการต่างกัน เพราะฉะนั้นจะเลือกลงทุนเพียงโครงการเดียว หรือหลายโครงการหรืออาจจะไม่เลือกโครงการใดเลยก็ได้ เนื่องจากไม่มีผลต่อกันไม่ว่าจะเลือกโครงการใดก็ตาม

(2) โครงการที่มีผลประโยชน์ร่วมกัน (Mutually exclusive project) เป็นโครงการที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันหรือเหมือนกัน ถ้าเลือกโครงการหนึ่งแล้วอีกโครงการจะไม่ถูกเลือก หรืออาจไม่เลือกทั้งสองโครงการก็ได้ แต่ไม่สามารถเลือกทั้งสองโครงการได้

2.10.2 ขั้นตอนในการจัดทำงบลงทุน มีดังนี้

(1) พิจารณาโครงการลงทุนที่น่าสนใจ และกำหนดต้นทุนของโครงการในการลงทุนว่าควรจะใช้จำนวนเงินในการลงทุนทั้งหมดเท่าใด

(2) ประมาณการกระแสเงินสดรับ และกระแสเงินสดจ่ายตลอดอายุโครงการ

(3) วิเคราะห์การตัดสินใจในโครงการลงทุนโดยใช้เครื่องมือในการตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน เช่น ระยะเวลาการคืนทุน อัตราผลตอบแทนการลงทุน เป็นต้น

(4) ตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน ถ้าอัตราผลตอบแทนที่ได้รับของโครงการมากกว่าอัตราผลตอบแทนที่ต้องการก็จะยอมรับโครงการนั้น

(5) ประเมินผลโครงการลงทุนที่ได้ตัดสินใจเลือกในข้อ (4)

2.10.3 เครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน มีดังนี้

(1) ระยะเวลาในการคืนทุน (Payback period: PB) หมายถึง ระยะเวลาของกระแสเงินสดสุทธิ (Net cash inflow) ที่คาดว่าจะได้รับในอนาคตเท่ากับเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการพอดี สามารถคำนวณได้ดังนี้

กรณีที่กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปีมีมูลค่าเท่ากัน

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนเริ่มแรก}}{\text{กระแสเงินสดสุทธิที่คาดว่าจะได้รับ}}$$

กรณีที่กระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปีมีมูลค่าไม่เท่ากัน จะพิจารณาจากกระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปีรวมกันเป็นกระแสเงินสดรับสุทธิสะสม เท่ากับจำนวนเงินลงทุนเริ่มแรก เช่น โครงการหนึ่งลงทุนเริ่มต้นที่ x หน่วย และมีกระแสเงินสดรับเป็นดังต่อไปนี้

ปีที่	กระแสเงินสดสุทธิ (หน่วย)	กระแสเงินสดสุทธิสะสม (หน่วย)
1	a_1	a_1
2	a_2	$a_1 + a_2$
3	a_3	$a_1 + a_2 + a_3$
4	a_4	$a_1 + a_2 + a_3 + a_4$

กำหนดให้ $a_1 + a_2 < x$ และ $a_1 + a_2 + a_3 > x$

แสดงว่า กระแสเงินสดรับ a_3 หน่วย ใช้เวลา 1 ปี

ดังนั้น กระแสเงินสดรับ $x - (a_1 + a_2)$ หน่วย ใช้เวลา $\frac{x - (a_1 + a_2)}{a_3}$ ปี

เพราะฉะนั้น ระยะเวลาในการคืนทุนของโครงการนี้ใช้เวลา $\frac{x - (a_1 + a_2)}{a_3}$ ปี

เกณฑ์ในการตัดสินใจในกรณีคำนวณด้วยวิธีระยะเวลาการคืนทุน

- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้ น้อยกว่า ระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการจะยอมรับโครงการ
- ระยะเวลาในการคืนทุนที่คำนวณได้ มากกว่า ระยะเวลาในการคืนทุนที่ต้องการจะปฏิเสธโครงการ

ข้อดีของวิธีระยะเวลาในการคืนทุน คือ สามารถคำนวณได้ง่าย และรวดเร็ว ส่วนข้อเสียของวิธีนี้ คือ ให้ความสำคัญในเรื่องของระยะเวลาการคืนทุนของโครงการเพียงอย่างเดียว โดยที่มิได้คำนึงถึงรายได้ที่จะได้รับหลังจากคืนทุนแล้ว เพราะบางโครงการถึงแม้ว่าจะคืนทุนช้า แต่หลังจากคืนทุนแล้วยังมีรายได้สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมิได้คำนึงถึงมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จะได้รับในอนาคตด้วย

(2) อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal rate of return: IRR) เป็นการคำนวณหาอัตราคิดลดที่มีผลทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสดที่ได้รับในอนาคตเท่ากับเงินลงทุนที่จ่ายในปัจจุบัน นั่นคือ มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่าย โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = CF_0$$

โดย CF_0 = เงินลงทุนเริ่มแรก หรือเงินลงทุนที่จ่ายในปัจจุบัน

CF_t = กระแสเงินสดรับปีที่ t

n = อายุโครงการ n ปี

t = ระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนปีที่ t (เริ่มตั้งแต่ปีที่ 1 ถึงปีที่ n)

IRR = อัตราผลตอบแทนคิดลด

เกณฑ์ในการตัดสินใจในกรณีคำนวณด้วยวิธีอัตราผลตอบแทนคิดลด

- อัตราผลตอบแทนคิดลดที่คำนวณได้ มากกว่าหรือเท่ากับ ต้นทุนของเงินทุนหรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ จะยอมรับโครงการ
- อัตราผลตอบแทนคิดลดที่คำนวณได้ น้อยกว่า ต้นทุนของเงินทุนหรืออัตราผลตอบแทนที่ต้องการ จะปฏิเสธโครงการ

ข้อดีของการใช้วิธีอัตราผลตอบแทนคิดลด คือ เป็นการปรับกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการให้เป็นมูลค่าปัจจุบันก่อนแล้วเทียบกับต้นทุนของโครงการ

(3) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net present value: NPV) หมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับสุทธิตลอดอายุโครงการกับเงินลงทุนเริ่มต้น ณ อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุนของโครงการ มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+k)^t} - CF_0$$

โดย k = อัตราผลตอบแทนที่ต้องการหรือต้นทุนของเงินทุน

ข้อดีของการใช้วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ การนำแนวคิดในการคำนวณหามูลค่าของเงินตามเวลามาประกอบในการตัดสินใจด้วย โดยผลตอบแทนที่ได้รับจะเกิดขึ้นในอนาคตจากการลงทุนในปัจจุบัน

เกณฑ์ในการตัดสินในกรณีคำนวณด้วยวิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ

- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ยอมรับโครงการ
- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่า น้อยกว่า 1 ปฏิเสธโครงการ

(4) ดัชนีการทำกำไร (Profitability index: PI) เป็นอัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับกับมูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่ายในโครงการลงทุนนั้นๆ มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+k)^t}}{CF_0}$$

เกณฑ์ในการตัดสินใจในกรณีคำนวณด้วยวิธีดัชนีการทำกำไร

- กรณีดัชนีการทำกำไรมีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1 จะยอมรับโครงการ
- กรณีดัชนีการทำกำไรมีค่า น้อยกว่า 1 จะปฏิเสธโครงการ

การประเมินโครงการลงทุนต้องอาศัยเครื่องมือที่ใช้ประเมินโครงการทั้ง 4 วิธีดังกล่าวเป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ เครื่องมือที่ใช้ประเมินโครงการที่คำนึงถึงมูลค่าปัจจุบันของเงินสดที่ได้รับในอนาคตเป็นเครื่องมือที่ใช้ประเมินโครงการที่ดีที่สุด ได้แก่ วิธีอัตราผลตอบแทนคิดลด วิธีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ และดัชนีการทำกำไร การตัดสินใจในกรณีที่มีโครงการหลายโครงการควรจัดอันดับโครงการจากเครื่องมือที่ใช้ประเมินโครงการ เพื่อให้การตัดสินใจไม่เกิดความผิดพลาด

2.11 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ เป็นการสร้างแบบจำลองเสมือนระบบจริง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง (Real system) หรือประเมินผลการดำเนินงานจากการใช้นโยบายแบบต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้สภาวะเงื่อนไขที่กำหนดไว้แตกต่างกัน ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้น ต้องสามารถอธิบายให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของการดำเนินงานและคุณลักษณะของระบบงานจริงได้โดยไม่จำเป็นต้องเหมือนกับระบบงานจริง ดังนั้นการจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การสร้างตัวแบบจำลองและการนำเอาตัวแบบจำลองไปใช้งานจริง สาเหตุที่ตัวแบบจำลองเป็นตัวแบบเชิงปริมาณที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากตัวแบบจำลองเป็นตัวแบบที่มีความยืดหยุ่นสูง สามารถสร้างให้เข้ากับสภาพของปัญหาได้ในทุกๆ รูปแบบ โดยใช้หลักการทางสถิติมาจำลองสถานการณ์ที่จะเกิดในอนาคต เพื่อศึกษาวิเคราะห์สภาพการทำงาน และคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดในอนาคตตัวแบบจำลองนี้ไม่ได้มุ่งเน้นหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา แต่จะเน้นการเลือกทางที่น่าพอใจมากที่สุดจากทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่

แบบจำลอง (Model) หมายถึง ตัวแทนของระบบงานวัตถุ หรือแนวความคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่ง สามารถอธิบายถึงการดำเนินงาน ลักษณะพฤติกรรมของระบบงาน วัตถุ หรือแนวความคิดนั้นๆ โดยแบบจำลองจะช่วยให้ผู้สร้างหรือผู้วิเคราะห์แบบจำลองสามารถคาดคะเนหรือทำนายพฤติกรรมต่อไปของระบบงานได้ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบงาน

ระบบงาน (System) หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Elements) ที่มีความสัมพันธ์ในการทำงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงานนั้นๆ เนื่องจากการจำลองแบบปัญหาเป็นการศึกษากระบวนการทำงานของระบบทั้งระบบ จึงจำเป็นต้องมีรูปแบบการทำงานที่ชัดเจนของระบบที่กำลังศึกษาอยู่ โดยการกำหนดขอบเขตของระบบงาน (System boundary) (วิชัย สุรเชิดเกียรติ; 2544) องค์ประกอบของระบบนั้น ประกอบไปด้วย

1.กลุ่มขององค์ประกอบ (Element of entity)

2.ลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบ (Attribute)

3.กิจกรรม (Activity)

กลุ่มขององค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่อยู่ภายใน หรือภายนอกระบบที่แสดงความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดยมีลักษณะเฉพาะตัวที่ก่อให้เกิดกิจกรรม เพื่อทำให้ระบบสามารถดำเนินงานได้จนบรรลุวัตถุประสงค์ของระบบงาน และสามารถจำแนกประเภทของระบบงานตามลักษณะของการเปลี่ยนแปลงสถานะภาพของระบบได้ ดังนี้

1. ระบบต่อเนื่องกับระบบไม่ต่อเนื่อง (Continuous versus discrete system) เป็นการพิจารณาจากพฤติกรรมการเปลี่ยนสถานภาพของระบบกับเวลา

2. ระบบแน่นอนกับระบบไม่แน่นอน (Deterministic versus stochastic system) หมายถึงระบบซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงทางสถานะของระบบเกิดขึ้น ณ จุดที่ไม่ต่อเนื่องกันและไม่มีความสัมพันธ์กันบนแกนเวลาของการจำลอง

ในปัจจุบันมีการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจำลองสถานการณ์ เพื่อให้สร้างรูปแบบแทนระบบการทำงานได้ง่าย และรวดเร็วมากยิ่งขึ้น โดยมีโปรแกรมที่มาช่วยในการจำลองสถานการณ์ที่มากมาย เช่น โปรโมเดล (Promodel) อารีน่า (ARENA) เป็นต้น โดยโปรแกรมอารีน่าถูกให้ความสนใจมากขึ้นในอุตสาหกรรม เนื่องจากมีราคาไม่สูงมากนัก มีความยืดหยุ่นสูงในการแก้ปัญหา ง่ายต่อการเรียนรู้และการใช้งาน (Kelton *et al*., 2002) โดยส่วนใหญ่แล้ว อารีน่าจะถูกใช้เพื่อสร้างแบบจำลองของระบบงานที่มีเหตุการณ์เกิดขึ้นเป็นช่วง ด้วยการใช้แผนภาพรูปบล็อก (Arena block diagram) ซึ่งอาจจะถูกอธิบายเป็นการกระทำที่มีต่อกระบวนการไหลของสิ่งที่ให้ความสนใจ (Entity flow) ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง และจุดเด่นของอารีน่าอยู่ที่ สามารถแยกการให้คำจำกัดความของแบบจำลองและสามารถระบุรายละเอียดของแบบจำลองที่ชัดเจนได้

2.11.1 โปรแกรมอารีน่า (ARENA)

โครงสร้างของโปรแกรมอารีน่า สามารถแยกการดำเนินการวิเคราะห์การจำลองปัญหาได้ 3 ระยะหลัก คือ การให้คำจำกัดความของแบบจำลอง (Model definition) การทดลองกับแบบจำลอง (Model experiment) และการวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองแบบปัญหา (Output analysis) ดังนั้นจึงทำให้อารีน่าได้เปรียบในการทำงาน เนื่องจากสามารถทำการทดลองได้หลายครั้งโดยไม่ต้องแก้ไขแบบจำลอง และสามารถวิเคราะห์ผลได้หลายครั้งโดยใช้ข้อมูลของผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเดียวกัน

2.11.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมอารีน่า

ส่วนประกอบพื้นฐานของโปรแกรมอารีน่าที่ควรรู้จัก ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก (Kelton *et al*., 2002) ดังนี้

2.11.2.1 หน้าต่างของตัวแบบ (Model window) ใช้สำหรับเริ่มสร้างแบบจำลองใหม่ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ แถบเครื่องมือต่างๆ (Menu bar) บัญชีระบบงาน (Panel) และพื้นที่สร้างตัวแบบในการจำลอง (Work space) แสดงดังภาพ Figure 14

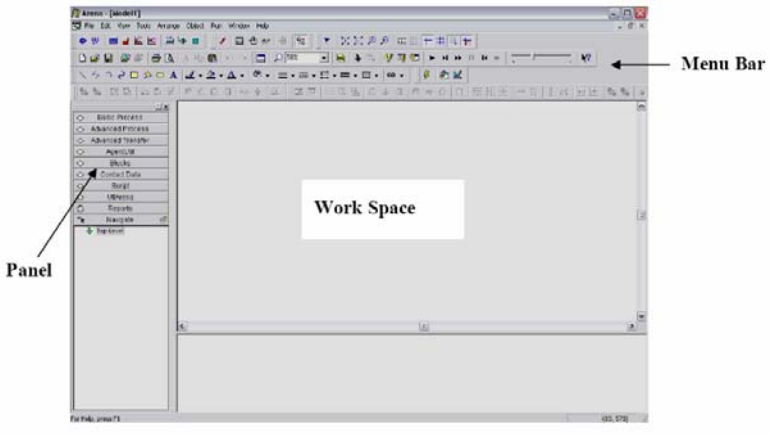


Figure 14. Model window

2.11.2.2 หน้าต่างแม่แบบ (Template window) เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการพัฒนาการสร้างแบบจำลอง ประกอบด้วย เทมเพลตย่อยๆ หลายเทมเพลต เช่น Basic process panel, Advanced process panel, Contact data panel, Common panel ซึ่งการที่เลือกเทมเพลตขึ้นอยู่กับความเหมาะกับระบบงานในการสร้างแบบจำลอง แสดงดังภาพ Figure 15

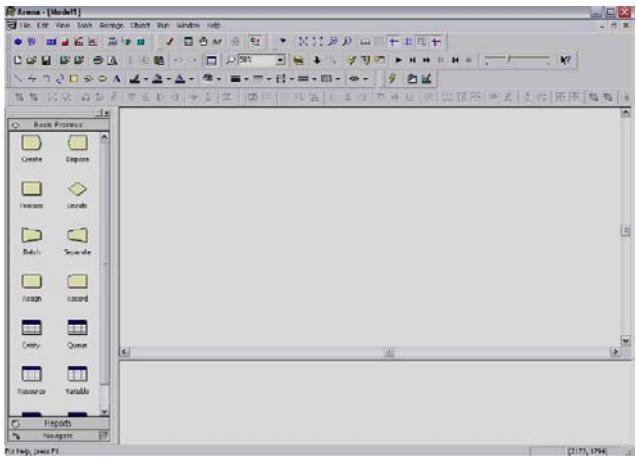


Figure 15. Template window

2.11.2.3 หน้าต่างข้อมูลเข้า (Input window) เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการแสดงข้อมูลการกระจายความน่าจะเป็นที่รวบรวมได้จากระบบจริง โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเข้า (Input analyzer) และอาจแสดงข้อมูลในรูปของฮีสโตแกรม (Histogram) แสดงดังภาพ Figure 16

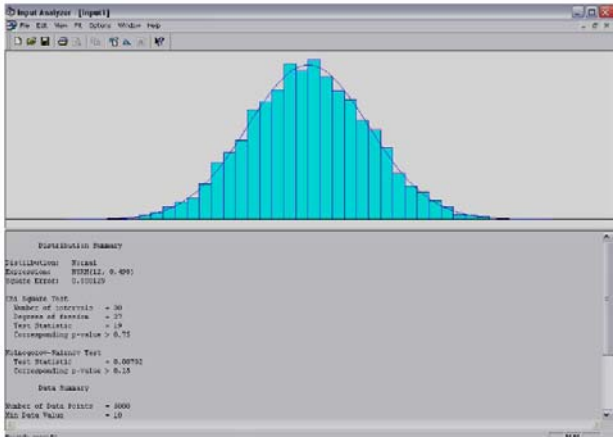


Figure 16. Input window

2.11.2.4 หน้าต่างข้อมูลออก (Output window) เป็นหน้าต่างที่แสดงความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองผ่านการวิเคราะห์ข้อมูลออก (Output window) แสดงดัง Figure 17

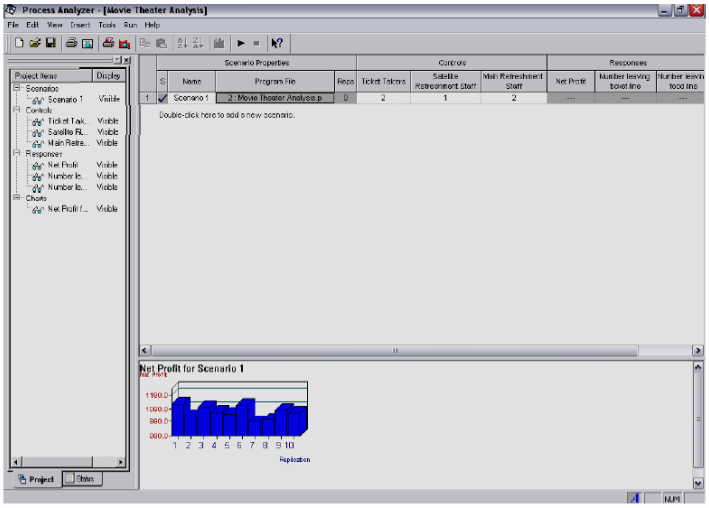


Figure 17. Output window

2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากปัญหาด้านการใช้พื้นที่ และการออกแบบที่ไม่มีประสิทธิภาพในอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ ได้มีการเสนอแนวความคิดในการปรับปรุงความต้องการของพื้นที่ให้มีการจัดเก็บชิ้นส่วนแต่ละชนิด โดยคำนวณหาพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บ จากการแบ่งประเภทของชิ้นส่วนตามความถี่ในการใช้งาน รวมถึงการกำหนดระดับสินค้าคงคลังที่เหมาะสมสามารถลดปริมาณการใช้พื้นที่ และเวลาในการเบิกจ่ายพัสดุลงได้ (นำพล ตั้งทรัพย์, 2538)

การใช้พื้นที่คลังสินค้าในการจัดเก็บเครื่องปรับอากาศ ความหลากหลายของเครื่องปรับอากาศส่งผลให้เกิดความผิดพลาด และความล่าช้าในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับคลังสินค้า พงศ์พัฒน์ เพชรรุ่งเรือง (2539) ได้จัดสรรพื้นที่จัดเก็บให้เหมาะสมแก่ผลิตภัณฑ์ กำหนดสถานที่ดำเนินงานคลังสินค้าให้สอดคล้อง และเหมาะสมกับคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องปรับอากาศ การจัดเก็บเครื่องปรับอากาศให้เป็นหน่วยรวมวัสดุ (Unit load) และกำหนดสถานที่ที่แน่นอนสำหรับการจัดเก็บสินค้าแต่ละประเภท รวมถึงการลดงานที่ซ้ำซ้อน ผลจากการวิเคราะห์ พบว่า สามารถลดเวลาในการจัดเก็บและลดต้นทุน

จากการใช้โปรแกรมอารีน่าในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการขนส่งผลิตภัณฑ์ ในกรณีที่มีการกำหนดเส้นทางของยานพาหนะตายตัว กับการจัดเส้นทางยานพาหนะแบบแปรผันตามปริมาณสินค้าที่เกิดขึ้นจริง โดยให้มีการสั่งซื้อสินค้าแบบเร่งด่วน และการสั่งซื้อสินค้าแบบปกติ และพิจารณาจากเวลานำเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลานำ (Lead time) ความล่าช้าของการสั่งซื้อ พบว่า การสั่งซื้อแบบเร่งด่วนมีเวลานำเฉลี่ยสูงกว่าการสั่งซื้อแบบปกติ และเปอร์เซ็นต์จากความล่าช้าลดลง รวมถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลานำก็ลดลงด้วย และที่ระดับการสั่งซื้อปกติ เวลานำเฉลี่ยลดลง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลง และเปอร์เซ็นต์ความล่าช้าเพิ่มสูงขึ้น (อุดม จาปะเกษตร์, 2542)

จากการจำลองสถานการณ์ของการทำงานภายในคลังสินค้าในลักษณะคู่ขนาน โดยมีประสิทธิภาพการทำงานที่เท่ากัน จุดประสงค์ คือ เพื่อลดเวลาในการจัดรายการสินค้า ลดการติดต่อสื่อสารระหว่างหน่วยงาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (Karatza and Hilzer, 2003)

จากการศึกษาการใช้โปรแกรมอารีน่า (ARENA^{TM}) ร่วมกับซีเพล็กซ์ (CPLEX^{TM}) ในการกระจายสินค้าไปยังศูนย์กระจายสินค้า (Distribution center: DC) ให้ทันกับความต้องการของลูกค้า โดยมีนโยบายในการสั่งซื้อสินค้าแบบเติมเต็ม (Order fulfillment) สามารถลดเวลาในการหยิบสินค้าให้กับลูกค้า (Vamanan *et al.*, 2004)

แนวทางในการลดต้นทุน สำหรับการจัดการคลังสินค้า โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยวิธีการมอนติคาร์โล (Monte Carlo simulation) โดยการรวมนโยบายในการจัดรายการสินค้า นโยบายในการเลือกเส้นทางลำเลียงสินค้าภายในคลัง และนโยบายในการจัดเก็บสินค้าเข้าด้วยกัน พบว่า เมื่อ

รายการสินค้าต่ำกว่า 25 รายการต่อใบคำสั่งซื้อ การจัดรายการสินค้าแบบการรวมรายการสินค้าและการจัดสินค้าตามเวลาของชุดคำสั่ง มีผลต่อการลดเวลาในการทำงานของการจัดรายการสินค้า ส่วนนโยบายเส้นทางลำเลียงสินค้าภายในคลังที่เหมาะสมที่สุด คือ นโยบายการสำรวจเส้นทาง และสำหรับนโยบายในการจัดเก็บสินค้า พบว่า การเก็บสินค้าตามปริมาณความต้องการของลูกค้า และการเก็บตามระดับของสินค้า จะใช้เวลาในการดำเนินงานของพนักงานผู้จัดสินค้าน้อยกว่าการเก็บสินค้าแบบไม่ต่อแน่นอน ซึ่งการเก็บสินค้าตามปริมาณความต้องการของลูกค้า และการเก็บตามระดับของสินค้าจะให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Petersen and Aase, 2004)

3. วัตถุประสงค์การวิจัย

3.1 เพื่อออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พื้นที่คลังสินค้า

3.2 เพื่อออกแบบและปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสินค้าจากรถบรรทุกที่บรรทุกสินค้ามาจากโรงผลิตไปยังจุดจัดเก็บสินค้า และประสิทธิภาพการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.3 เพื่อประเมินการออกแบบปรับปรุงด้วยเทคนิคการจำลองสถานการณ์ และการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 สามารถทราบถึงแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พื้นที่คลังสินค้า และระบบการเคลื่อนย้ายสินค้าที่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

4.2 สามารถลดการสูญเสียของกระบวนการ ได้แก่

4.2.1 ลดเวลาในการรอคอยผลิตภัณฑ์ของลูกค้า

4.2.2 ลดเวลาในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์จากจุดเก็บสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

4.2.3 ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน

4.3 สามารถประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในการแก้ปัญหาการจัดการคลังสินค้าในอุตสาหกรรมเกษตร

5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 งานวิจัยฉบับนี้วิจัยเฉพาะสินค้าสำเร็จรูปภายในคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา

5.2 จำนวนสินค้าสำเร็จรูปที่งานวิจัยฉบับนี้ศึกษา เท่ากับสินค้าสำเร็จรูปที่มีการจัดจำหน่ายจริงภายในปี พ.ศ. 2549-2550 เท่านั้น

5.3 การวิจัยในครั้งนี้อยู่บนพื้นฐานของ การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ด้วยรถยกจากรถบรรทุกที่บรรทุกสินค้ามาจากโรงงานผลิตไปยังจุดเก็บสินค้า และการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ด้วยรถยกจากจุดเก็บสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

5.4 งานวิจัยฉบับนี้ใช้โปรแกรมอารีน่าในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

5.5 งานวิจัยฉบับนี้พิจารณาการออกแบบคลังสินค้าโดยใช้ชั้นวางสินค้า ดังนี้

5.5.1 ชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ

5.5.2 ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์

5.5.3 ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน

5.6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุน และวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนของคลังสินค้าที่ออกแบบ

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วิธีดำเนินการ

1.1 ศึกษาและทำความเข้าใจการเก็บรักษาสินค้ารวมถึงข้อจำกัดของบริษัทกรณีศึกษา

1.2 กำหนดปัญหาและวัตถุประสงค์

จากการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทกรณีศึกษาสามารถกำหนดปัญหาในเบื้องต้นได้ดังนี้คือ การออกแบบและวางผังพื้นที่การจัดการสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าสำเร็จรูปให้มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสามารถใช้งานได้จริง รวมถึงวิเคราะห์การลงทุน

1.3 เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบการจัดวางสินค้าสำเร็จรูป ได้แก่

1.3.1 จำนวนสินค้าทั้งหมดของบริษัทกรณีศึกษา

1.3.2 ปริมาณการขายของสินค้าในแต่ละเดือน

1.3.3 รายละเอียดการซื้อสินค้าต่อหนึ่งใบคำสั่งซื้อ

1.3.4 สำรวจผังโรงงาน

1.3.5 สำรวจผังคลังสินค้า

1.3.6 อุปกรณ์การขนถ่ายที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินกิจกรรมในส่วนของสินค้าสำเร็จรูป

1.3.7 ปริมาณสินค้าที่ต้องการจัดเก็บโดยเฉลี่ยในแต่ละวัน

1.3.8 ข้อมูลการลงทุน ระยะเวลาในการคืนทุน รวมถึงน้ำหนักของชั้นวางสินค้า (Rack) แต่ละประเภทสำหรับคลังสินค้า

1.4 ทำการวิเคราะห์ปริมาณการจำหน่ายของสินค้าแต่ละชนิด และประเภทต่างๆ ตลอดปี พ.ศ. 2549 - 2550 ของบริษัทกรณีศึกษา โดยใช้แผนภูมิพาเรโต เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการจัดวางสินค้าในรูปแบบต่างๆ ด้วยวิธีการเก็บตามปริมาณพื้นฐาน (Volume-based storage)

1.5 สำรวจและระบุพื้นที่จัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป โดยอาศัยผังโรงงาน และผังคลังสินค้า

1.6 ศึกษาลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียง รวมถึงระบุเวลาในการทำงานของอุปกรณ์การขนถ่ายแต่ละชนิด

1.7 วางแผนการใช้งานพื้นที่การจัดวางสินค้าสำเร็จรูป

1.7.1 กำหนดปริมาตรคลังสินค้าเป้าหมายที่ต้องการใช้งาน

1.7.1.1 ต้องการใช้ประโยชน์จากปริมาตรคลังสินค้าร้อยละ 70 ของปริมาตรในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบภายในคลังสินค้า โดยให้ปริมาตรการจัดเก็บวัตถุดิบใกล้เคียงกับปริมาตรการจัดเก็บเดิม

1.7.1.2 ต้องการใช้ประโยชน์จากปริมาตรคลังสินค้าร้อยละ 80 ของปริมาตรในการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปและวัตถุดิบภายในคลังสินค้า โดยให้ปริมาตรการจัดเก็บวัตถุดิบใกล้เคียงกับปริมาตรการจัดเก็บเดิม

1.7.2 ออกแบบการจัดวางสินค้าพร้อมเส้นทางในการขนถ่ายลำเลียงในรูปแบบต่างๆ ด้วยชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน และชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์ โดยคำนึงถึงการรับน้ำหนักได้ต่อพื้นที่หนึ่งตารางเมตร

1.7.2.1 ออกแบบพื้นที่การจัดวางและเส้นทางการลำเลียง โดยใช้ข้อกำหนดจากการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ตามข้อ 1.7.1.1

1.7.2.2 ออกแบบพื้นที่การจัดวางและเส้นทางการลำเลียง โดยใช้ข้อกำหนดจากการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ตามข้อ 1.7.1.2

1.8 เปรียบเทียบปริมาณสินค้าที่จัดเก็บได้ในพื้นที่ที่ออกแบบใหม่กับปริมาณสินค้าที่ต้องการจัดเก็บจริง เพื่อเป็นการยืนยันว่าคลังสินค้านี้มีขนาดของพื้นที่ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรมนี้แล้ว

1.8.1 คำนวณหาปริมาณของสินค้าที่จัดเก็บได้ในพื้นที่ออกแบบไว้ตามข้อ 1.7.2.1

1.8.2 คำนวณหาปริมาณของสินค้าที่จัดเก็บได้ในพื้นที่ออกแบบไว้ตามข้อ 1.7.2.2

1.9 คำนวณต้นทุนการลงทุน และระยะเวลาการคืนทุนของการจัดวางสินค้าแต่ละแบบ

1.9.1 มูลค่าการลงทุนของโครงการในปัจจุบัน (Net present value: NPV)

1.9.2 อัตราผลตอบแทนคิดลด (Internal rate of return: IRR)

1.9.3 ดัชนีการทำกำไร (Profitability index: PI)

1.9.4 ระยะเวลาการคืนทุน (Payback period: PB)

1.10 สร้างตัวแบบจำลองด้วยโปรแกรมอารีน่า

1.11 ทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไข

การทดสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลอง เป็นการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองว่าผลที่ได้จากตัวแบบจำลองนั้นสามารถใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์ของการสร้างตัวแบบจำลอง

1.11.1 การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เป็นการทำให้มั่นใจว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีพฤติกรรมอย่างที่ผู้สร้างต้องการให้เป็น

1.11.1.1 การสอบถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Face validity) ได้แก่ ผู้ที่คุ้นเคยกับระบบงานจริง

1.11.1.2 การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลอง (Internal validity) เป็นการทดสอบองค์ประกอบในแบบจำลองโดยการใส่เงื่อนไขต่างๆ เช่น ให้ค่าตัวแปรเข้า (Input variables) เป็นค่าคงที่แล้วดูผลที่ได้จากองค์ประกอบของแบบจำลองหลายๆ ครั้งมีความแปรปรวนมากน้อยเพียงไร หากมีความแปรปรวนมาก แสดงว่าองค์ประกอบในแบบจำลองนั้นอาจไม่ถูกต้อง

1.11.1.3 ทดสอบความถูกต้องของตัวแปร และพารามิเตอร์ (Variable parameters validity) กับระบบจริง เป็นการทดสอบความไวของการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรและพารามิเตอร์ว่ามีผลกระทบต่อผลลัพธ์ที่ได้จากองค์ประกอบในตัวแบบจำลอง และตัวแบบจำลองเทียบกับระบบจริง

1.11.2 ทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการทดสอบความสอดคล้องกันระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองกับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงที่มีเงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกัน

1.11.2.1 การทดสอบสมมติฐาน เป็นการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับระบบงานจริง

1.11.2.2 การทดสอบสมมติฐานของลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นของข้อมูลจากแบบจำลองเทียบกับระบบงานจริง

1.11.2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองเทียบกับพารามิเตอร์โดยประมาณของระบบงานจริง

1.11.2.4 การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพารามิเตอร์ในแบบจำลองเทียบกับระบบงานจริง

1.12 แปลผลและบันทึกผลการทดลอง

1.13 สรุปผลและเสนอแนะ

บทที่ 3

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา

การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบคลังสินค้าและสร้างตัวแบบจำลอง โดยข้อมูลเบื้องต้นได้มาจากการเก็บข้อมูล ณ สถานประกอบการ การสัมภาษณ์ผู้มีประสบการณ์ภายในองค์กร และเอกสารขององค์กร มีรายละเอียดของข้อมูลดังนี้

1.1 สินค้าที่ศึกษา

บริษัทกรณีศึกษาเป็นผู้ผลิต และจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้ ซึ่งมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาและเก็บข้อมูลการจัดจำหน่ายในปี พ.ศ. 2549 - 2550 พบว่า บริษัทกรณีศึกษามีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 36 ชนิด แยกเป็นผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายทั่วไป และผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายให้กับห้างสรรพสินค้า แต่ในที่นี้จะพิจารณาร่วมกัน เนื่องจาก ผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายให้กับห้างสรรพสินค้าเป็นส่วนหนึ่งของผลิตภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายทั่วไป โดยสามารถจัดกลุ่มสินค้าตามประเภทของขนาดบรรจุภัณฑ์ได้ ดังนี้

1.1.1 สินค้าประเภทบรรจุถ้วย ประกอบด้วย
- รหัสสินค้า a01 น้ำผลไม้รสส้มบรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a02 น้ำผลไม้รสสตรอเบอร์รี่บรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a03 น้ำผลไม้รสองุ่นบรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a06 น้ำผลไม้รสลิ้นจี่บรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a10 เยลลี่
- รหัสสินค้า a11 น้ำผลไม้รสส้มผสมวุ้นมะพร้าวบรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a12 วุ้นหวานเย็นบรรจุถ้วย
- รหัสสินค้า a16 น้ำดื่มบรรจุถ้วย

1.1.2 สินค้าประเภทบรรจุหลอด ประกอบด้วย
- รหัสสินค้า b08 น้ำผลไม้บรรจุหลอด
- รหัสสินค้า b13 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตบรรจุหลอด
- รหัสสินค้า b14 หวานเย็นกลิ่นโคล่าบรรจุหลอด
- รหัสสินค้า b15 หวานเย็นหลากรสบรรจุหลอด

1.1.3 สินค้าประเภทบรรจุขวดขนาด 180 ซีซี ประกอบด้วย

- รหัสสินค้า c01 น้ำผลไม้รสส้มบรรจุขวดขนาด180 ซีซี
- รหัสสินค้า c02 น้ำผลไม้รสสตรอเบอร์รี่บรรจุขวดขนาด180 ซีซี
- รหัสสินค้า c03 น้ำผลไม้รสองุ่นบรรจุขวดขนาด 180 ซีซี
- รหัสสินค้า c04 น้ำผลไม้รสมะนาวบรรจุขวดขนาด 180 ซีซี
- รหัสสินค้า c05 น้ำผลไม้รสสับปะรดบรรจุขวดขนาด 180 ซีซี
- รหัสสินค้า c06 น้ำผลไม้รสลิ้นจี่บรรจุขวดขนาด 180 ซีซี
- รหัสสินค้า c07 น้ำผลไม้รสบ๊วยบรรจุขวดขนาด 180 ซีซี

1.1.4 สินค้าประเภทบรรจุขวดขนาด 200 ซีซี ประกอบด้วย

- รหัสสินค้า d01 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสส้มบรรจุขวดขนาด 200 ซีซี
- รหัสสินค้า d02 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสสตรอเบอร์รี่บรรจุขวดขนาด 200 ซีซี
- รหัสสินค้า d03 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสองุ่นบรรจุขวดขนาด 200 ซีซี
- รหัสสินค้า d05 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสสับปะรดบรรจุขวดขนาด 200 ซีซี
- รหัสสินค้า d08 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสผลไม้รวมบรรจุขวดขนาด 200 ซีซี
- รหัสสินค้า d09 น้ำผลไม้กลิ่นโยเกิร์ตรสบลูเบอร์รี่บรรจุขวดขนาด 200 ซีซี

1.1.5 สินค้าประเภทบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี ประกอบด้วย

- รหัสสินค้า e01 น้ำผลไม้รสส้มบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e02 น้ำผลไม้รสสตรอเบอร์รี่บรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e03 น้ำผลไม้รสองุ่นบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e04 น้ำผลไม้รสมะนาวบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e05 น้ำผลไม้รสสับปะรดบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e06 น้ำผลไม้รสลิ้นจี่บรรจุขวดขนาด 350 ซีซี
- รหัสสินค้า e07 น้ำผลไม้รสบ๊วยบรรจุขวดขนาด 350 ซีซี

1.1.6 สินค้าประเภทบรรจุขวดขนาด 500 ซีซี ประกอบด้วย

- รหัสสินค้า f01 น้ำผลไม้รสส้มบรรจุขวดขนาด 500 ซีซี
- รหัสสินค้า f02 น้ำผลไม้รสสตรอเบอร์รี่บรรจุขวดขนาด 500 ซีซี
- รหัสสินค้า f05 น้ำผลไม้รสสับปะรดบรรจุขวดขนาด 500 ซีซี

1.1.7 สินค้าประเภทบรรจุขวดขนาด 1,000 ซีซี ประกอบด้วย

- รหัสสินค้า g01 น้ำผลไม้รสส้มบรรจุขวดขนาด 1000 ซีซี

หมายเหตุ ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยจะใช้รหัสสินค้าข้างต้นแทนชื่อชนิดสินค้า

1.2 การจัดเก็บสินค้า

บริษัทกรณีศึกษาจัดเก็บโดยนำสินค้าที่บรรจุกล่องวางเรียงซ้อนบนพาเลท ก่อนจะนำไปจัดเก็บบนพื้น อาจมีการซ้อนกันหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดจำนวนสินค้าต่อพาเลทไว้ดัง Table 2 และมีขั้นตอนการจัดเก็บสินค้าดัง Figure 18 ซึ่งคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบันมีพื้นที่คลังรวม 3,360 ตร.ม. ความสูงคลังสินค้าเฉลี่ย 8.53 เมตร ดังนั้นจึงมีปริมาตรคลังสินค้ารวม 55,274 ลบ.ม. นอกจากนี้ยัง พบว่า บริษัทมีลักษณะการจัดเก็บสินค้าแบบไม่แน่นอน (Random-based storage) กล่าวคือ มีการจัดเก็บสินค้าโดยเลือกเก็บตามความสะดวกมากกว่าการคำนึงถึงความต้องการของลูกค้า ซึ่งสิ้นเปลืองพลังงาน และสูญเสียการใช้พื้นที่ไปโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจาก สินค้าที่มีปริมาณการจำหน่ายสูงบางชนิดอยู่ในพื้นที่การเก็บที่ไกลออกไปจากจุดพักสินค้ามาก อย่างไรก็ตามยังคงไว้ซึ่งความเป็นระเบียบ และหมวดหมู่ของประเภทสินค้า (ประเภทสินค้า ข้อ 1.1 บทที่ 3) โดยมีเนื้อที่สำหรับการจัดเก็บวัตถุดิบอยู่ตรงส่วนกลางของห้องเก็บสินค้าภายในอาคารคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา ส่วนสินค้าสำเร็จรูปเก็บไว้ที่ปีกทั้งสองข้างของห้องเก็บสินค้า โดยแต่ละส่วนของห้องเก็บสินค้า คิดเป็น 18,425 ลบ.ม. (Figure 19)

Table 2. Amount of product

Type of product	**Amount of product**	
	Unit per carton*	**Carton per pallet**
a10	420	100
a16	48	78
a1, a2, a3, a6, a11, a12	72	55
b13**	420	78
b08, b14, b15**	420	48
c1 – c7**	96	50
d1 – d3, d5, d8, d9**	96	50
e1 – e7**	48	52
f1, f2, f5	36	50
g1	*20*	50

Note: * Unit is bottle or cup or tube.

** Stacking height depends on the characteristics of product

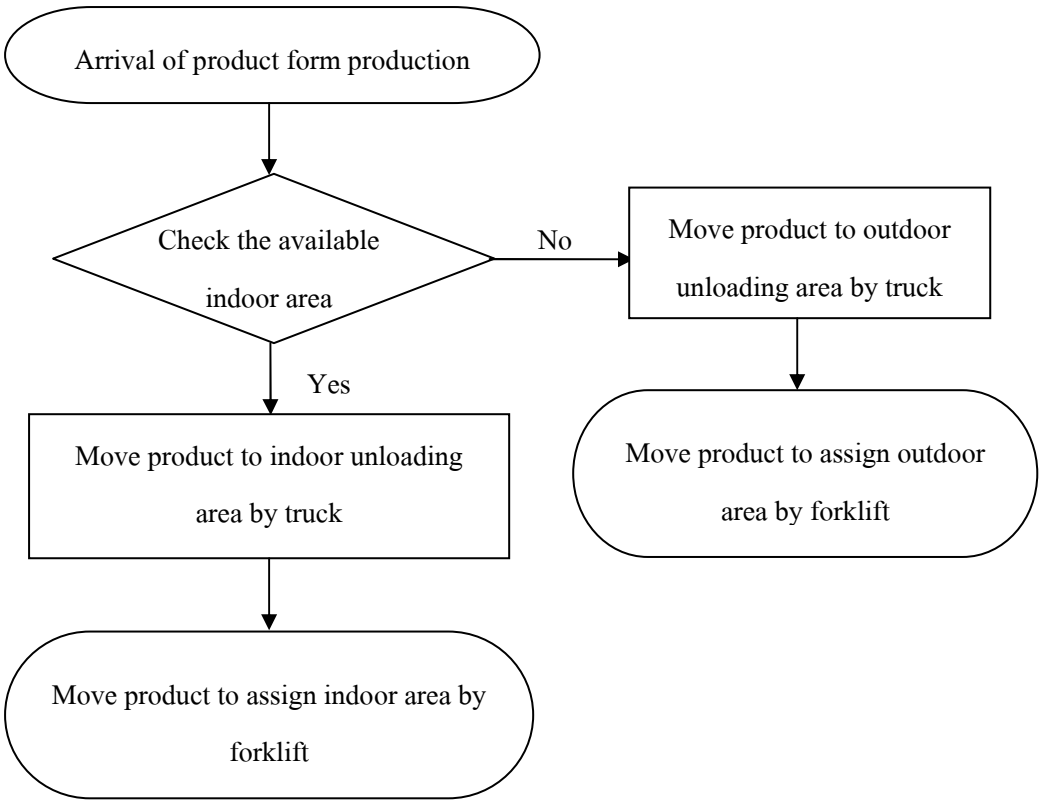
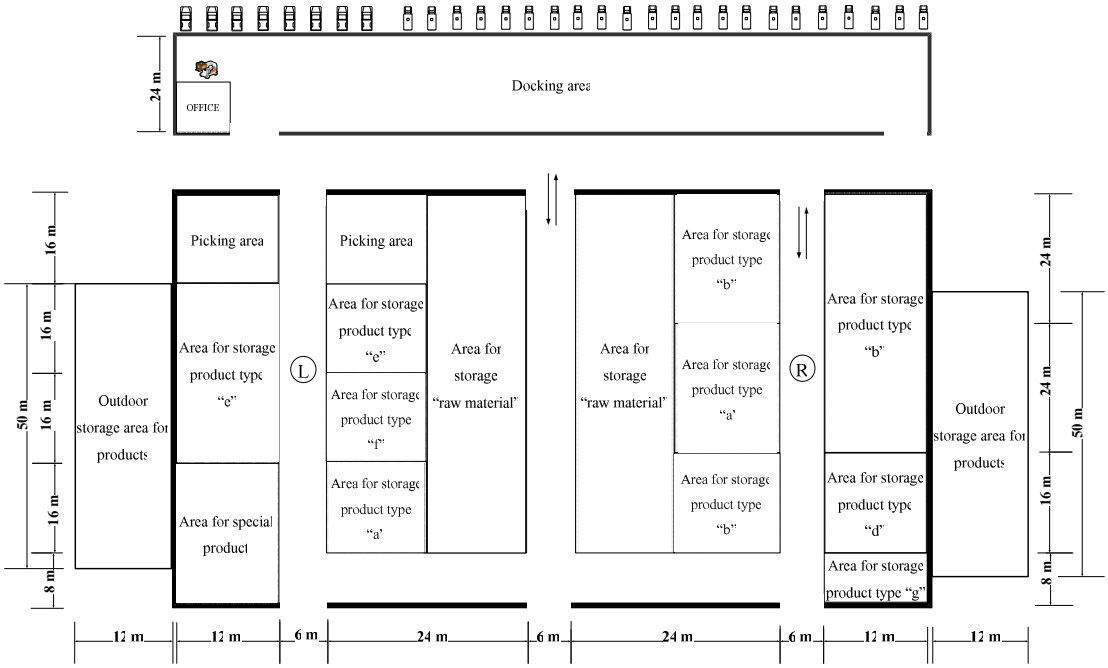


Figure 18. Flowchart of product storage



Note: "e" = Area for storage product type "e".

= Forklift parking area L = Indoor unloading left R = Indoor unloading right

Figure 19. Assign the product storage of current warehouse

เมื่อวิเคราะห์ถึงการใช้พื้นที่ในแนวราบ พบว่า พื้นที่สำหรับการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปเป็น 3,360 ตร.ม. และพื้นที่สำหรับการจัดเก็บวัตถุดิบเป็น 1,632 ตร.ม. โดยมีการใช้ประโยชน์พื้นที่ในแนวราบทั้งหมดเป็น 6,480 ตร.ม. หรือคิดเป็นร้อยละ 77 ของปริมาณพื้นที่ทั้งหมด ดังนั้นจึงใช้ชั้นวางสินค้าช่วยในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์อาคารคลังสินค้า โดยการเพิ่มพื้นที่การใช้งานในแนวสูงของคลังสินค้า แต่เมื่อพิจารณาปริมาตรการเก็บสินค้า พบว่า คลังสินค้ามีปริมาตรของอาคารทั้งหมด 55,274 ลบ.ม. แต่มีการใช้ประโยชน์จากปริมาตรดังกล่าวสำหรับการเก็บสินค้าสำเร็จรูปเฉลี่ย 8,736 ลบ.ม. และมีปริมาตรสำหรับการจัดเก็บวัตถุดิบเฉลี่ย 8,160 ลบ.ม. ดังนั้นคลังสินค้ามีประสิทธิภาพเชิงปริมาตร คิดเป็น ร้อยละ 39 นั่นคือ มีประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์จากปริมาตรการจัดเก็บน้อย เนื่องจากไม่มีการใช้พื้นที่ในแนวสูงสำหรับการจัดเก็บสินค้า

หมายเหตุ - ความสูงเฉลี่ยของอาคารคลังสินค้า เท่ากับ (ความสูงอาคารปีกซ้าย + ความสูงอาคารปีกขวา + ความสูงอาคารส่วนกลาง) ÷ 3 = (7.9+7.9+9.8) ÷ 3 = 8.53 ม.

- ความสูงเฉลี่ยของการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูป เท่ากับ ความสูงของสินค้าแต่ละชนิด ÷ จำนวนสินค้าทั้งหมด (Table 3) = 2.6 ม.

- ความสูงเฉลี่ยของการจัดเก็บวัตถุดิบมีที่มาจากแผนกวัตถุดิบ เท่ากับ 5.0 ม.

Table 3. Average pallet height of products

Type of product	Pallet height of product (m)	Amount of pallet in storage (pallet)	(m x pallet)
g	1.58	60.00	97.20
d	2.86	120.00	360.00
e	3.1	360.00	1,224.00
f	1.45	120.00	192.00
a	1.63	300.00	489.00
b	2.52	860.00	2,408.00
Special products	2.19	180.00	421.50
		Average pallet height (m)	2.60

1.3 กระบวนการรับสินค้าของรถขนส่งจากบริษัทกรณีศึกษา

จากการสังเกตการณ์ และสอบถามผู้เชี่ยวชาญของทางบริษัทเกี่ยวกับกระบวนการจัดส่งสินค้า พบว่า การจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้าจำแนกเป็น 2 ลักษณะ คือ (1) ลูกค้าจัดรถขนส่งเพื่อรับสินค้ากับทางบริษัทเอง (2) บริษัทจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยใช้รถขนส่งร่วมบริการ เพื่อดำเนินการขนส่งสินค้าให้กับลูกค้า โดยขั้นตอนของการรับสินค้าของรถขนส่งทั้งสองลักษณะมีขั้นตอนในการรับสินค้าที่เหมือนกัน ดังนี้

1.3.1 รถขนส่ง (Customer truck) รับบัตรคิว และนำรถชั่งน้ำหนักก่อนรับสินค้า

1.3.2 บริษัทออกใบสั่งซื้อให้รถขนส่งนำไปยื่นให้กับคลังสินค้า (Figure 20)

1.3.3 รถขนส่งนำรถชั่งน้ำหนักก่อนนำรถออกจากบริษัท

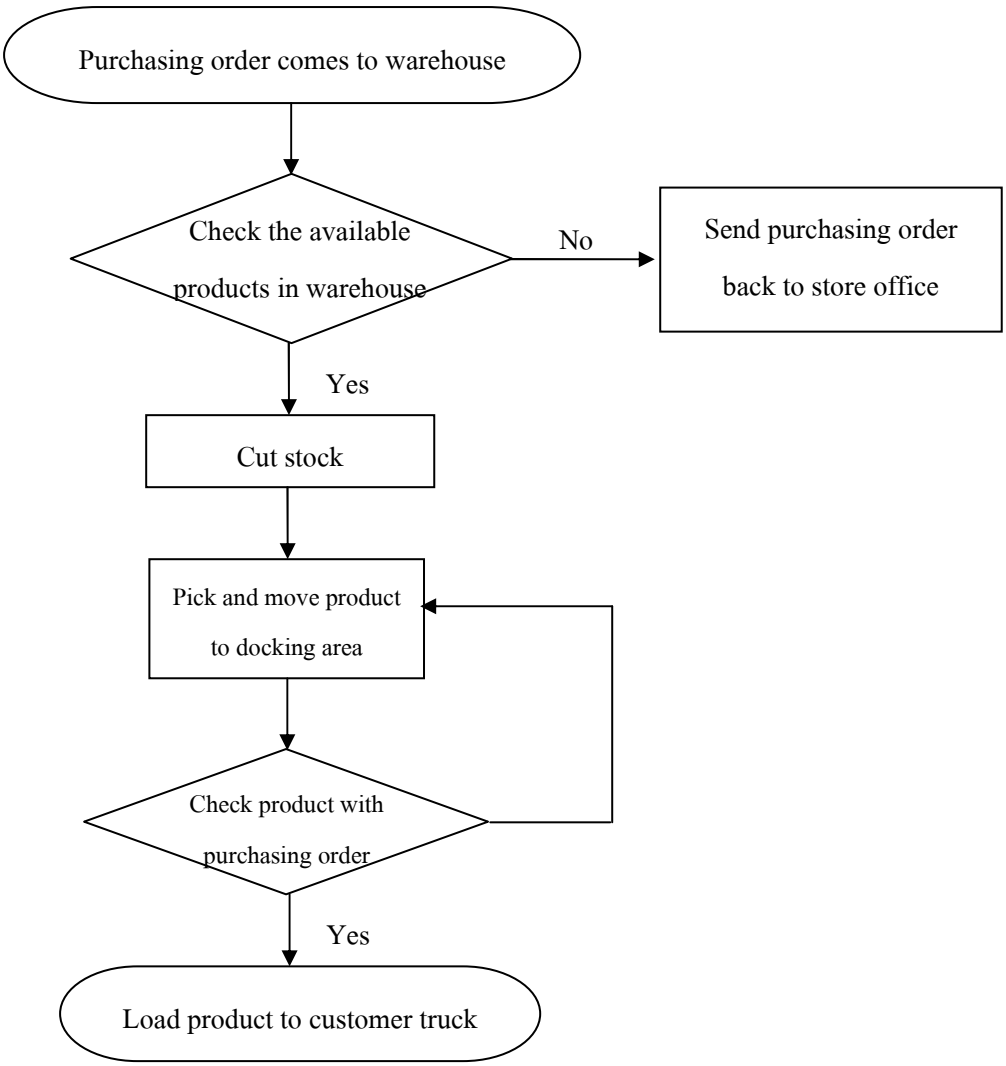


Figure 20. Flowchart of retrieving product in warehouse

1.4 ระยะทางในการขนถ่ายสินค้า

เมื่อศึกษา และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง ระหว่างพื้นที่จัดเก็บสินค้าไปยังจุดพักสินค้า และระยะทางระหว่างจุดจอดรถบรรทุกที่จัดส่งสินค้าของโรงผลิตไปยังพื้นที่จัดเก็บของบริษัทกรณีศึกษา ได้ข้อมูลดัง Table 4 โดยการวัดระยะทางจะวัดจากจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา

Table 4. Distance and time of current warehouse (at forklift speed of 8 km/hr)

Begin	End	Distance (m)	Time (min)
Area a1	Docking area	268	2.01
Area a2	Docking area	336	2.52
Area b1	Docking area	288	2.16
Area b2	Docking area	312	2.34
Area b3	Docking area	376	2.82
Area c	Docking area	374	2.81
Area d	Docking area	376	2.82
Area e1	Docking area	220	1.65
Area e2	Docking area	204	1.53
Area f	Docking area	236	1.77
Area g	Docking area	400	3.00
Unloading left	Area a1	172	1.29
Unloading right	Area a2	240	1.80
Unloading right	Area b1	192	1.44
Unloading right	Area b2	216	1.62
Unloading right	Area b3	280	2.10
Unloading left	Area c	278	2.09
Unloading right	Area d	170	1.28
Unloading left	Area e1	124	0.93
Unloading left	Area e2	108	0.81
Unloading left	Area f	280	2.10
Unloading right	Area g	304	2.28

1.5 อุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้ในการขนถ่ายสินค้า

จากการศึกษา พบว่า บริษัทกรณีศึกษาใช้รถยกเป็นอุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าจากรถบรรทุกที่มาจากโรงผลิตเพื่อจัดเก็บในคลังสินค้า และใช้รถยกในการนำสินค้าจากจุดจัดเก็บไปวางยังจุดพักสินค้าเพื่อรอขนถ่ายขึ้นรถลูกค้าต่อไป ซึ่งสามารถอธิบายได้ ดังนี้

1.5.1 อุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อจัดเก็บ (Table 5)

1.5.2 อุปกรณ์ลำเลียงที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้า (Table 6)

Table 5. Material handling of moving product from unloading to storage area

Type	**Amount (forklift or truck)**	**No. of product per carry (pallet/time)**	**Shift**
Forklift	1	1	7.00am – 7.00pm 7.00pm – 7.00am
Truck	1	20* ≤	7.00am – 7.00pm 7.00pm – 7.00am

Note: * No. of pallet per carry may vary depending on the characteristics of product and production rate

Table 6. Material handling of moving product from storage to docking area

Type	**Amount (forklift or truck)**	**No. of product per carry (pallet/time)**	**Shift**
Forklift	1	1	7.00am – 5.00pm
	1	1	8.00am – 6.00pm
	1	1	9.00am – 6.00pm
	1	1	3.00pm – 0.00am

1.6 การจัดรายการสินค้า

บริษัทกรณีศึกษามีการจัดรายการสินค้าแบบเข้มงวด (Strict order picking) โดยกำหนดให้พนักงานหนึ่งคนจัดสินค้าตามรายการในใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบจนเสร็จ แล้วจึงเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้า เพื่อรอการตรวจนับและลำเลียงสินค้าขึ้นรถลูกค้าต่อไป

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บ

การปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเก็บสินค้า เป็นการปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้า โดยใช้ชั้นวางสินค้า และออกแบบระบบการขนถ่ายลำเลียง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า รวมถึงการจัดเก็บสินค้าตามปริมาณความต้องการพื้นฐาน โดยใช้แผนภูมิพาเรโตช่วยในการจัดเรียงสินค้าตามปริมาณการจัดจำหน่าย และวิเคราะห์การจัดวางสินค้าอย่างละเอียดเฉพาะผลิตภัณฑ์ Class A เนื่องจากเป็นกลุ่มผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูง

2.1 แบ่งกลุ่มสินค้าตามปริมาณการจัดจำหน่าย

จากการวิเคราะห์ปริมาณการจำหน่ายสินค้าของบริษัทกรณีศึกษาในปี พ.ศ. 2549 – 2550 ด้วยแผนภูมิพาเรโต พบว่า บริษัทมีปริมาณการจัดจำหน่ายสินค้าประมาณ 9 ล้านกล่อง โดยปริมาณการจำหน่ายสินค้าสูงสุด คือ a01 คิดเป็นร้อยละ 30 ของปริมาณการจำหน่ายสินค้าทั้งหมดตลอดปี สินค้าที่มีปริมาณการจำหน่ายรองลงมา และมีปริมาณการจำหน่ายสะสมอยู่ในช่วง ร้อยละ 80 ของปริมาณการจำหน่าย (สินค้า Class A) ประกอบด้วย a01, b08, b15, c01, e01 และ f01 โดยสินค้าที่มีปริมาณการจำหน่ายสะสมอยู่ในช่วงร้อยละ 80 – 90 และร้อยละ 90 – 100 จัดเป็นสินค้า Class B และ Class C ตามลำดับ แสดงดัง Figure 21 และ Table 7

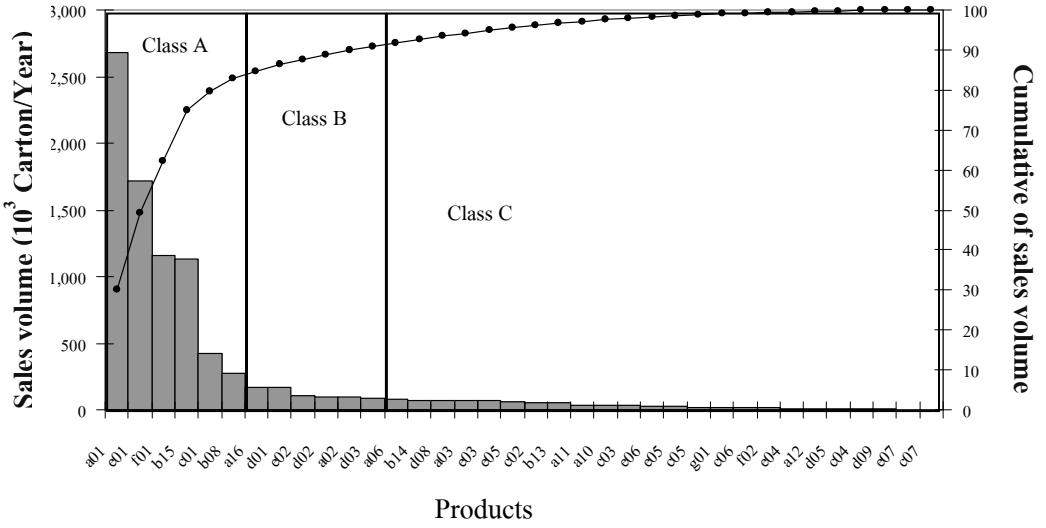


Figure 21. Parato diagram of case study sales volume

Table 7. Classification of product by sales volume

Class A	Class B	Class C			
a01	a16	a06	c02	e05	a12
e01	d01	b14	b13	c05	d05
f01	e02	d08	a11	g01	c04
b15	d02	a03	a10	c06	d09
c01	a02	e03	c03	f02	e07
b08	d03	e05	e06	e04	c07

2.2 วิเคราะห์ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย

ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Safety stock level: SSL) เป็นปริมาณสินค้าที่เก็บไว้ในกรณีที่มีความต้องการสินค้ามากกว่าความต้องการที่คาดคะเนเอาไว้ โดย Aucamp (1986), Fildes และ Bead (1992), Silver และ Peterson (1991), Vargas และ Dean (1996) กล่าวว่า สินค้าคงคลังสำคัญต่อการวางแผนการผลิตและวางแผนปริมาณสินค้าคงคลัง โดยประยุกต์ใช้สูตรในการคำนวณของ Silver และ Peterson (1991) สามารถคำนวณระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย ได้ดังนี้

$$SSL = Z \times \sqrt{\left(\left[ALT \times Std.D^{2} \right] \right) + \left(\left[AD^{2} \times Std.LT.^{2} \right] \right)}$$

กำหนดให้:

Z = ระดับการให้บริการ (Service level)

ALT = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลานำ (Lead time)

Std. LT.= ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลานำ

Std. D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า

AD = ค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า

กำหนดให้ระดับการให้บริการลูกค้า เท่ากับร้อยละ 95 ระยะเวลาสำหรับการผลิตสินค้า Class A (ค่าเฉลี่ยของระยะเวลานำ) เท่ากับ 1 วัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลานำเท่ากับ 1 จากการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า บริษัทกรณีศึกษามีค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการของลูกค้า และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้าต่อวันดัง Table 8 ซึ่งสามารถสรุปปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยได้ดัง Table 9

Table 8. Average demand and standard deviation of demand (Average lead time of 1 day)

Product	Average Demand(carton/day)	Standard deviation of demand (carton/day)
a01	10,400	3,870
e01	8,340	1,910
f01	5,070	2,050
b15	4,550	1,390
c01	1,820	514
b08	1,260	552

Table 9. Safety stock level of product class A (Average lead time of 1 day)

Product	Safety stock level (carton/day)
a01	20,763
e01	15,878
f01	10,255
b15	8,865
c01	4,929
b08	2,585

2.3 ออกแบบการจัดเก็บสินค้า

การออกแบบและวางผังคลังสินค้า เป็นการวางแผนเพื่อการจัดวางสินค้าในตำแหน่งที่เหมาะสม รวมถึงจัดหาอุปกรณ์ลำเลียง หรือสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะใช้งาน ภาพรวมของการออกแบบคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษามุ่งเน้นไปที่ (1) การจัดเก็บสินค้าแบบแบ่งตามปริมาณความต้องการพื้นฐาน โดยให้สินค้าที่มีปริมาณความต้องการสูงอยู่ใกล้กับจุดพักสินค้า ส่วนสินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายรองลงมาวางอยู่ในลำดับถัดไป ซึ่ง Petersen และ Schmenner (1999) ได้ใช้วิธีการนี้ในการจัดเก็บสินค้า พบว่า การจัดเก็บสินค้าด้วยการคำนึงถึงปริมาณความต้องการพื้นฐานของลูกค้ามีนัยสำคัญต่อการลดเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า (2) ใช้ชั้นวางสินค้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเก็บภายในคลังสินค้า และใช้ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย สำหรับการกำหนดการจัดวางสินค้าเบื้องต้น โดยออกแบบคลังสินค้า 3 รูปแบบ เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับบริษัทกรณีศึกษา โดยดัดแปลงวิธีการคำนวณหาขนาดช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้าจากหลักการของ Cisco-eagle (2009) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

การคำนวณหาขนาดช่องที่เหมาะสมของการจัดวางสินค้า 1 พาเลทบนชั้นวางสินค้า

D_r = D_2 + 0.35* เมตร

W_r = W_2 + 0.35* เมตร

H_r = (H-1) x 1.75* เมตร

กำหนดให้:

D_2 = ความยาวที่มากสุดของพาเลทหรือสินค้าเมื่อวางสินค้าเรียงซ้อนกันบนพาเลท

D_r = ความยาวของช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้า

W_2 = ความกว้างที่มากสุดของพาเลทหรือสินค้าเมื่อวางสินค้าเรียงซ้อนกันบนพาเลท

W_r = ความกว้างของช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้า

H = จำนวนชั้นของชั้นวางสินค้าที่ต้องการ

H_r = ความสูงของชั้นวางสินค้า

* = ระยะเผื่อที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้าออกจากชั้นวางสินค้า

การคำนวณหาขนาดของช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้า จะคำนวณขนาดของความกว้าง และความยาวของสินค้าที่จัดวางบนพาเลท โดยใช้สูตรข้างต้นสำหรับการคำนวณขนาดของช่องที่เหมาะสมของชั้นวาง และได้รูปแบบคลังสินค้าที่ออกแบบ 3 รูปแบบ ประกอบด้วย

2.3.1 คลังสินค้ารูปแบบ P

การออกแบบคลังสินค้ารูปแบบ P อยู่บนพื้นฐานของการประหยัดค่าใช้จ่ายการลงทุน โดยใช้ชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟและไดร์ฟอิน ใช้รถยกประเภทเคาร์เตอร์บาลานซ์และรีชทรัค สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้า โดยกำหนดให้การใช้งานปริมาตรคลังสินค้าเป็นร้อยละ 70 (38,856 ลบ.ม.) มีรายละเอียดการจัดการคลังสินค้ารูปแบบ P (Figure 22) สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.3.1.1 อุปกรณ์ในการจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P

ก. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน (Drive-in rack) สำหรับการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย พื้นที่ P1, P2, P6, P7

ข. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบซีเลคทีฟ (Selective rack) สำหรับการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย พื้นที่ P3, P4, P5

2.3.1.2 อุปกรณ์ลำเลียงสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P

ก. ใช้รถยกประเภทรีชทรัค (Reach truck) 1 คัน สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าจากรถบรรทุกที่มาจากโรงผลิต ไปยังจุดจัดเก็บเพื่อจัดเก็บสินค้า

ข. ใช้รถยกประเภทรีชทรัค (Reach truck) 3 คัน สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บสินค้า ไปยังจุดพักสินค้าเพื่อรอเคลื่อนย้ายขึ้นรถลูกค้าต่อไป

2.3.1.3 ประสิทธิภาพในการใช้ปริมาตรคลังสินค้ารูปแบบ P เท่ากับร้อยละ 70 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

ก. P1 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 4,704 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,024 พาเลท

ข. P2 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 6,048 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,280 พาเลท

ค. P3 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 3,024 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 640 พาเลท

ง. P4 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 3,024 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 640 พาเลท

จ. P5 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 3,024 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 640 พาเลท

ฉ. P6 มีพปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 6,048 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,280 พาเลท

ช. P7 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้าเท่ากับ 4,704 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,024 พาเลท

ซ. ปริมาตรการจัดเก็บวัตถุดิบ เท่ากับ 8,280 ลบ.ม.

2.3.1.4 ลักษณะการจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P

กำหนดให้สินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูงอยู่ใกล้กับจุดพักสินค้า และสินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายรองลงมาอยู่ในพื้นที่ถัดไป โดยใช้ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Table 9) สำหรับการแบ่งพื้นที่การจัดวางสินค้าเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดในการจัดวางสินค้า ดังนี้

ก. สินค้า Class A จัดวางบนชั้นวางสินค้า P1 และ P2 จนเต็ม และบริเวณด้านหน้าของชั้นวางสินค้า P3 และ P4

ข. สินค้า Class B จัดวางบนชั้นวางสินค้า P3 และ P4 ถัดจากสินค้า Class A และบนชั้นวาง P5

ค. สินค้า Class C จัดวางบนชั้นวางสินค้า P6 และ P7

2.3.1.5 ข้อดี – ข้อเสียของคลังสินค้ารูปแบบ P

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำ เนื่องจากใช้ชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ และไดร์ฟอิน อีกทั้งยังใช้รถยกเป็นอุปกรณ์ลำเลียง ซึ่งมีต้นทุนต่ำ

ข. การใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอินมีส่วนช่วยให้จัดเก็บสินค้าได้มากขึ้น แต่ส่งผลกระทบให้ชั้นวางสินค้าอาจไม่เพียงพอกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจัดเก็บ (Stock keeping units: SKUs) เนื่องจากต้องจัดวางสินค้าชนิดเดียวกันภายในแถวเดียวกันของชั้นวางแบบไดร์ฟอิน

ค. การเข้าถึงสินค้าเป็นไปได้ยาก เนื่องจาก ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน มีความยาว 12 เมตร ทำให้การหยิบสินค้าด้วยรถยกค่อนข้างอันตราย

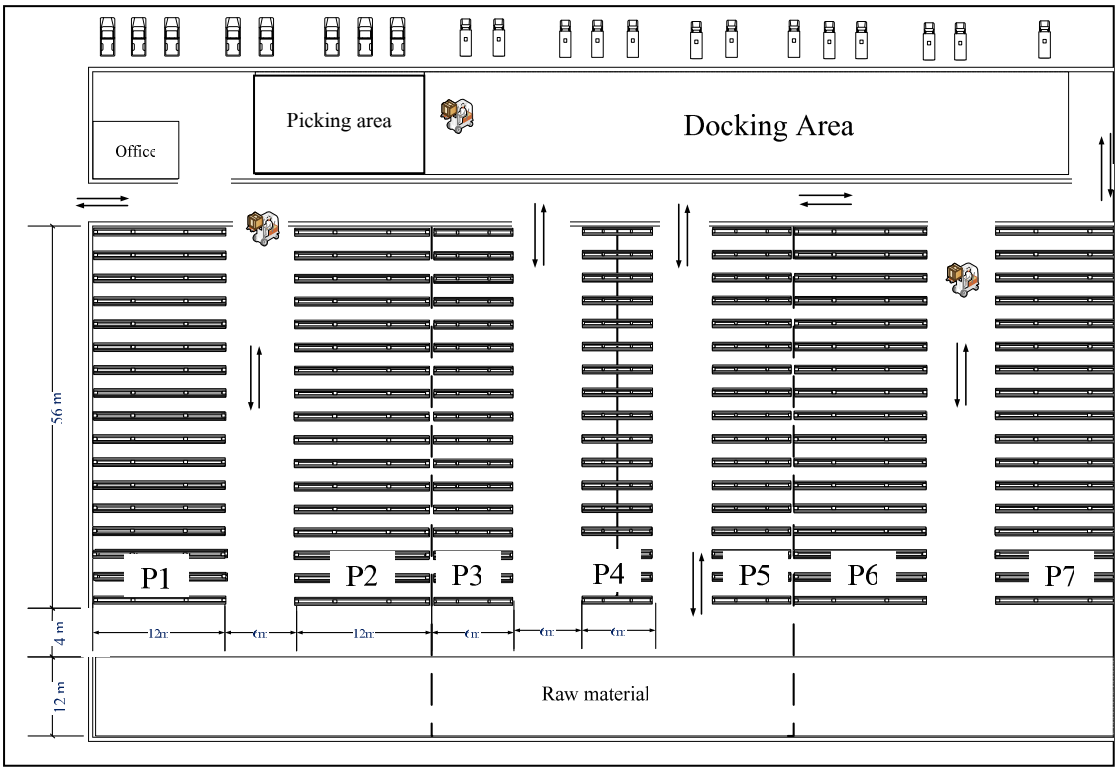


Figure 22. P warehouse style

2.3.2 คลังสินค้ารูปแบบ R

การออกแบบคลังสินค้ารูปแบบ R เป็นการออกแบบ เพื่อลดระยะทางการเคลื่อนย้ายสินค้า โดยใช้ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์จัดวางสินค้า ขณะเดียวกันก็เป็นเครื่องมือสำหรับลำเลียงสินค้าด้วย ซึ่งชั้นวางสินค้าดังกล่าวถูกนำมาวางสินค้าที่มีปริมาณความต้องการของลูกค้าสูง และจะใช้ชั้นวางสินค้าประเภทไดร์ฟอิน สำหรับการจัดวางสินค้าที่มีปริมาณความต้องการของลูกค้ารองลงมา เนื่องจากชั้นวางสินค้าดังกล่าว สามารถเก็บสินค้าได้ในปริมาณที่มากต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยกำหนดให้การใช้ประโยชน์ปริมาตรคลังสินค้าเป็นร้อยละ 70 (39,160 ลบ.ม.) และใช้เครนช่วยในการเคลื่อนย้ายสินค้า เพื่อลดเวลาในการทำงาน และลดความเสียหายที่อาจเกิดจากคนงาน โดยมีรายละเอียดการจัดการคลังสินค้ารูปแบบ R แสดงดัง Figure 23 สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.3.2.1 อุปกรณ์การจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R

ก. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน (Drive-in rack) สำหรับการจัดเก็บสินค้าประกอบด้วย พื้นที่ R2, R3

ข. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์ (Roller rack) สำหรับการจัดเก็บสินค้าประกอบด้วย พื้นที่ R1

2.3.2.2 อุปกรณ์ลำเลียงสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R

ก. ใช้รถยกประเภทเคาร์เตอร์บาลานซ์ (Counter balance) 3 คัน เคลื่อนย้ายสินค้าจาก Output station R1, station R2 และ station R3 ไปยังจุดพักสินค้าเพื่อรอเคลื่อนย้ายขึ้นรถลูกค้าต่อไป

ข. ใช้เครน (Crane) 4 ตัว เคลื่อนย้ายสินค้าจากชั้นวางสินค้ามายัง Output station 1, station2 และ station3 และเคลื่อนย้ายสินค้าจาก Input station R1, station R2 และ station R3 เข้าไปเก็บยังชั้นวางสินค้า

2.3.2.3 ประสิทธิภาพในการใช้ปริมาตรคลังสินค้ารูปแบบ R เท่ากับ ร้อยละ 70 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

ก. R1 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า เท่ากับ 12,880 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 2,760 พาเลท

ข. R2 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า เท่ากับ 9,000 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,885 พาเลท

ค. R3 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า เท่ากับ 9,000 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 1,885 พาเลท

ง. ปริมาตรการจัดเก็บวัตถุดิบ เท่ากับ 8,280 ลบ.ม.

2.3.2.4 ลักษณะการจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R

กำหนดให้สินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูงอยู่ใกล้กับจุดพักสินค้า และใช้ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Table 9) สำหรับการแบ่งพื้นที่การจัดวางสินค้าเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดในการจัดวางสินค้า ดังนี้

ก. สินค้า Class A จัดวางบนชั้นวางสินค้า R1

ข. สินค้า Class B จัดวางบนชั้นวางสินค้า R2

ค. สินค้า Class C จัดวางบนชั้นวางสินค้า R3

2.3.2.5 ข้อดี – ข้อเสียของคลังสินค้ารูปแบบ R

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง เนื่องจากใช้ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์ และเครนเป็นอุปกรณ์ลำเลียง ซึ่งมีต้นทุนสูง

ข. การใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอินมีส่วนช่วยให้จัดเก็บสินค้าได้มากขึ้น แต่ส่งผลกระทบให้ชั้นวางสินค้าอาจไม่เพียงพอกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจัดเก็บ (Stock keeping units: SKUs) เนื่องจากต้องจัดวางสินค้าชนิดเดียวกันภายในแถวเดียวกันของชั้นวางแบบไดร์ฟอิน

ค. การเข้าถึงสินค้าสะดวกกว่าคลังสินค้ารูปแบบ P เนื่องจากใช้เครนในการเคลื่อนย้ายสินค้า

ง. ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าน้อยกว่าคลังสินค้ารูปแบบ P เนื่องจากการใช้ชั้นวางโรเลอร์เป็นตัวช่วยในการเคลื่อนย้ายสินค้า

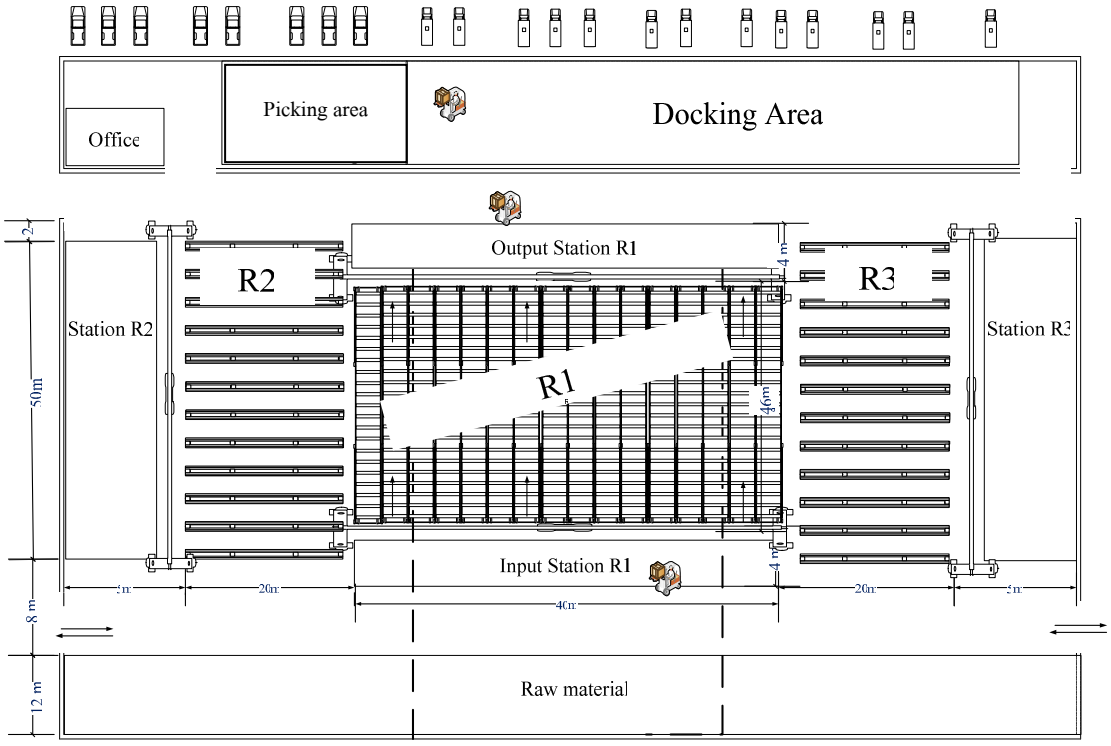


Figure 23. R warehouse style

2.3.3 คลังสินค้ารูปแบบ S

การออกแบบคลังสินค้ารูปแบบ S ใช้หลักการเดียวกับคลังสินค้ารูปแบบ R แต่ให้มีปริมาตรการจัดวางสินค้าเพิ่มขึ้นใกล้เคียงร้อยละ 80 (42,696 ลบ.ม.) โดยมีรายละเอียดการจัดการคลังสินค้ารูปแบบ S แสดงดัง Figure 24 สามารถอธิบายได้ดังนี้

2.3.3.1 อุปกรณ์ในการจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S

ก. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน (Drive-in rack) ในการจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย พื้นที่ S2, S3

ข. ใช้ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์ (Roller rack) ในจัดเก็บสินค้า ประกอบด้วย พื้นที่ S1

2.3.3.2 อุปกรณ์ลำเลียงสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S

ก. ใช้รถยกประเภทเคาร์เตอร์บาลานซ์ (Counter balance) 3 คัน เคลื่อนย้ายสินค้าจาก Output station S1 ไปยังจุดพักสินค้าเพื่อรอเคลื่อนย้ายขึ้นรถลูกค้าต่อไป

ข. ใช้เครน (Crane) 4 ตัว เคลื่อนย้ายสินค้าจากชั้นวางสินค้ามายัง Output station 1, station 2, station 3 และจาก Input station 1, station 2, station 3 เข้าไปเก็บยังชั้นวางสินค้า

2.3.3.3 ประสิทธิภาพในการใช้ปริมาตรคลังสินค้ารูปแบบ S เท่ากับร้อยละ 80 สามารถอธิบายได้ ดังนี้

ก. S1 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า 12,600 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 2,856 พาเลท

ข. S2 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า เท่ากับ 11,016 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 2,310 พาเลท

ค. S3 มีปริมาตรการจัดเก็บสินค้า เท่ากับ 11,016 ลบ.ม. สามารถจัดเก็บสินค้าได้ 2,310 พาเลท

ง. ปริมาตรการจัดเก็บวัตถุดิบ เท่ากับ 8,064 ลบ.ม.

2.3.3.4 ลักษณะการจัดวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S

กำหนดให้สินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูงอยู่ใกล้กับจุดพักสินค้า และใช้ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (Table 9) สำหรับการแบ่งพื้นที่การจัดวางสินค้าเบื้องต้น ซึ่งมีรายละเอียดในการจัดวางสินค้า ดังนี้

ก. สินค้า Class A จัดวางบนชั้นวางสินค้า S1

ข. สินค้า Class B จัดวางบนชั้นวางสินค้า S2

ค. สินค้า Class C จัดวางบนชั้นวางสินค้า S3

2.3.3.5 ข้อดี – ข้อเสียของคลังสินค้ารูปแบบ S

ก. ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง เนื่องจากใช้ชั้นวางสินค้าแบบโรเลอร์ และเครนเป็นอุปกรณ์ลำเลียง ซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูง

ข. การใช้ชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอินมีส่วนช่วยให้จัดเก็บสินค้าได้มากขึ้น แต่ส่งผลกระทบให้ชั้นวางสินค้าอาจไม่เพียงพอกับชนิดผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจัดเก็บ (Stock keeping units: SKUs) เนื่องจากต้องจัดวางสินค้าชนิดเดียวกันในแถวเดียวกันของชั้นวางแบบไดร์ฟอิน

ค. การเข้าถึงสินค้าเป็นไปได้ง่ายกว่าคลังสินค้ารูปแบบ P เนื่องจากใช้เครนในการเคลื่อนย้ายสินค้า

ง. ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าน้อยกว่าคลังสินค้ารูปแบบ P เนื่องจากการใช้ชั้นวางโรเลอร์เป็นตัวช่วยในการเคลื่อนย้ายสินค้า

จ. สามารถจัดเก็บสินค้าได้มากกว่าคลังสินค้ารูปแบบ P และ R

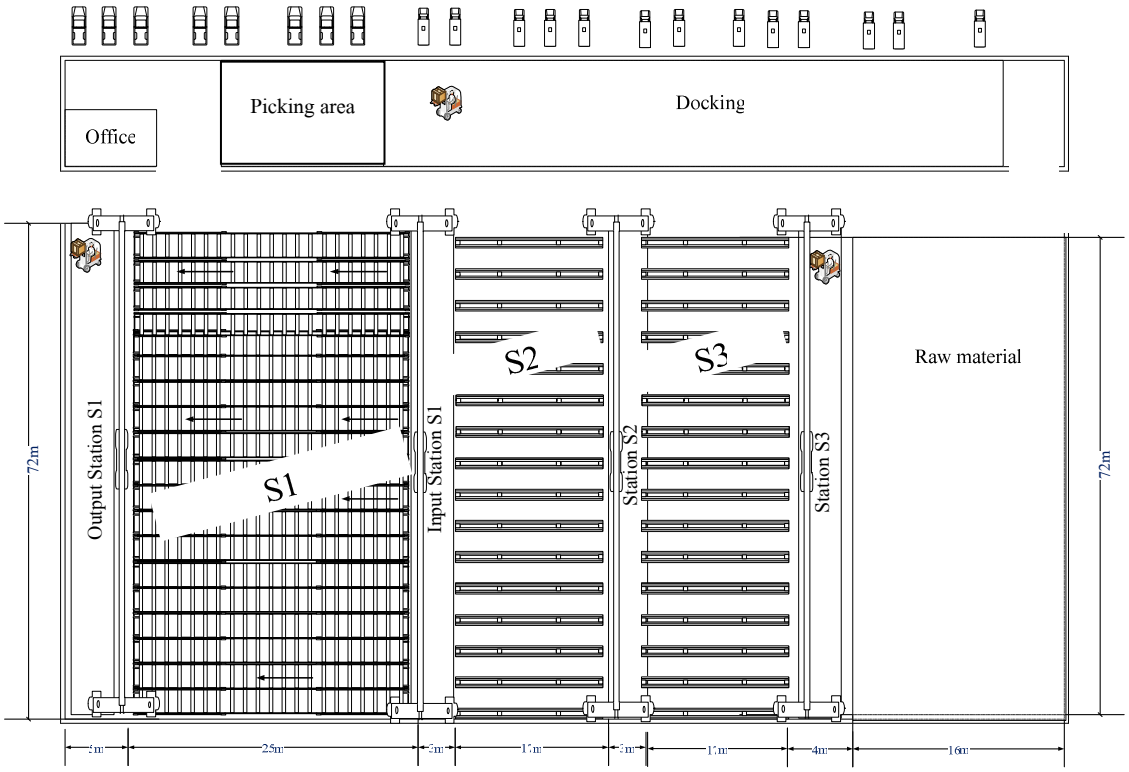


Figure 24. S warehouse style

จากการวิเคราะห์ดัชนีความสามารถของคลังสินค้าที่ออกแบบ พบว่า การใช้ชั้นวางสินค้ามีส่วนช่วยให้ประสิทธิภาพในการใช้งานคลังสินค้า (Efficiency of volume) เพิ่มขึ้น ร้อยละ 39 - 46 และมีการใช้ปริมาตรในการจัดวางสินค้าต่อพาเลท (Volume per pallet) ลดลง 2.45 – 2.74 โดยคลังสินค้ารูปแบบ S มีดัชนีความสามารถของคลังสินค้าสูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่า คลังสินค้ารูปแบบ P มีประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ (Efficiency of square meter area) น้อยกว่าคลังสินค้ารูปแบบ R และ คลังสินค้ารูปแบบปัจจุบันด้วย ทั้งนี้เนื่องจากคลังสินค้ารูปแบบ P ใช้ชั้นวางสินค้าซีเล็คทีฟช่วยในการจัดเก็บสินค้าด้วย ดังนั้นจึงมีพื้นที่ทางเดินสำหรับการนำสินค้าเข้าออกเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงพื้นที่ต่ำลง (Table 10)

Table 10. Efficiencies of proposed warehouse designs layouts

Warehouse efficiencies	**Current**	**P**	**R**	**S**
Square meter of areas (m^2)	4,992	4,056	4,200	5,400
Efficiency of square meter area (%)	77.04	62.59	64.81	83.33
Utilization of volume (m3)	16,896	38,856	39,160	42,696
Efficiency of volume (%)	30.57	70.27	70.82	77.21
Amount of pallet	2,000 (3,000*)	6,528	6,530	7,476
Volume per pallet	8.45	5.95	6.00	5.71

Note: * Total product storage including outdoor storage per day

2.4 ปริมาณสินค้าที่จัดวางบนชั้นวางสินค้า

ใช้ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย คำนวณหาจำนวนสินค้าที่จะจัดวางบนชั้นวาง (Table 11) โดยใช้สูตร

$$q_i = \frac{Q}{\sum_{i=1}^{n} SSL_i} \times SSL_i$$

กำหนดให้:

q_i = ปริมาณของผลิตภัณฑ์หน่วยที่ i ที่สามารถจัดวางได้บนชั้นวางสินค้านั้นๆ

SSL_i = ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยหน่วยที่ i ที่คำนวณได้

Q = ปริมาณของสินค้าที่จัดวางได้ทั้งหมดบนชั้นวางสินค้า

Table 11. Assigned amount of product class A in warehouse designs

Product	Capacity of warehouse (Carton)		
	P	R	S
a01	43,560	44,880	44,880
e01	37,440	42,432	35,360
f01	25,200	27,200	23,800
b15	20,160	26,112	19,584
c01	10,800	20,400	17,000
b08	6,912	6,528	6,528

3. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการทำงาน

ขั้นตอนนี้เป็นการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการทำงานของคลังสินค้ารูปแบบต่างๆ ที่ออกแบบเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการทำงานของคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบัน โดยใช้เทคนิคของการจำลองสถานการณ์โดยในงานวิจัยนี้ใช้โปรแกรมอารีน่าเวอร์ชั่น 12 (ARENA® 12)

3.1 การสร้างแบบจำลอง

3.1.1 การตั้งปัญหาและการให้คำจำกัดความของระบบงาน

วัตถุประสงค์ของการจำลองสถานการณ์ สำหรับคลังสินค้าของบริษัทกรณีศึกษา คือ การประมาณค่าอรรถประโยชน์ (Utilization) ของพื้นที่การจัดเก็บสินค้า เวลาเฉลี่ยที่คำสั่งซื้อหนึ่งใบอยู่ในระบบ วิเคราะห์อรรถประโยชน์ในการใช้งานรถยก เพื่อเป็นแนวทางสำหรับการตัดสินใจในการปรับปรุงคลังสินค้า รวมถึงอุปกรณ์ในการขนถ่าย

ระบบงานสำหรับงานวิจัยนี้ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ (1) กระบวนการในการนำสินค้าจัดเก็บ ณ จุดที่กำหนด (2) การนำสินค้าจากจุดจัดเก็บไปวางยังจุดพักสินค้าเมื่อมีลูกค้าสั่งสินค้า

3.1.2 กำหนดวัตถุที่สนใจ (Entity)

วัตถุที่สนใจ คือ วัตถุที่เคลื่อนที่ในระบบ แล้วก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะภายในระบบ เช่น วัตถุดิบที่เข้ามายังสายการผลิต หรือสินค้าที่ผลิตเสร็จ สำหรับงานวิจัยฉบับนี้เป็นการปรับปรุงเกี่ยวกับระบบการจัดเก็บสินค้า ดังนั้น วัตถุที่สนใจในระบบนี้จึงเป็นสินค้าสำเร็จรูป โดยสินค้าสำเร็จรูปดังกล่าวถูกนำมาจัดเก็บภายในคลังสินค้า เมื่อโรงผลิตผลิตสินค้าเสร็จ และถูก

เรียกเมื่อลูกค้าสั่ง โดยสินค้าที่วิเคราะห์เป็นสินค้าที่มีปริมาณการจัดจำหน่ายสูง (Class A) เนื่องจากมีผลกระทบต่อกิจการคลังสินค้าร้อยละ 80 ประกอบด้วย

3.1.2.1 Product_A หมายถึง สินค้ารหัส a01 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.2 Product_B หมายถึง สินค้ารหัส b08 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.3 Product_Bb หมายถึง สินค้ารหัส b15 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.4 Product_C หมายถึง สินค้ารหัส c01 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.5 Product_E หมายถึง สินค้ารหัส e01 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.6 Product_F หมายถึง สินค้ารหัส f01 ที่เข้ามาจัดเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.2.7 item_A หมายถึง สินค้ารหัส a01 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.2.8 item_B หมายถึง สินค้ารหัส b08 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.2.9 item_Bb หมายถึง สินค้ารหัส b15 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.2.10 item_C หมายถึง สินค้ารหัส c01 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.2.11 item_E หมายถึง สินค้ารหัส e01 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.2.12 item_F หมายถึง สินค้ารหัส f01 ที่ลูกค้าสั่ง

3.1.3 การกำหนดตัวแปร (Variable)

ตัวแปร คือ สิ่งที่วัตถุทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันได้ สามารถเปลี่ยนค่าเมื่อวัตถุผ่านเข้ามาในระบบ เพื่อบอกสถานะของระบบใช้สำหรับการวัดค่าต่างๆ ที่แบบจำลองมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยงานวิจัยนี้วิเคราะห์อรรถประโยชน์ของการใช้งานพื้นที่ รวมถึงรถยกที่ใช้งาน นอกจากนี้ยังวิเคราะห์เวลาเฉลี่ยของคำสั่งซื้อที่อยู่ในระบบ สามารถอธิบายได้ ดังนี้

3.1.3.1 FixArea_A หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า a01

3.1.3.2 FixArea_B หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า b08

3.1.3.3 FixArea_Bb หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า b15

3.1.3.4 FixArea_C หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า c01

3.1.3.5 FixArea_E หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า e01

3.1.3.6 FixArea_F หมายถึง ปริมาณความสามารถในการจัดเก็บสินค้า f01

3.1.3.7 Inhouse_A หมายถึง สินค้า a01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.8 Inhouse_B หมายถึง สินค้า b08 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.9 Inhouse_Bb หมายถึง สินค้า b15 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.10 Inhouse_C หมายถึง สินค้า c01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.11 Inhouse_E หมายถึง สินค้า e01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.12 Inhouse_F หมายถึง สินค้า f01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้า

3.1.3.13 Outhouse_A หมายถึง สินค้า a01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.14 Outhouse_B หมายถึง สินค้า b08 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.15 Outhouse_Bb หมายถึง สินค้า b15 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.16 Outhouse_C หมายถึง สินค้า c01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.17 Outhouse_E หมายถึง สินค้า e01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.18 Outhouse_F หมายถึง สินค้า f01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.19 InvProd_A หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า a01

3.1.3.20 InvProd_B หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า b08

3.1.3.21 InvProd_Bb หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า b15

3.1.3.22 InvProd_C หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า c01

3.1.3.23 InvProd_E หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า e01

3.1.3.24 InvProd_F หมายถึง ตัวช่วยนับจำนวนของสินค้า f01

3.1.3.25 DFPInRightFix หมายถึง เวลาในการเดินทางของรถยกจากจุดจอดรถไปยังคลังสินค้าปีกขวา เพื่อรับสินค้าจากรถบรรทุกเข้าไปเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.3.26 DFPInLeftFix หมายถึง เวลาในการเดินทางของรถยกจากจุดจอดรถไปยังคลังสินค้าปีกซ้าย เพื่อรับสินค้าจากรถบรรทุกเข้าไปเก็บภายในคลังสินค้า

3.1.3.27 DFPOut_Fix หมายถึง เวลาในการเดินทางของรถยกจากจุดจอดรถไปยังพื้นที่เก็บสินค้าภายนอกคลังสินค้า เพื่อไปรับสินค้าจากรถบรรทุกเข้าเก็บในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ภายนอกอาคารคลังสินค้า

3.1.3.28 DFPInA_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย a01 ของรถยกจากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่จัดเก็บซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.29 DFPInB_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย b08 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.30 DFPInBb_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย b15 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.31 DFPInC_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย c01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.32 DFPInE_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย e01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บ e01 ซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.33 DFPInF_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย f01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายในคลังสินค้า

3.1.3.34 DFPOutA_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย a01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.35 DFPOutB_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย b08 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.36 DFPOutBb_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย b15 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.37 DFPOutC_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย c01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.38 DFPOutE_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้าย e01 จากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บ e01 ซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.39 DFPOutF_Va หมายถึง ระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจอดรถบรรทุกไปยังพื้นที่การจัดเก็บ f01 ซึ่งอยู่ภายนอกคลังสินค้า

3.1.3.40 DFIAin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย a01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.41 DFIBin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย b08 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.42 DFIBbin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย b15 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.43 DFICin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย c01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.44 DFIEin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย e01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.45 DFIFin หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้าย f01 ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้าด้วยรถยก

3.1.3.46 DFIout หมายถึง เวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าใดๆ ที่ถูกจัดเก็บไว้ภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.47 MoveAinhouse หมายถึง จำนวนของ a01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.48 MoveBinhouse หมายถึง จำนวนของ b08 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.49 MoveBbinhouse หมายถึง จำนวนของ b15 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.50 MoveCinhouse หมายถึง จำนวนของ c01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.51 MoveEinhouse หมายถึง จำนวนของ e01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.52 MoveFinhouse หมายถึง จำนวนของ f01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.53 MoveAouthouse หมายถึง จำนวนของ a01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.54 MoveBouthouse หมายถึง จำนวนของ b08 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.55 MoveBbouthouse หมายถึง จำนวนของ b15 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.56 MoveCouthouse หมายถึง จำนวนของ c01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.57 MoveEouthouse หมายถึง จำนวนของ e01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.58 MoveFouthouse หมายถึง จำนวนของ f01 ที่ถูกเคลื่อนย้ายจากภายนอกคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.3.59 Count time office หมายถึง ตัวนับเวลาในการทำงานของระบบในหนึ่งวัน

3.1.4 กำหนดทรัพยากร (Recourse)

การกำหนดทรัพยากร เป็นการกำหนดทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินกิจกรรมต่างๆ สำหรับแบบจำลอง เช่น จำนวนคนงาน หรือเครื่องมืออุปกรณ์ที่อยู่ในสายการผลิต หรือการขนถ่ายผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดกระบวนการทำงานของระบบ สำหรับทรัพยากรของงานวิจัยนี้หมายถึง เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการเครื่องย้ายสินค้าเพื่อจัดเก็บสินค้า และเคลื่อนย้ายสินค้าจากพื้นที่การจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้า ประกอบด้วย

3.1.4.1 Forklift Prod หมายถึง รถยกที่ใช้เคลื่อนย้ายสินค้า จากรถบรรทุกส่งสินค้าที่มาจากโรงงานผลิตเข้าจัดเก็บในพื้นที่จัดเก็บ

3.1.4.2 Forklift Purchase order หมายถึง รถยกที่ใช้เคลื่อนย้ายสินค้า จากพื้นที่จัดเก็บภายในคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

3.1.5 กำหนดสถานที่

การกำหนดสถานที่ เป็นการกำหนดสถานที่ในดำเนินกิจกรรมต่างๆ สำหรับแบบจำลองของระบบงาน ดังนั้น สถานที่ในการดำเนินกิจกรรมของงานวิจัยนี้ หมายถึง พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าแต่ละชนิด

3.1.5.1 กำหนดสถานที่การเคลื่อนย้ายสินค้าของคลังสินค้าแบบปัจจุบัน (Figure 19)

- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด a01 คือ Area Mix
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b08 คือ Area b3
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b15 คือ Area b2
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด c01 คือ Area Mix
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด e01 คือ Area e1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด f01 คือ Area f

3.1.5.2 กำหนดสถานที่การเคลื่อนย้ายสินค้าของคลังสินค้ารูปแบบ P (Figure 25)

- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด a01 คือ Area Pa
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b08 คือ Area Pb
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b15 คือ Area Pbb
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด c01 คือ Area Pc
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด e01 คือ Area Pe
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด f01 คือ Area Pf

3.1.5.3 กำหนดสถานที่การเคลื่อนย้ายสินค้าของคลังสินค้ารูปแบบ R (Figure 23)

- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด a01 คือ R1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b08 คือ R1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b15 คือ R1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด c01 คือ R1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด e01 คือ R1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด f01 คือ R1
- พื้นที่การหยิบสินค้า a01, b08, b15, c01, e01 และ f01 คือ Output station R1

3.1.5.4 กำหนดสถานที่สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าของคลังสินค้ารูปแบบ S (Figure 24)

- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด a01 คือ S1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b08 คือ S1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด b15 คือ S1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด c01 คือ S1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด e01 คือ S1
- พื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าชนิด f01 คือ S1
- พื้นที่ในการหยิบสินค้า a01, b08, b15, c01, e01 และ f01 คือ Output station S1

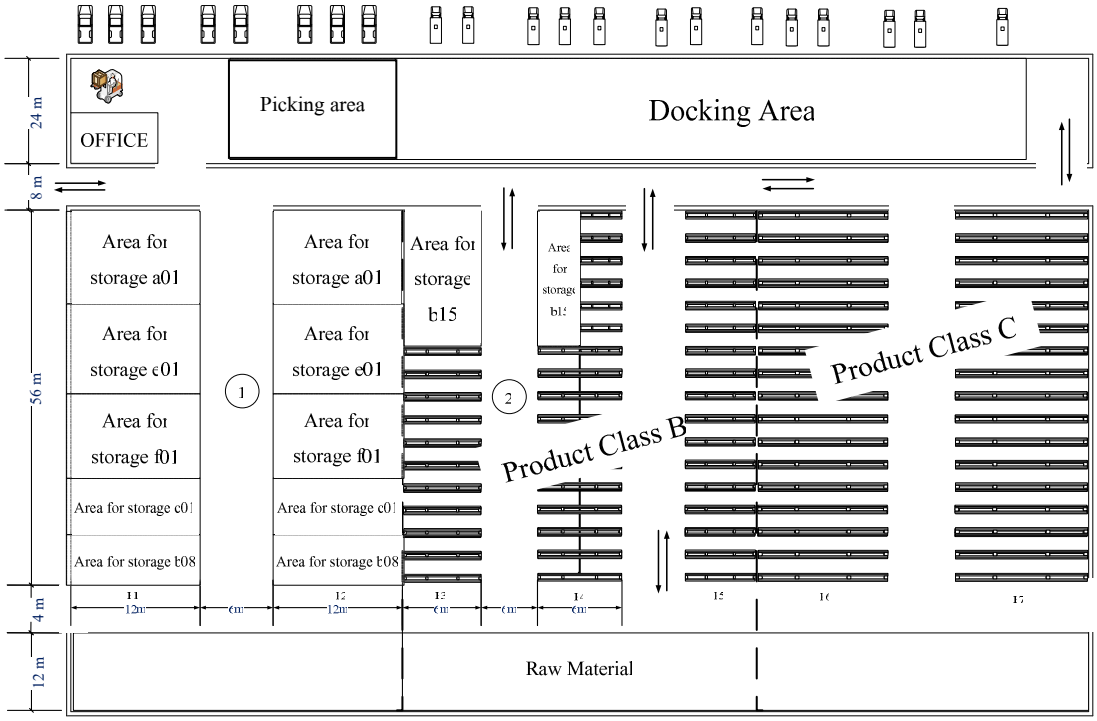


Figure 25. Product class A storage in P warehouse style

1 = Indoor unloading 1 2 = Indoor unloading 2

3.1.6 กำหนดอัตราการเข้ามาขององค์ประกอบ

การกำหนดอัตราการเข้ามาขององค์ประกอบ เป็นการกำหนดอัตราการเข้ามาของจำนวนสินค้าเพื่อจัดเก็บ ร่วมกับความน่าจะเป็นของการเข้ามาของสินค้า (Table 12) และจำนวนสินค้าที่ถูกเคลื่อนย้ายออกจากคลังสินค้า ร่วมกับความน่าจะเป็นของการนำสินค้าออกจากคลังสินค้า (Table 13) วิเคราะห์อัตราการเข้ามาของสินค้า โดยใช้ Input analyzer ของโปรแกรมอารีน่า และวิเคราะห์ความน่าจะเป็น โดยใช้ความถี่ของสินค้าที่เข้ามาเพื่อจัดเก็บ หรือความถี่ของสินค้าที่ปรากฏในใบคำสั่งซื้อหนึ่งๆ

Table 12. Arrival rate of product storage

Variable	Arrival rate of product storage (carton/day)*
a01	(NORM(413,172)) × 0.18
e01	(TRIA(104, 491, 657)) × 0.14
f01	(TRIA(200, 425, 650)) × 0.11
b15	(NORM(326, 161)) × 0.16
c01	(NORM(348, 161)) × 0.05
b08	(TRIA(60, 179, 696)) × 0.04

Note: * Distribution × Probability

Table 13. Arrival rate of order

Variable	Arrival rate of order (carton/day)*
a01	(EXPO(191)) × 0.30
e01	(EXPO(93.6)) × 0.19
f01	(EXPO(77.8)) × 0.13
b15	(EXPO(95.3)) × 0.13
c01	(EXPO(32.9)) × 0.05
b08	(EXPO(34.1)) × 0.03

Note: * Distribution × Probability

3.1.7 การกำหนดเงื่อนไขของแบบจำลอง

การกำหนดเงื่อนไขของการจำลอง เป็นการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ที่เกิดขึ้นจริงของระบบงานที่กำลังศึกษาอยู่ เพื่อให้แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีลักษณะการทำงานเสมือนกับระบบงานที่ศึกษา และอาจมีบางเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลอง แต่อยู่นอกขอบเขตของแบบจำลองก็สามารถตั้งเป็นสมมติฐานได้ ซึ่งจะกล่าวต่อไปในหัวข้อ 3.1.8 โดยสามารถอธิบายการทำงานของระบบงานจริงได้ ดังนี้

3.1.7.1 จำนวนสินค้าที่เคลื่อนย้ายในแต่ละวัน (สินค้าที่จัดเก็บและสินค้าที่นำออก) เป็นไปตามความน่าจะเป็น และจำนวนของการเคลื่อนย้ายสินค้าในบทที่ 3 หัวข้อที่ 3.1.6 เรื่องการกำหนดอัตราการเข้ามาขององค์ประกอบ

3.1.7.2 คลังสินค้าทำงานตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียดการทำงานสำหรับคลังสินค้า ดังต่อไปนี้

ก. รถยกสำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการจัดเก็บ

รถยกสำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการจัดเก็บมีตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีพนักงาน 2 คน ทำงานคนละ 12 ชั่วโมง และมีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน

ข. รถยกสำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้า แบ่งเป็นตารางการทำงานของรถยกสำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้าของคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบัน (Table 14) และรถยกสำหรับเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้าของคลังสินค้าที่ออกแบบ (Table 15)

3.1.7.4 จำนวนอุปกรณ์การขนถ่ายลำเลียงเพียงพอสำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้า

3.1.7.5 ค่าแรงพนักงานขับรถยก = 230 บาท/คน/8ชม.

3.1.7.6 ค่าเสื่อมราคารถยก = 7,000 บาท/คัน/เดือน

3.1.7.7 ค่าน้ำมันรถยก = 510 บาท/คัน/8ชม.

3.1.7.8 ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า เป็นไปดังนี้

ก. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับคลังสินค้าปัจจุบัน

(1) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากรถบรรทุกสินค้าที่มาจากโรงผลิต ไปยังจุดเก็บสินค้าของคลังสินค้าปัจจุบัน (Table 16) โดยจุดจอดรถบรรทุกของโรงผลิตจะจอดบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ทางเดิน ซึ่งใกล้เคียงกับพื้นที่จัดเก็บสินค้าชนิดนั้นๆ มากที่สุด

(2) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากพื้นที่การจัดเก็บสินค้า ไปยังจุดพักสินค้าของคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบัน (Table 17)

Table 14. Forklift schedule of current warehouse layouts (Schedule 1)

Forklift	Shift
F 1-1	7.00am – 5.00pm
F 1-2	8.00am – 6.00pm
F 1-3	9.00am – 6.00pm
F 1-4	3.00pm – 0.00am

Table 15. Forklift schedule of proposed warehouse designs layouts (Schedule 2)

Forklift	Shift
F 2-1	7.00am – 5.00pm
F 2-2	8.00am – 6.00pm
F 2-3	9.00am – 6.00pm

Table 16. Distance of moving product between unloading and storage area of current warehouse

Product	Begin	End	Distance (m)	Time (min)
b08	Unloading right	Area b3	52	0.39
b15	Unloading right	Area b2	36	0.27
e01	Unloading left	Area e1	20	0.15
f01	Unloading left	Area f	20	0.15
Class A	Unloading left	Area Mix	12	0.09

Table 17. Distance of moving product between storage and docking area of current warehouse

Product	Begin	End	Distance (m)	Time (min)
b08	Area for storage product type b	Docking area	376	2.82
b15	Area for storage product type b	Docking area	312	2.34
e01	Area for storage product type e	Docking area	220	1.65
f01	Area for storage product type f	Docking area	236	1.77
Class A	Outdoor storage area for products	Docking area	232	1.74

ข. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P

(1) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากจุดจอดรถบรรทุกสินค้า ซึ่งมาจากโรงผลิตไปยังชั้นวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P (Table 18) โดยจุดจอดรถบรรทุกของโรงผลิตจะจอดบริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ทางเดิน ซึ่งใกล้กับพื้นที่จัดเก็บสินค้านั้นๆ มากที่สุด

(2) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากชั้นวางสินค้าไปยังจุดพักสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P (Table 19)

Table 18. Distance of moving product between unloading and storage area of P warehouse

Product	Begin	End	Distance (m)	Time (min)
a01	Unloading 1	Area for storage product type a01	49	0.20
b08	Unloading 1	Area for storage product type b08	66	0.09
b15	Unloading 2	Area for storage product type b15	12	0.11
e01	Unloading 1	Area for storage product type e01	12	0.20
c01	Unloading 1	Area for storage product type c01	58	0.08
f01	Unloading 1	Area for storage product type f01	40	0.09
Class A	Unloading outdoor	Outdoor storage area for products	12	0.09

Table 19. Distance of moving product between storage and docking area of P warehouse

Product	Begin	End	Distance (m)	Time (min)
a01	Area for storage product type a01	Docking area	175	1.29
b08	Area for storage product type b08	Docking area	266	1.50
b15	Area for storage product type b15	Docking area	204	1.71
e01	Area for storage product type e01	Docking area	210	1.90
c01	Area for storage product type c01	Docking area	258	1.26
f01	Area for storage product type f01	Docking area	240	1.43
Class A	Outdoor storage area for products	Docking area	232	1.74

ค. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R

(1) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจาก Input station R1 ขึ้นไปบนชั้นวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R (Table 20)

(2) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจาก Output station R1 ไปยังจุดพักสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R (Table 21)

Table 20. Distance of moving product between unloading and storage area of R warehouse

Product	**Begin**	**End**	**Distance (m)**	**Time (min)**
Class A	Input station R1	R1	44	0.33
Class A	Outdoor storage area for products	Outdoor	12	0.09

Table 21. Distance of moving product between storage and docking area of R warehouse

Product	**Start area**	**Finish area**	**Distance (m)**	**Time (min)**
Class A	Output station R1	Docking area	44	0.33
Class A	Outdoor storage area for products	Docking area	232	1.74

ง. ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S

(1) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจาก Input station S1 ขึ้นไปเก็บบนชั้นวางสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S (Table 22)

(2) ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าจาก Output station S1 ไปยังจุดพักสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ S (Table 23)

Table 22. Distance of moving product between unloading and storage area of S warehouse

Product	**Begin**	**End**	**Distance (m)**	**Time (min)**
Class A	Input station S1	S1	36	0.27
Class A	Outdoor storage area for products	Outdoor	12	0.09

Table 23. Distance of moving product between storage and docking area of S warehouse

Product	**Begin**	**End**	**Distance (m)**	**Time (min)**
Class A	Output station S1	Docking area	228	1.70
Class A	Outdoor storage area for products	Docking area	232	1.74

3.1.8 ข้อสมมติของแบบจำลอง

3.1.8.1 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าสำหรับคลังสินค้าแบบต่างๆ แสดงดัง Table 24

3.1.8.2 กำหนดให้พารามิเตอร์ในการทำงานเหมือนเดิมตลอดวัน

3.1.8.3 เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้ปรับปรุงเพียงพื้นที่ในการจัดเก็บสินค้าและความสามารถของอุปกรณ์ขนถ่ายลำเลียง ดังนั้นจึงไม่พิจารณาเวลาในการจัดรายการสินค้าที่ลูกค้าสั่งไม่เต็มพาเลท โดยให้ถือว่าเวลาดังกล่าวเท่ากับศูนย์ แต่ยังคงนับเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าที่ไม่เต็มพาเลทดังกล่าวให้เท่ากับการเคลื่อนย้ายสินค้าหนึ่งพาเลทต่อหนึ่งชนิดของสินค้า

3.1.8.4 อัตราการเข้ามาของสินค้าเหมือนกันทุกวัน

3.1.8.5 รถยกไม่เสียตลอดการจำลอง

Table 24. Capacity of warehouse

Product	**Capacity of warehouse (carton)**					
	Current	**P01**	**R01**	**S01**	**R02, R03**	**S02, S03**
a01	0*	43,560	44,880	44,880	44,880	41,140
e01	24,960	37,440	42,432	35,360	70,720	74,256
f01	6,000	25,200	27,200	23,800	74,750	71,500
b15	23,040	20,160	26,112	19,584	71,760	68,640
c01	0*	10,800	20,400	17,000	27,200	27,500
b08	11,520	6,912	6,512	6,528	26,112	26,112

Note: * no storage area assigned indoor

3.2 แบบจำลอง

การสร้างตัวแบบจำลองสถานการณ์สำหรับงานวิจัยนี้ สร้างตัวแบบจำลอง 2 ส่วน กล่าวคือ ตัวแบบจำลองส่วนที่หนึ่ง เป็นตัวแบบของการเข้ามาของสินค้าสำเร็จรูป เพื่อการจัดเก็บเข้าคลังสินค้าแสดงดัง Figure 26 ส่วนที่สอง เป็นตัวแบบของการเข้ามาของคำสั่งซื้อของลูกค้า เพื่อดึงสินค้าออกจากคลังสินค้า แสดงดัง Figure 27 สามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

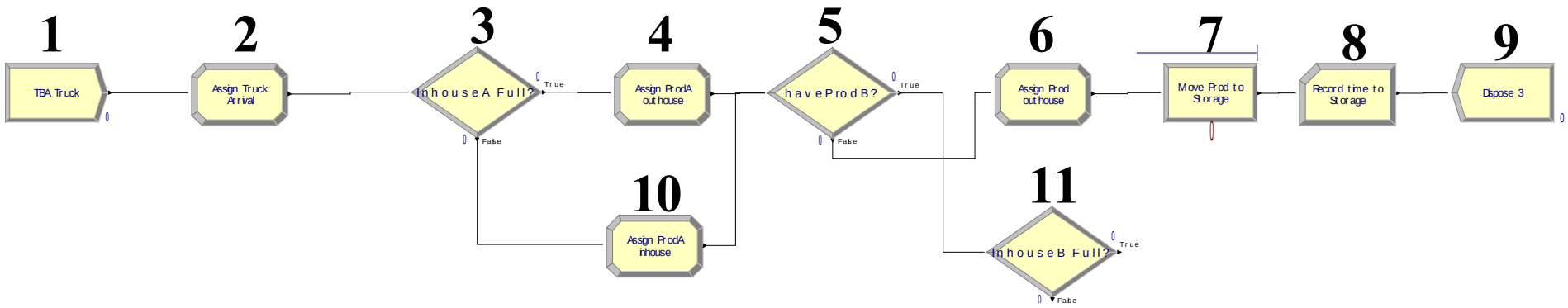


Figure 26. 1st warehouse simulation model

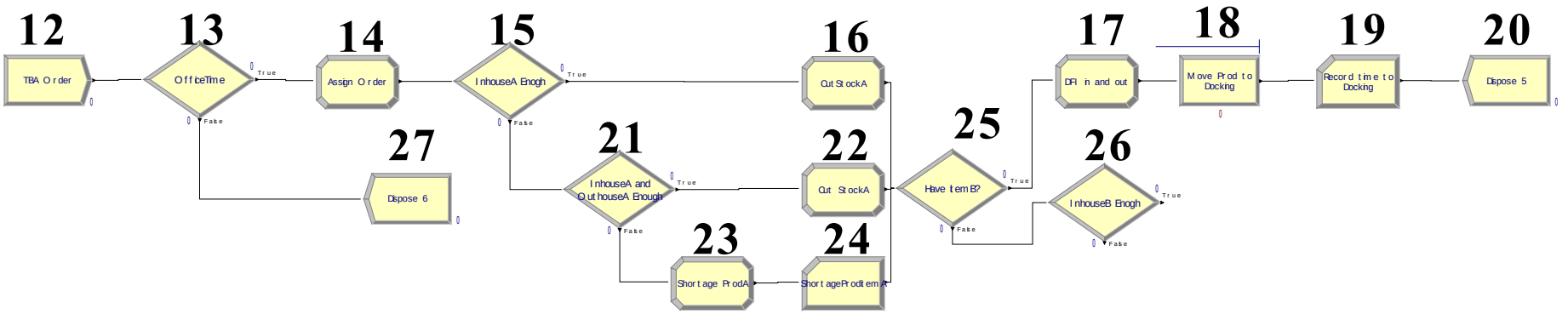


Figure 27. 2nd warehouse simulation model

ตัวแบบจำลองส่วนที่หนึ่ง เริ่มต้นจากหน่วยย่อย Create (หมายเลข 1) ชื่อหน่วยย่อย “TBA Truck” ทำหน้าที่สร้าง Entity เริ่มต้นของตัวแบบจำลองในส่วนของสินค้าที่จะเข้ามาจัดเก็บ ซึ่งรายละเอียดภายในหน่วยย่อยมีการกำหนดชื่อของหน่วยย่อย ชนิดของ Entity และเวลาการเข้ามาของ Entity (Time between arrivals)

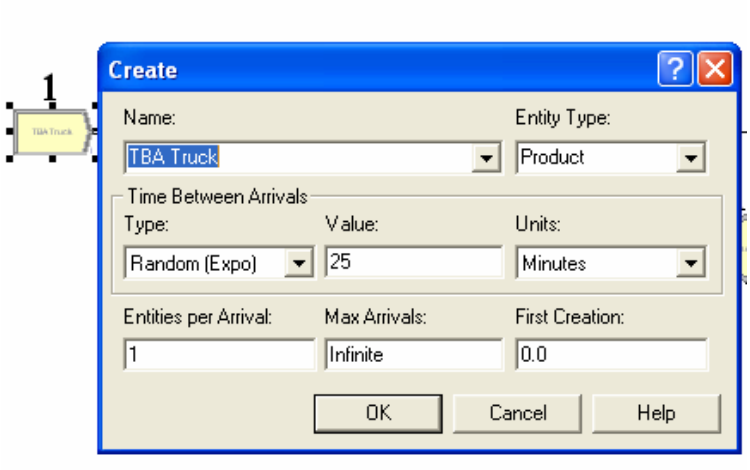


Figure 28. Create module (No.1) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 2) ชื่อหน่วยย่อย “Assign Truck Arrival” ทำหน้าที่กำหนดค่าของตัวแปรสินค้าที่จะเข้ามาจัดเก็บ

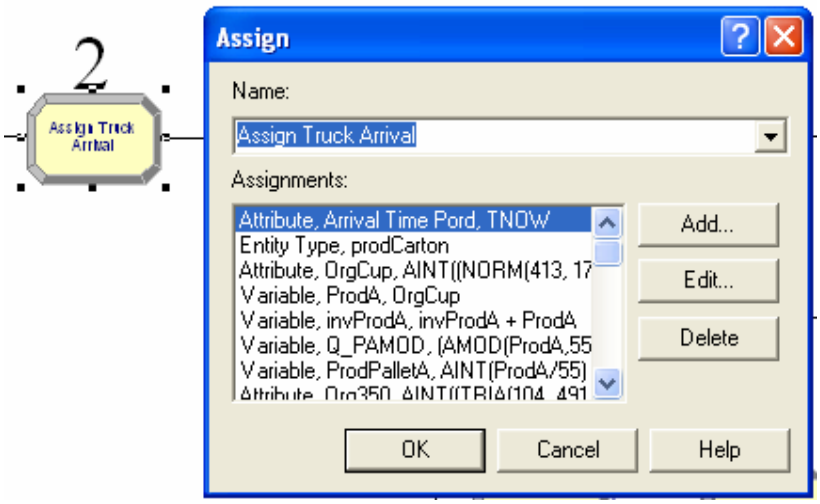


Figure 29. Assign module (No.2) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 3) ชื่อหน่วยย่อย “InhouseA Full?” เป็นหน่วยย่อยที่ใช้สำหรับการตัดสินใจว่าพื้นที่จัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้า กับจำนวนสินค้าที่จะเข้ามาเพื่อจัดเก็บใหม่ของสินค้าชนิด A เต็มหรือไม่ โดยใส่สูตรดังนี้ (inhouseA + ProdA) > FixAreaA หากเต็มพื้นที่จะแยกไปยังหน่วยย่อยหมายเลข 4หากไม่เต็มจะแยกไม่หน่วยย่อยหมายเลข 10

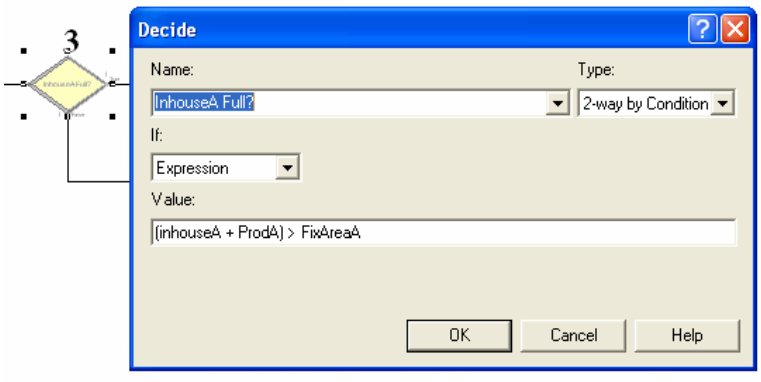


Figure 30. Decide module (No.3) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 4) ชื่อหน่วยย่อย “Assign ProdA outhouse” เป็นการกำหนดค่าของสินค้าชนิด A ที่จะจัดวางนอกอาคารคลังสินค้า และเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับสินค้าชนิด A ภายนอกอาคารคลังสินค้า

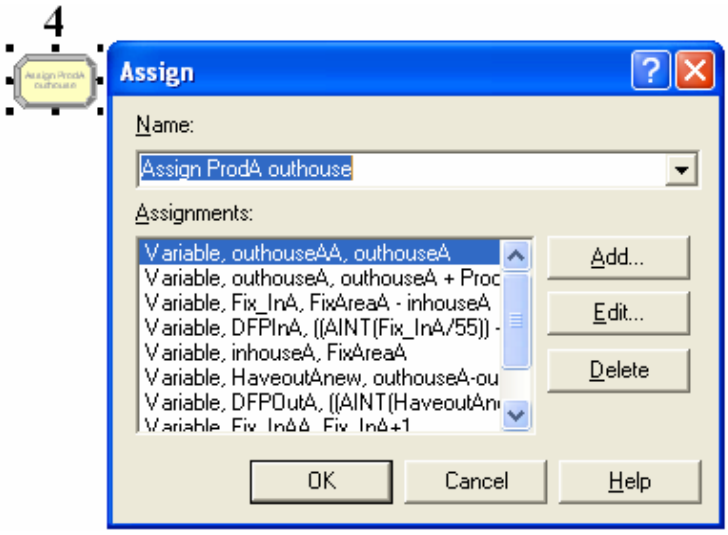


Figure 31. Assign module (No.4) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 5) ชื่อหน่วยย่อย “haveProdB?” สำหรับการตัดสินใจว่ามีสินค้าชนิด B อยู่ในระบบหรือไม่ โดยใส่สูตร ProdB > 0 หากมีสินค้าชนิด B อยู่ในระบบจะไปยังหมายเลข 11 ซึ่งหน่วยย่อยหมายเลข 11 จะมีลักษณะการตั้งค้าคลายกับหน่วยย่อยหมายเลข 3 เพียงแต่เปลี่ยนชนิดของสินค้า หากไม่มีสินค้าชนิด B อยู่ในระบบจะไปยังหมายเลข 6 และถามในลักษณะเดียวกันนี้ไปเรื่อยๆ จนครบจำนวนชนิดของสินค้าที่ต้องการ หากสินค้าชิดสุดท้ายที่ต้องการจัดเก็บ

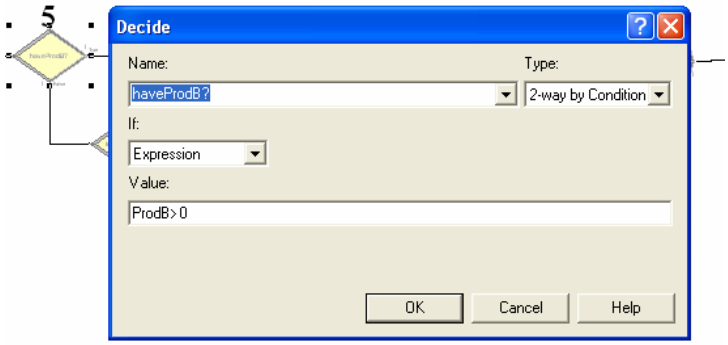


Figure 32. Decide module (No.5) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Process (หมายเลข 6) ชื่อหน่วยย่อย “Assign time” เป็นการกำหนดเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อเข้าไปจัดเก็บภายในคลังสินค้า

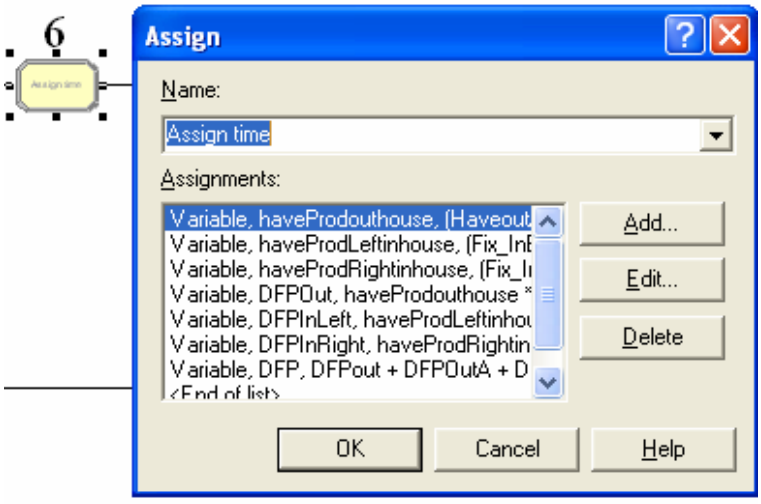


Figure 33. Assign module (No.6) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Process (หมายเลข 7) ชื่อหน่วยย่อย “Move Prod to Storage” เป็นการกำหนดทรัพยากรที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อเข้าไปจัดเก็บภายในคลังสินค้า

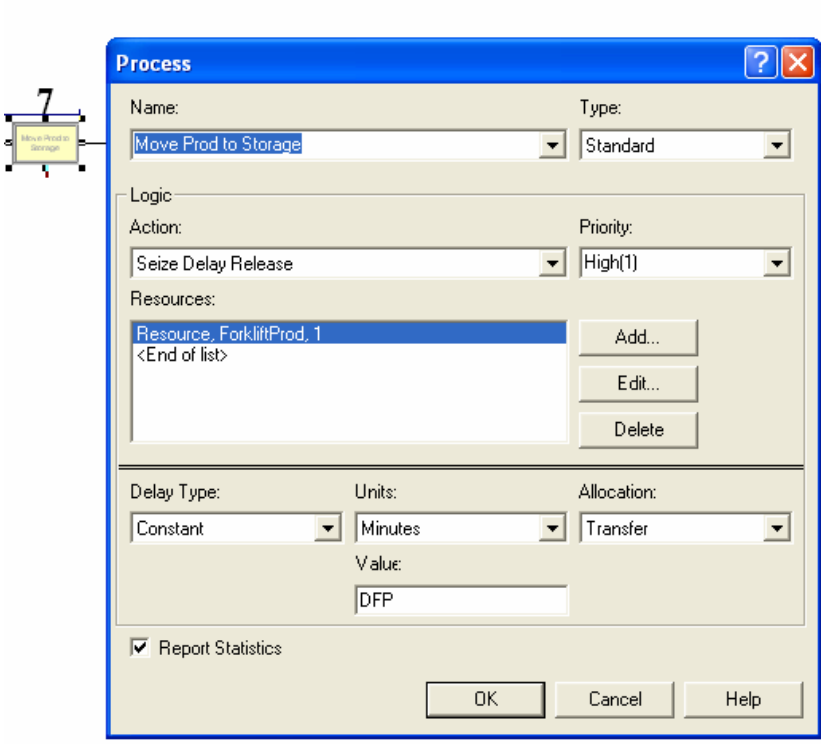


Figure 34. Process module (No.7) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Record (หมายเลข 8) ชื่อหน่วยย่อย “Prod Time in system TAT” เป็นการบันทึกค่าของเวลาที่ใช้ทั้งหมดสำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อเข้าไปจัดเก็บ

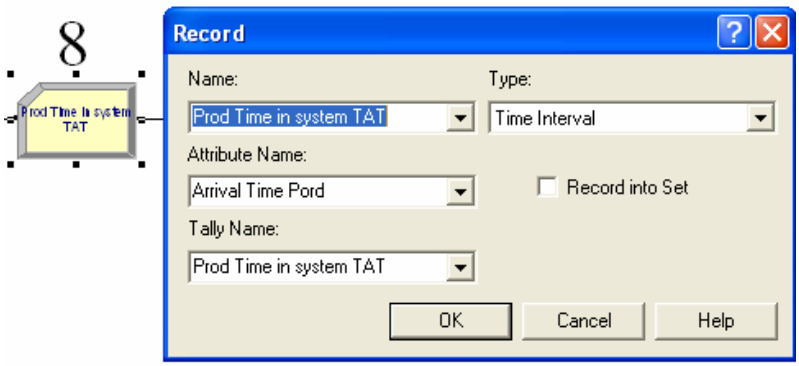


Figure 35. Record module (No.8) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 10) ชื่อหน่วยย่อย “Assign ProdA inhouse” เป็นการกำหนดค่าของสินค้าชนิด A ที่จะจัดวางในอาคารคลังสินค้า และเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าสำหรับสินค้าชนิด A ภายในอาคารคลังสินค้า

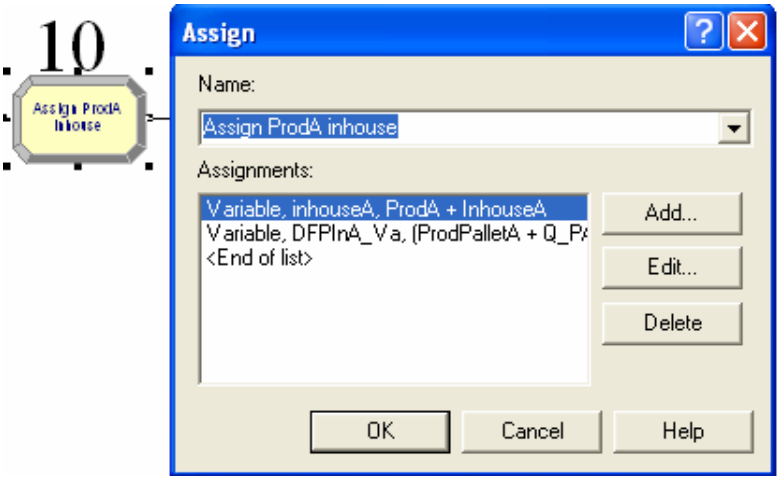


Figure 36. Assign module (No.10) for 1st warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 11) ชื่อหน่วยย่อย “InhouseB Full?” เป็นการตัดสินใจในลักษณะเดียวกันกับโมดล 3 แต่เป็นผลิตภัณฑ์ตัวถัดไป

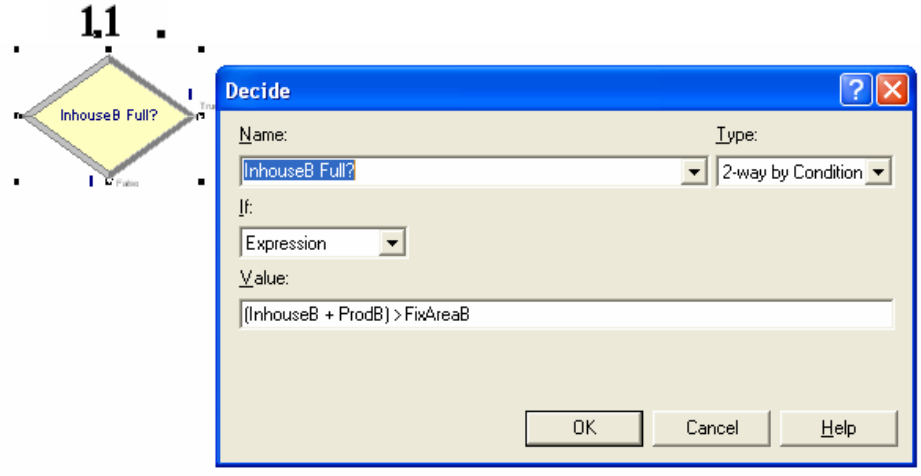


Figure 37. Decide module (No.11) for 1st warehouse simulation model

ตัวแบบจำลองส่วนที่สอง เริ่มต้นจากหน่วยย่อย Create (หมายเลข 12) ชื่อหน่วยย่อย “TBA Order” เป็นหน่วยย่อยที่ทำหน้าที่สร้างคำสั่งซื้อของลูกค้า

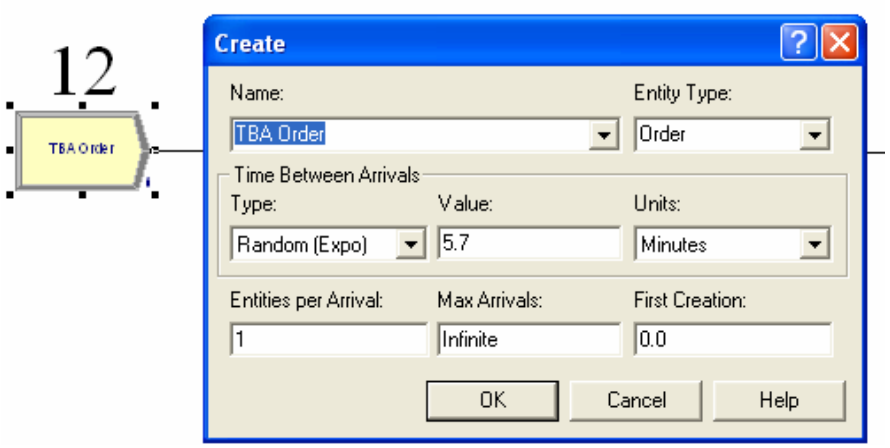


Figure 38. Create module (No.12) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 13) ชื่อหน่วยย่อย “OfficeTime” เป็นหน่วยโครงสร้างสำหรับการตัดสินใจถึงเวลาของระบบ โดยกำหนดให้ระยะเวลาในการเข้ามาของคำสั่งซื้อของลูกค้าเป็น ชั่วโมงที่ 0-10 เมื่อถึงชั่วโมงที่ 10 โปรแกรมจะหยุดการสร้างคำสั่งซื้อ และคำสั่งซื้อสินค้าจะอยู่ในระบบจนกว่าเคลื่อนย้ายสินค้าจนครบรายการ

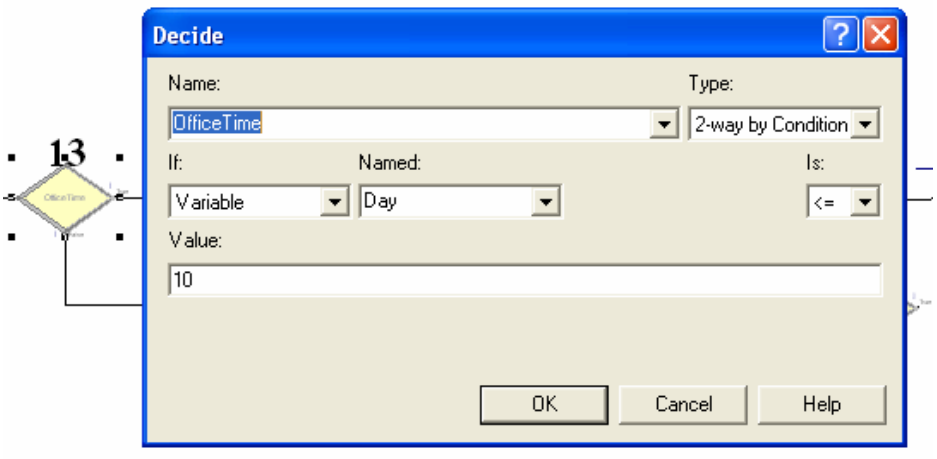


Figure 39. Decide module (No.13) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 14) ชื่อหน่วยย่อย “Assign Order” เป็นหน่วยย่อยสำหรับกำหนดค่าคำสั่งซื้อของลูกค้า

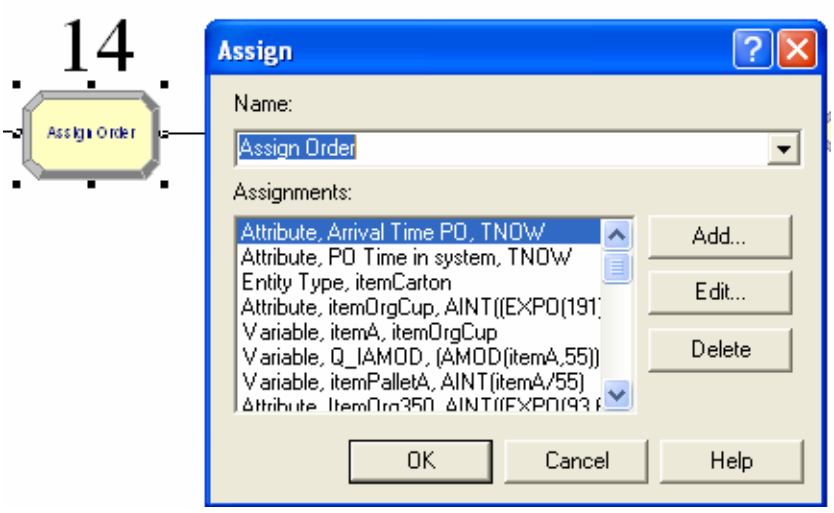


Figure 40. Assign module (No.14) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 15) ชื่อหน่วยย่อย “InhouseA Enough” ทำหน้าที่ตัดสินใจว่าสินค้าภายในคลังสินค้าเพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อหรือไม่ โดยใช้สูตร inhouseA >= itemA หากสินค้าภายในคลังมีเพียงพอจะแยกไปยังหน่วยย่อยหมายเลข 16 หากไม่เพียงพอจะแยกไปยังหน่วยย่อยหมายเลข 21

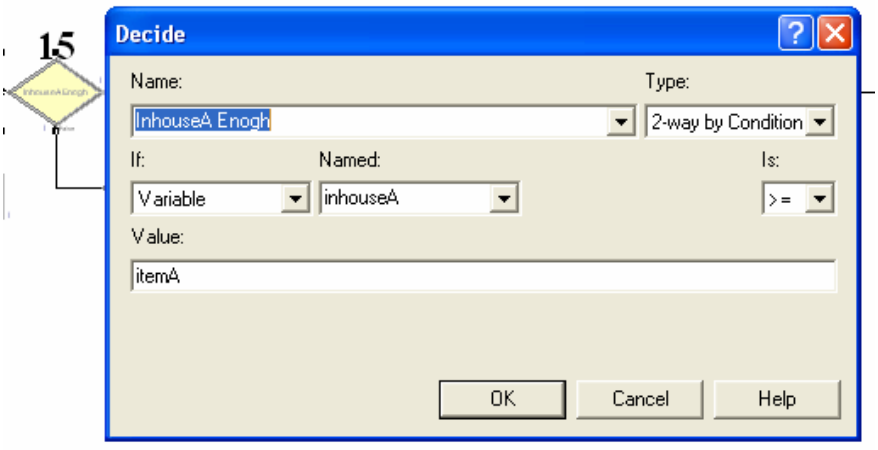


Figure 41. Decide module (No.15) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 16) ชื่อหน่วยย่อย “CutStockA” เป็นหน่วยย่อยสำหรับกำหนดค่าของสินค้าที่เหลือในคลังสินค้าเมื่อมีการดึงสินค้าของลูกค้า

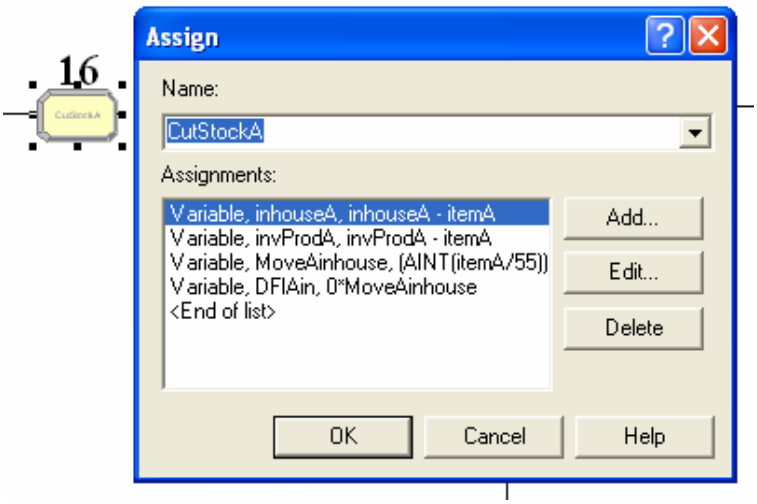


Figure 42. Assign module (No.16) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 17) ชื่อหน่วยย่อย “DFI in and out” ทำหน้าที่ในการกำหนดเวลาสำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้า จากจุดจัดเก็บภายใน และภายนอกอาคารคลังสินค้าไปยังจุดพักสินค้า

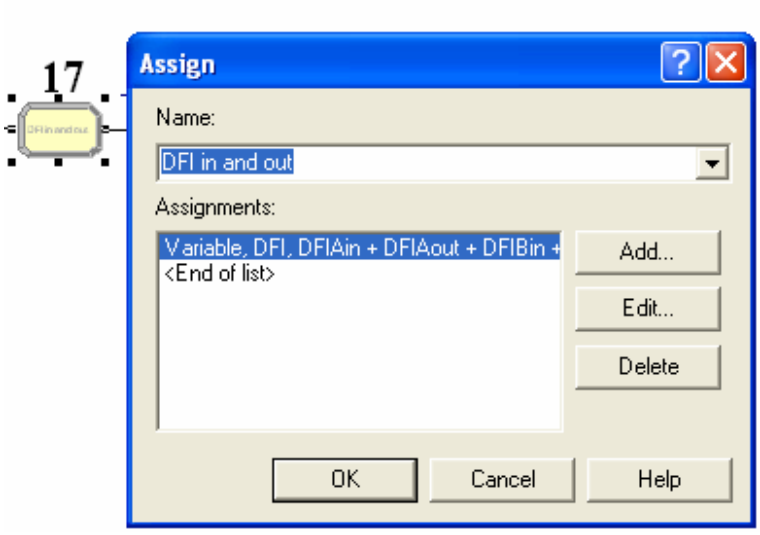


Figure 43. Assign module (No.17) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Process (หมายเลข 18) ชื่อหน่วยย่อย “Move Prod to Docking” เป็นการกำหนดทรัพยากรในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้า

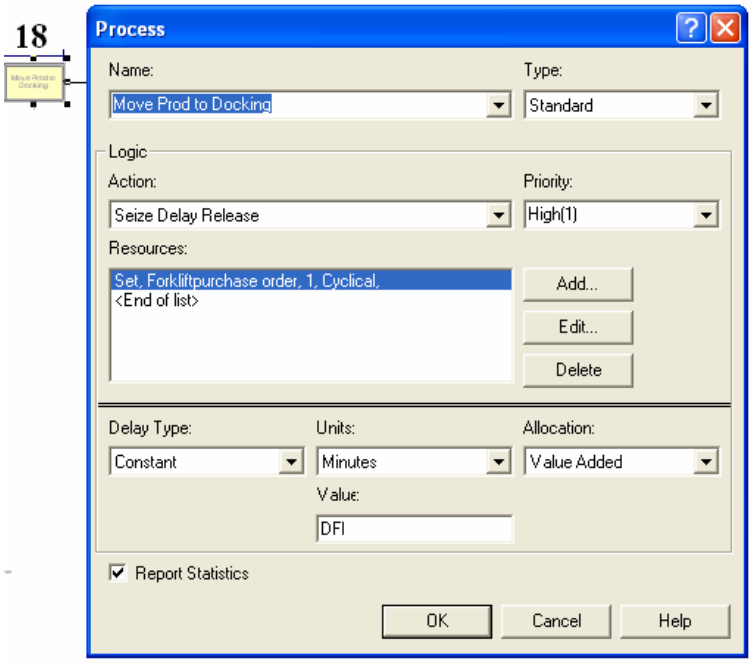


Figure 44. Process module (No.18) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Record (หมายเลข 19) ชื่อหน่วยย่อย “PO Time in system TAT” เป็นการบันทึกค่าของเวลาที่ใช้ทั้งหมด ตั้งแต่คำสั่งซื้อเข้ามาในระบบกระทั่งสินค้าในคำสั่งซื้อถูกเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้าสำหรับการสั่งซื้อสินค้าครั้งหนึ่ง

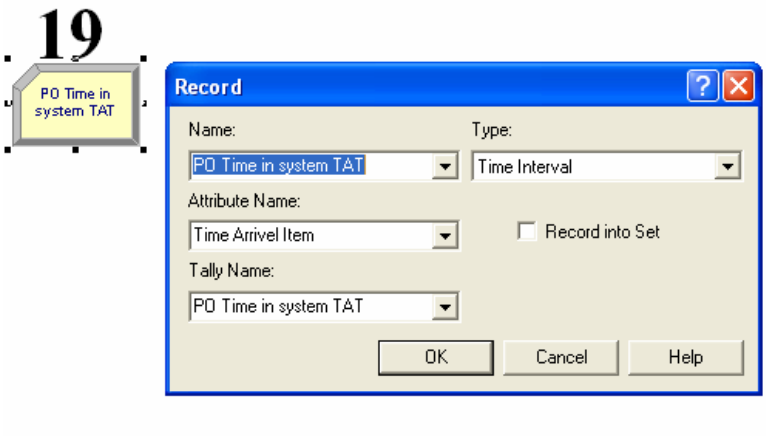


Figure 45. Record module (No.19) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 21) ชื่อหน่วยย่อย “InhouseA and OuthouseA Enough” ทำหน้าที่ตัดสินใจว่าเมื่อรวมจำนวนสินค้าภายใน และภายนอกคลังสินค้าแล้ว เพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อหรือไม่ โดยใส่สูตร itemA <= (inhouseA + outhouseA) หากปริมาณสินค้าทั้งภายใน และภายนอกคลังสินค้ารวมกันแล้วเพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อ จะแยกไปหน่วยย่อยหมายเลข 22 หากปริมาณสินค้าทั้งภายใน และภายนอกคลังสินค้ารวมกันแล้วไม่เพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อจะแยกไปหน่วยย่อยหมายเลข 23

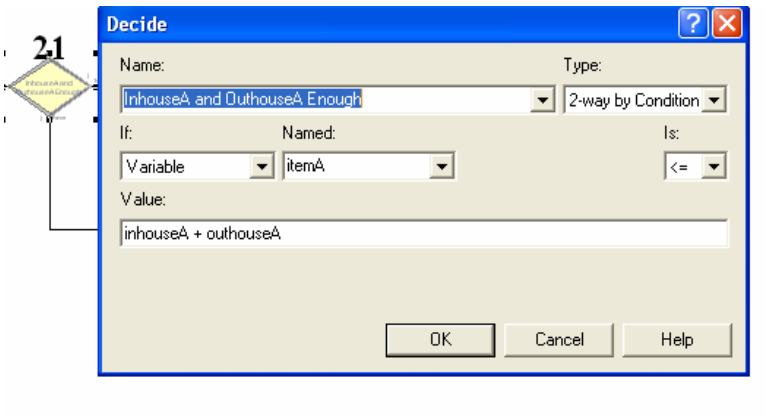


Figure 46. Decide module (No.21) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 22) ชื่อหน่วยย่อย “CutStockAA” เป็นหน่วยย่อยในการกำหนดจำนวนของสินค้าที่เหลือจากการดึงสินค้าของลูกค้า ในกรณีที่ปริมาณสินค้าทั้งภายในและภายนอกคลังสินค้ารวมกันแล้ว เพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อ

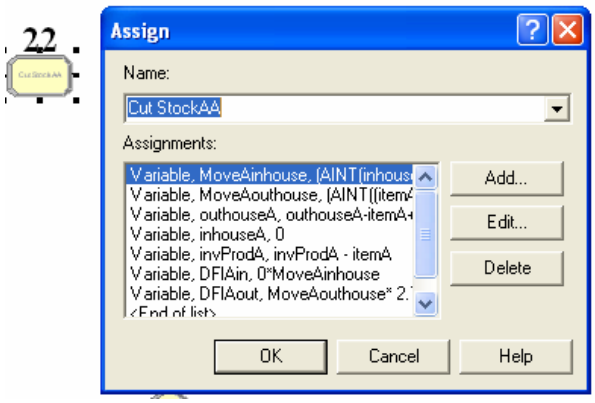


Figure 47. Assign module (No.22) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Assign (หมายเลข 23) ชื่อหน่วยย่อย “Shortage ProdA” เป็นหน่วยย่อยในการกำหนดค่าของสินค้าที่เหลือจากการดึงสินค้าของลูกค้า และจำนวนสินค้าขาดมือ ในกรณีที่ปริมาณสินค้าทั้งภายในและภายนอกคลังสินค้ารวมกันแล้วไม่เพียงพอกับปริมาณสินค้าในคำสั่งซื้อ

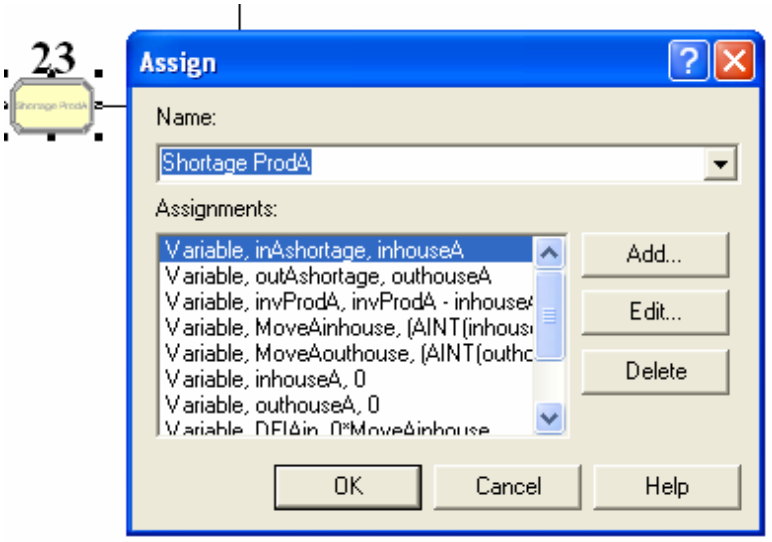


Figure 48. Assign module (No.23) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Record (หมายเลข 24) ชื่อหน่วยย่อย “ShortageProditemA” เป็นการบันทึกค่าของจำนวนสินค้าขาดมือ (Shortage)

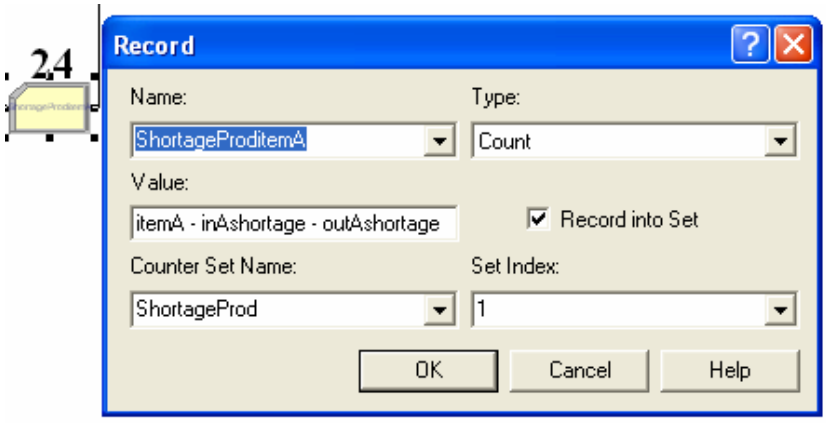


Figure 49. Record module (No.24) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 25) ชื่อหน่วยย่อย “Have itemB?” ทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่ามีการสั่งผลิตภัณฑ์ B ในใบคำสั่งซื้อหรือไม่ หากมีการสั่งผลิตภัณฑ์ B จะไม่ยังหน่วยย่อยที่ 17 หากไม่มีการสั่งผลิตภัณฑ์ B จะไม่ยังหน่วยย่อยที่ 26

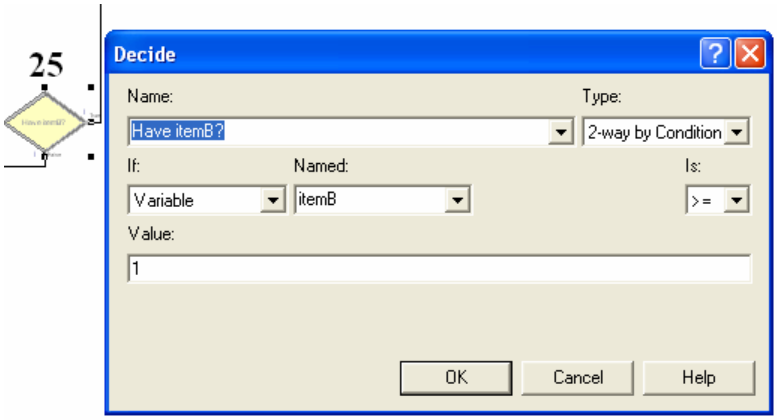


Figure 50. Decide module (No.25) for 2nd warehouse simulation model

หน่วยย่อย Decide (หมายเลข 26) ชื่อหน่วยย่อย “InhouseB Enough” ทำหน้าที่ในการตัดสินใจว่าสินค้าชนิด B ที่จัดเก็บอยู่ภายในคลังสินค้ามีปริมาณเพียงพอหรือไม่

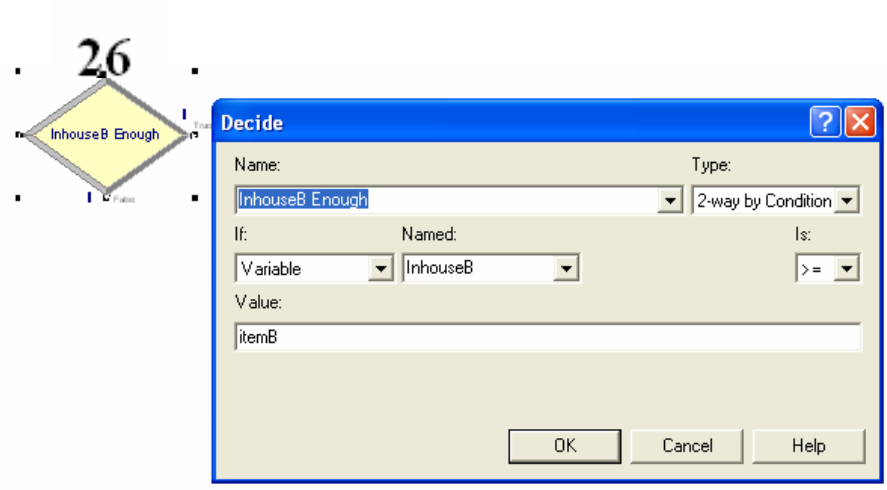


Figure 51. Decide module (No.26) for 2nd warehouse simulation model

3.3 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การใช้แบบจำลองปัญหาเป็นเครื่องมือในการศึกษาระบบการทำงานจริง ตัวแบบจำลองปัญหาที่สร้างขึ้น ต้องสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับระบบงานที่ศึกษาจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เพื่อให้แน่ใจว่าแบบจำลองที่สร้างนั้นสามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับระบบงานจริง สามารถตรวจสอบโดยใช้การทดสอบความสมเหตุสมผลของตัวแบบ

การทดสอบความสมเหตุสมผลของตัวแบบ เป็นการเปรียบเทียบพฤติกรรมของตัวแบบที่จำลองกับระบบจริง โดยใช้วิธีการทดสอบทางสถิติแบบที (t-test) เป็นเครื่องมือในการตัดสินใจ การทดสอบความสมเหตุสมผลของการจำลองสถานการณ์ สำหรับระยะเวลาในการรอคอยจนได้รับสินค้าของลูกค้าต่อหนึ่งใบคำสั่งซื้อ โดยใช้อัตราการเข้ามาของสินค้าเพื่อจัดเก็บ และอัตราการเข้ามาของจำนวนสินค้าที่ลูกค้าสั่ง รวมถึงอัตราเร็วในการเคลื่อนย้ายสินค้า ผลการเก็บข้อมูลจริงของระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบอยู่ในระบบหรือเวลาที่ลูกค้าอยู่ในระบบเป็นดัง Table 25

Table 25. Total time of moving product form storage to docking

No. of purchasing order	Real time (hr)	No. of purchasing order	Real time (hr)
1	1.09	16	1.01
2	1.50	17	0.78
3	1.43	18	1.68
4	1.15	19	1.54
5	1.47	20	1.21
6	1.18	21	0.91
7	1.31	22	1.09
8	1.12	23	1.32
9	1.21	24	1.17
10	0.89	25	1.59
11	1.60	26	1.08
12	1.26	27	1.10
13	1.07	28	1.10
14	1.36	29	1.09
15	0.91	30	1.10
Average time (hr)			1.21

จากการทดลองความสมเหตุสมผลของแบบจำลองสถานการณ์ โดยการนำข้อมูลจริงจาก Table 24 ในแบบจำลอง แล้วทดลองให้แบบจำลองทำงานเป็นเวลา 30 วัน ทดลองที่ 60 รอบการจำลอง ได้ผลดังนี้

- ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบอยู่ในระบบ เท่ากับ 1.25
- Half width = 0.04

$\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบอยู่ในระบบของตัวอย่าง (เก็บจากแบบจำลอง)

μ = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบอยู่ในระบบของประชากร (จากข้อมูลจริง)

S = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่าง

n = จำนวนรอบของการจำลอง

$t_{n-1,\alpha/2}$ = ค่า t ของการแจกแจงแบบ t ที่มี d.f. = n-1, นัยสำคัญ α

สามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์ทางสถิติได้ ดังนี้

1.) ตั้งสมมติฐานที่ต้องการทดสอบ t-test

H_0: $\mu = 1.21$

H_1: $\mu \neq 1.21$

2.) เลือกระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบ (α) และขนาดของตัวอย่าง (n)

α = 0.05

n = 60

3.) กำหนดเกณฑ์การตัดสินใจ โดยใช้การทดสอบแบบ t และมีจุดวิกฤตอยู่ที่ปลายทั้งสองของการแจกแจงแบบ t นั่นคือ $-t_{n-1,\alpha/2} < T_0 < t_{n-1,\alpha/2}$

ในที่นี้จึงหมายถึง $-t_{n-1,0.05/2} < T_0 < t_{n-1,0.05/2}$

ดังนั้น เกณฑ์ตัดสินใจจึงเป็น $-2.00 < T_0 < 2.00$

4.) คำนวณหาค่า T_0

$$T_0 = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$S = \frac{H.W. \times \sqrt{n}}{t_{\alpha/2,n-1}}$$

โดย $$S = \frac{0.04 \times \sqrt{60}}{t_{0.05/2,60-1}} = 0.15$$

$$T_0 = \frac{1.25 - 1.21}{0.15/\sqrt{60}} = 2.00$$

5.) สรุปผลจากการคำนวณ

เนื่องจาก $-t_{n-1,\ 0.05/2} < T_0 < t_{n-1,\ 0.05/2}$ ดังนั้นจึงยอมรับ H_0

ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยของการนำสินค้าจากจุดจัดเก็บไปยังจุดพักสินค้าที่ได้จากแบบจำลองมีความสมเหตุสมผลกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.4 การกำหนดจำนวนรอบทำซ้ำ

การทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น จำเป็นต้องมีการคำนวณหาจำนวนซ้ำของการรันตัวแบบจำลอง เพื่อลดความแปรปรวนของการจำลอง ซึ่งการหาจำนวนรอบของการทำซ้ำในงานวิจัยฉบับนี้ใช้วิธีการทดลองแบบจำลองตามจำนวนซ้ำที่ต้องการ แล้วจึงนำผลการคำนวณมาหาจำนวนซ้ำตามสูตร เพื่อพิจารณาว่าจำนวนรอบทำซ้ำของการจำลองดังกล่าวเพียงพอหรือไม่ โดยมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$\varepsilon =$ ระดับความแม่นยำ

$\bar{x} =$ ค่าเฉลี่ยของการที่ได้จากการจำลอง m รอบ

$\mu =$ ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลจริง

H.W. = Half width

m = จำนวนรอบสำหรับการจำลองสถานการณ์

$\delta =$ คำนวณช่วงความเชื่อมั่น

n = จำนวนรอบของการจำลองสถานการณ์ใหม่

1.) เลือกระดับนัยสำคัญที่ต้องการทดสอบ (α) และจำนวนรอบของการจำลองเริ่มต้น (m) โดยทั่วไปจำนวนรอบการจำลองเริ่มต้นจะเป็นเท่าใดก็ได้ แต่ต้องมากกว่าสองรอบ ในที่นี้พิจารณา

α = 0.05

m = 5

2.) พิจารณาระดับความแม่นยำ

จาก ระดับความแม่นยำครั้งที่หนึ่ง $\varepsilon = \left| \frac{\bar{x}_m - \mu}{\mu} \right|$

ระดับความแม่นยำครั้งที่สอง $\varepsilon' = \left| \frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} \right|$

- ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดเก็บสินค้าไปยังจุดพักสินค้า $\bar{x}_m = 1.30$

- $\mu = 1.21$

$$\varepsilon = \left| \frac{1.30 - 1.21}{1.21} \right| = 0.07$$

$$\varepsilon = \left| \frac{0.07}{1 + 0.07} \right| = 0.07$$

3.) พิจารณาช่วงความเชื่อมั่นที่จำนวนรอบใหม่ (n) เป็น 60 รอบการทำซ้ำ

จากสูตร $$\delta = t_{n-1,\, \alpha/2} \sqrt{\frac{S_n^2}{n}}$$

และ $$S = \frac{H.W._n \times \sqrt{n}}{t_{\alpha/2,\, n-1}}$$

$$\bar{x}_n = 1.25$$

$$\alpha = 0.05$$

$$n = 60$$

$$H.W._n = 0.04$$

$$S = \frac{0.04 \times \sqrt{60}}{t_{0.05/2,\, 60-1}} = 0.15$$

$$\delta = t_{60-1,\, 0.05/2} \sqrt{\frac{0.15^2}{60}} = 0.04$$

4.) สรุปผลจากการคำนวณ

เนื่องจาก $\frac{\delta}{\bar{x}} < \varepsilon'$

ดังนั้นจึงยอมรับ $\bar{x}$ นั่นหมายถึง ควรจำลองสถานการณ์ที่ 60 รอบ

3.5 การทดลองใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์

เมื่อสร้างตัวแบบจำลองของระบบการจัดเก็บ และเคลื่อนย้ายสินค้าสำเร็จรูปของทางบริษัทกรณีศึกษา พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการเคลื่อนย้ายสินค้าของแบบจำลองให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการออกแบบคลังสินค้าแต่ละรูปแบบ ซึ่งการปรับเปลี่ยนแบบจำลองใหม่นั้น จะปรับเปลี่ยนเงื่อนไขการจัดเก็บและเคลื่อนย้ายสินค้าจากแบบจำลองเดิม ให้เป็นไปตามเงื่อนไขการปรับปรุงคลังสินค้าที่แสดงไว้ในหัวข้อ 3.1.5 กำหนดสถานที่ 3.1.7.8 ระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้า และ 3.1.8.1 ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าภายในคลังสินค้าสำหรับคลังสินค้าแบบต่างๆ และจัดทำเป็นนโยบายในการจำลองสถานการณ์เป็น 3 นโยบายย่อย สำหรับคลังสินค้าที่ออกแบบ อธิบายได้ดังนี้

3.5.1 นโยบาย x01 มีข้อกำหนดของนโยบาย ดังนี้

3.5.1.1 ปริมาณสินค้าที่จัดเก็บ เท่ากับปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย

3.5.1.2 พนักงานในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บ ไปยังจุดพักสินค้ามี 4 คน และเวลาในการทำงาน แสดงดัง Table 14

3.5.2 นโยบาย x02 มีข้อกำหนดของนโยบาย ดังนี้

3.5.2.1 ปริมาณสินค้าที่จัดเก็บ เท่ากับปริมาณการมาของสินค้าจากโรงผลิต

3.5.2.2 พนักงานในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บ ไปยังจุดพักสินค้ามี 4 คน และเวลาในการทำงาน แสดงดัง Table 14

3.5.3 นโยบาย x03 มีข้อกำหนด ดังนี้

3.5.3.1 ปริมาณสินค้าที่จัดเก็บ เท่ากับปริมาณการมาของสินค้าจากโรงผลิต

3.5.3.2 พนักงานในการเคลื่อนย้ายสินค้าจากจุดจัดเก็บ ไปยังจุดพักสินค้ามี 3 คน และเวลาในการทำงาน แสดงดัง Table 15

ดังนั้น นโยบายทางเลือกสำหรับการจำลองสถานการณ์คลังสินค้าที่ออกแบบจึงเป็น P01, R01, R02, R03, S01, S02, S03 โดยไม่ได้จัดทำนโยบายย่อย P02 และ P03 เนื่องจาก ข้อจำกัดของชั้นวางสินค้าแบบไดร์ฟอิน ซึ่งต้องมีสินค้าชนิดเดียวกันอยู่ในชั้นวางสินค้าแถวเดียวกัน เมื่อกำหนดปริมาณสินค้าให้เป็นไปตามปริมาณการมาของสินค้าจากโรงผลิตผนวกกับจำนวนแถวของชั้นวางสินค้าภายในคลัง ส่งผลให้ไม่มีพื้นที่เหลือสำหรับการจัดวางสินค้าประเภท B และ C ผลการจำลองสถานการณ์ที่ 30 วัน 60 รอบการจำลอง ได้ผลการทดลองแสดงใน Table 26

Table 26. Result of simulation program (30 days 60 replications)

Scenario / Result of simulation	Current	P01	R01	R02	R03	S01	S02	S03
Total time of order in system (hr.) (1)	1.25±0.04	0.82±0.03	0.18±0.00	0.18±0.00	0.21±0.01	0.89±0.03	0.89±0.03	0.98±0.04
Waiting time of order before the forklift working (hr.) (2)	0.92±0.10	0.53±0.03	0.03±0.00	0.03±0.00	0.06±0.01	0.59±0.03	0.59±0.03	0.68±0.04
Order picking time (hr.) (3)	0.33±0.10	0.29±0.03	0.15±0.00	0.15±0.00	0.15±0.01	0.30±0.03	0.30±0.03	0.3±0.04
No. of order picking in queue (sheet) (4)	2.31±0.89	1.32±0.08	0.08±0.01	0.08±0.01	0.16±0.02	1.47±0.08	1.47±0.08	1.71±0.11
Storage time (hr.) (5)	0.92±0.02	0.22±0.00	0.20±0.00	0.18±0.00	0.18±0.00	0.20±0.00	0.17±0.00	0.17±0.00
Utilization of forklift storage working (%) (6)	54.82±0.00	52.74±0.00	48.29±0.00	44.56±0.00	44.56±0.00	47.44±0.00	42.55±0.00	42.55±0.00
Utilization of forklift order working (%) (7)	52.71±0.00	46.92±0.00	23.50±0.00	23.50±0.00	31.01±0.00	47.62±0.01	46.62±0.01	62.78±0.01
Average pallet keeping outdoor (8)	1,656±3.00	883±3.00	660±3.00	1±0.00	1±0.00	870±3.00	1±0.00	1±0.00

Table 26. Result of simulation program (30 days 60 replications) (Cont.)

Scenario / Result of simulation	Current	P01	R01	R02	R03	S01	S02	S03
Average pallet keeping indoor and outdoor (9)	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00	2,700±7.00
% pallet keeping indoor (10) = [(9)-(8)*100] / (9)	38.67±5.00	67.30±5.00	67.60±5.00	99.96±3.00	99.96±3.00	67.78±5.00	99.96±3.00	99.96±3.00

Note: Result of simulation program shows $\bar{x} \pm$ H.W.

ผลจากการจำลองสถานการณ์ พบว่า หากจัดวางสินค้าภายในอาคารคลังสินค้าโดยอ้างอิงจากการคำนวณระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย (P01, R01, S01) ยังคงมีสินค้าบางส่วนถูกจัดวางนอกอาคารคลังสินค้า และกำหนดให้อัตราการเข้าออกของสินค้าคงเดิม ซึ่งอัตราการเข้ามาของสินค้ามีปริมาณมากกว่าอัตราการออกของสินค้ามากสำหรับสินค้าบางชนิด ดังนั้นจึงมีโอกาสที่สินค้าถูกจัดวางนอกอาคาร อย่างไรก็ตามสินค้าที่ถูกจัดวางนอกอาคารคลังสินค้า (Average pallet keeping outdoor) มีจำนวน 660 – 883 พาเลท ขณะที่คลังสินค้าแบบปัจจุบันมีการจัดวางสินค้าภายนอกอาคาร 1,656 พาเลท หรือมีปริมาณการจัดวางสินค้าภายในคลัง (% pallet keeping indoor) เพิ่มขึ้นร้อยละ 28.63 – 36.89 ของปริมาณสินค้าที่ต้องการจัดเก็บต่อวัน (P01, R01, S01) แต่หากเพิ่มปริมาณพื้นที่การจัดเก็บให้เทียบเท่าอัตราการผลิต (R02, R03, S02, S03) พบว่า คลังสินค้ารูปแบบ R สามารถเพิ่มพื้นที่ในการจัดเก็บภายในคลังได้ และมีพื้นที่สำหรับการจัดเก็บสินค้าประเภท B และ C 715 พาเลท และคลังสินค้ารูปแบบ S สามารถเพิ่มพื้นที่ในการจัดวางสินค้าประเภท A และมีปริมาณสินค้าสำหรับการจัดเก็บสินค้า B และ C ได้ 1,210 พาเลท ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจริง พบว่า ในหนึ่งวันจะมีสินค้าคงคลังประมาณ 3,000 พาเลท และจากการจำลองสถานการณ์มีปริมาณสินค้าคงคลังรวมทั้งหมด 2,700 พาเลท ดังนั้น คลังสินค้ารูปแบบ R และ S เพียงพอกับอัตราการผลิตของบริษัทกรณีศึกษา

เมื่อพิจารณาด้านระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าด้วยรถยก จากพื้นที่การจัดเก็บสินค้าหรือเคลื่อนย้ายสินค้า ไปยังจุดพักสินค้าของใบคำสั่งซื้อหนึ่งๆ พบว่า คลังสินค้ารูปแบบ R มีระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า จากชั้นวางสินค้าไปยังจุดพักสินค้าน้อยสุด เมื่อเทียบกับคลังสินค้ารูปแบบอื่น เนื่องจาก ลักษณะของการออกแบบการจัดวางสินค้า และเส้นทางในการลำเลียง ดังนั้นจึงส่งผลให้ลดระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในระบบได้ และเนื่องจากระยะเวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้า เพื่อการจัดเก็บของคลังสินค้ารูปแบบ R มีค่าน้อยสุดในทุกๆ กรณี จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานอุปกรณ์ลำเลียงต่ำ นั่นคือประสิทธิภาพการใช้งานอุปกรณ์ลำเลียงของคลังสินค้า R ในทุกกรณีต่ำกว่าคลังสินค้ารูปแบบอื่นๆ เมื่อเทียบที่ลักษณะการทำงานอย่างเดียวกัน (R01 < S01, R02 < S02, R03 < S03)

4. การวิเคราะห์การลงทุน

การปรับปรุงระบบการทำงานใหม่อาจเกิดค่าใช้จ่ายในการลงทุน ทั้งนี้ต้องพิจารณาร่วมกับค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและผลตอบแทนจากการลงทุน รวมถึงการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของระบบด้วย

4.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ค่าใช้จ่ายในการลงทุนชั้นวางสินค้าและอุปกรณ์ลำเลียง (Table 27) และค่าใช้จ่ายในการลงทุนในคลังสินค้ารูปแบบต่างๆ (Table 28)

Table 27. Investment of racking system and material handling

Material	Cost (baht/unit)
Selective rack	1,000
Drive-in rack	2,000
Roller rack	12,000
Counter balance	700,000
Reach truck	1,200,000
Crane	17,500,000

ที่มา: ผู้เสนอราคาให้กับบริษัทกรณีศึกษา

Table 28. Investment of warehouse style

Warehouse	Investment cost (million baht)
P	15.47
R	112.76
S	115.61

4.2 มูลค่าซาก

ทรัพย์สินต่างๆ ที่นำมาใช้ในกิจการคลังสินค้าจะมีมูลค่าตกค้างของทรัพย์สินนั้นๆ เมื่อสิ้นโครงการ นั่นคือ มูลค่าซาก ซึ่งจะถูกนำมารวมเป็นส่วนหนึ่งของรายได้ในปีสุดท้ายของการลงทุน กำหนดให้ชั้นวางสินค้าและอุปกรณ์ลำเลียงต่างๆ มีมูลค่าซาก จัดเป็นร้อยละ 10 ของเงินลงทุนเมื่อดำเนินกิจการคลังสินค้าครบ 10 ปี แสดงรายการมูลค่าซากของชั้นวางสินค้าและอุปกรณ์ลำเลียง (Table 29) และมูลค่าซากของการดำเนินกิจการคลังโครงการต่างๆ (Table 30)

Table 29. Scrap values of racking system and material handling in year 10th

Material	**Scrap value at year 10th (baht/unit)**
Selective rack	100
Drive-in rack	200
Roller rack	1,200
Counter balance	70,000
Reach truck	120,000
Crane	1,750,000

ที่มา: ผู้เสนอราคาให้กับบริษัทกรณีศึกษา

Table 30. Scrap values of warehouse style in year 10th

Warehouse	**Scrap value at year 10th (million baht)**
P	1.55
R	11.28
S	11.56

4.5 รายได้

บริษัทกรณีศึกษา กำหนดให้รายได้ของคลังสินค้า เท่ากับ 30 ล้านบาทต่อปี และเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของทุกปี ดังนั้นสามารถสรุปรายได้สำหรับคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบันใน Table 31 และเนื่องจากการลงทุนสร้างคลังสินค้าใหม่สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้

Table 31. Income of current warehouse

Year	Current income (10^6 baht)
0	30.00
1	33.00
2	36.30
3	39.93
4	43.92
5	48.32
6	53.15
7	58.46
8	64.31
9	70.74
10	77.81

4.5 วิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุนในกิจการคลังสินค้า

ในการลงทุนเพื่อดำเนินกิจการใดๆ ต้องวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน เพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้บริหาร เนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถคำนวณหาค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ และคาดว่าการสร้างคลังสินค้าใหม่สามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้ ซึ่งการประหยัดค่าใช้จ่ายเป็นการเพิ่มรายได้อีกทางหนึ่ง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงกำหนดให้รายได้จากคลังสินค้ารูปแบบต่างๆ เพิ่มขึ้นจากรายได้ของคลังสินค้ารูปแบบเดิมร้อยละ 5, 10 และ15 โดยรายได้ของคลังสินค้ารูปแบบ P แสดงดัง Table 32

Table 32 P warehouse income

Year	p income adding 5%	p income adding 10%	p income adding 15%
0.0	30.00	30	30
1.0	34.65	36.30	37.95
2.0	38.12	39.93	41.75
3.0	41.93	43.92	45.92
4.0	46.12	48.32	50.51
5.0	50.73	53.15	55.56
6.0	55.80	58.46	61.12
7.0	61.38	64.31	67.23
8.0	67.52	70.74	73.95
9.0	74.28	77.81	81.35
10.0	81.70	85.59	89.48

Table 33. Analysis of cost and benefit

Year	Current Income (1)	p income (2)	Difference p and current income (3) = (2) – (1)	PV of difference p and current income**	Cumulative PV of difference p and current income
0	Ic_0	Ip_0*	$\|Ip_0 - Ic_0\|$	PVp_1	PVp_1
1	Ic_1	Ip_1	$\|Ip_1 – Ic_1\|$	PVp_2	$PVp_1 + PVp_2$
2	Ic_2	Ip_2	$\|Ip_2 – Ic_2\|$	PVp_3	$PVp_1 + PVp_2 + PVp_3$
…	…	…	…	…	…
n	Ic_n	Ip_n	$\|Ip_n – Ic_n\|$	PVp_n	$PVp_1 + PVp_2 +… + PVp_n$

* Increase x% from current income ** IRR = y%

โดยสามารถคำนวณระยะเวลาในการคืนทุน (PB) ได้จากสูตร (1) ซึ่งคำนึงถึงมูลค่าของเงินตามเวลาด้วย นั่นคือ มูลค่าของเงินในปัจจุบัน (PV) ตามข้อ (2) นอกจากนั้นยังสามารถคำนวณอัตราผลตอบแทนสุทธิ (I) ตามข้อ (3) ดัชนีการทำกำไร (PI) ตามข้อ (4) และมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) ตามข้อ (5)

$$PB = \left(\frac{PV_{n} - PV_{n-1}}{investment - PV_{n-1}} \right) + n; \quad \text{เมื่อ } PV_{n-1} < investment < PV_{n} \quad ....(1)$$

$$PV = \left[\left| Ip_{1} - Ic_{1} \right| \left(\frac{1}{1 + IRR} \right)^{1} \right] + \left[\left| Ip_{2} - Ic_{2} \right| \left(\frac{1}{1 + IRR} \right)^{2} \right] ..... + \left[\left| Ip_{n} - Ic_{n} \right| \left(\frac{1}{1 + IRR} \right)^{1} \right] ....(2)$$

$$I = \frac{\left(PV_{1} - investment \right) \times \left(IRR_{1} - IRR_{2} \right)}{\left(PV_{1} - PV_{2} \right)} ....(3)$$

$$PI = \frac{PV}{investment} ....(4)$$

$$NPV = investment - PV ....(5)$$

PV = มูลค่าของเงินในปัจจุบัน

Ip_n = เงินสดรับสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ P ปีที่ n (ปีใดๆ)

Ic_n = เงินสดรับสำหรับคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบัน ปีที่ n (ปีใดๆ)

IRR = อัตราดอกเบี้ยที่ต้องการ

PB = ระยะเวลาในการคืนทุน

I = อัตราผลตอบแทนคิดลด

PI = ดัชนีการทำกำไร

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

Investment = ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

Table 34. Cumulative PV of difference p and current income; when income increases 5%

Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%	Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%
0.0	0.00	0.00	0.00	**8.0**	13.04	12.00	9.88
1.0	1.53	1.50	1.43	**9.0**	14.81	13.50	10.88
2.0	3.08	3.00	2.81	**10.0**	16.62	15.00	11.84
3.0	4.67	4.50	4.12	**11.0**	18.45	16.50	12.76
4.0	6.28	6.00	5.38	**12.0**	20.32	18.00	13.64
5.0	7.93	7.50	6.58	**13.0**	22.22	19.50	14.48
6.0	9.60	9.00	7.73	**14.0**	24.16	21.00	15.29
7.0	11.31	10.50	8.82	**15.0**	26.14	22.50	16.06

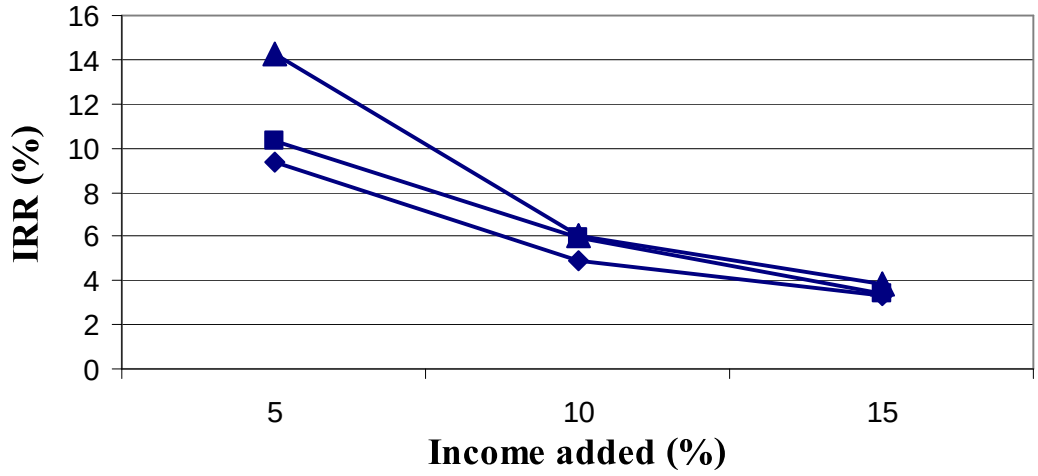
Table 35. Cumulative PV of difference p and current income; when income increases 10%

Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%	Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%
0.0	0.00	0.00	0.00	**8.0**	26.09	24.00	19.75
1.0	3.06	3.00	2.87	**9.0**	29.63	27.00	21.76
2.0	6.17	6.00	5.61	**10.0**	33.23	30.00	23.69
3.0	9.34	9.00	8.24	**11.0**	36.90	33.00	25.52
4.0	12.57	12.00	10.75	**12.0**	40.64	36.00	27.28
5.0	15.85	15.00	13.15	**13.0**	44.45	39.00	28.97
6.0	19.20	18.00	15.45	**14.0**	48.33	42.00	30.58
7.0	22.61	21.00	17.65	**15.0**	52.28	45.00	32.12

Table 36. Cumulative PV of difference p and current income; when income increases 15%

Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%	Year	IRR 8%	IRR 10%	IRR 15%
0.0	0.00	0.00	0.00	**8.0**	39.13	36.00	29.63
1.0	4.58	4.50	4.30	**9.0**	44.44	40.50	32.64
2.0	9.25	9.00	8.42	**10.0**	49.85	45.00	35.53
3.0	14.01	13.50	12.36	**11.0**	55.35	49.50	38.29
4.0	18.85	18.00	16.13	**12.0**	60.96	54.00	40.93
5.0	23.78	22.50	19.73	**13.0**	66.67	58.50	43.45
6.0	28.81	27.00	23.18	**14.0**	72.49	63.00	45.87
7.0	33.92	31.50	26.47	**15.0**	78.42	67.50	48.18

Figure 52 Payback period of P warehouse



จากกราฟ พบว่าเมื่ออัตราดอกเบี้ยเพิ่มขึ้นในขณะที่รายได้เท่าเดิมระยะเวลาในการคืนทุนช้าลง และเมื่อรายได้เพิ่มขึ้นระยะเวลาในการคืนทุนเร็วขึ้น

บทที่ 4

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผล การทดลอง

นโยบายการจัดเก็บสินค้าแบบไม่แน่นอน และวิธีการจัดวางสินค้าบนพื้นเป็นสาเหตุหลักของการขาดประสิทธิภาพการใช้พื้นที่คลังสินค้า และความมีประสิทธิภาพในการดำเนินงานต่ำ ดังนั้นจึงปรับปรุงพื้นที่การจัดเก็บสินค้า โดยวิเคราะห์ปริมาณการจัดเก็บสินค้าตามความต้องการพื้นฐานร่วมกับการใช้แผนภูมิพาเรโต และใช้ชั้นวางสินค้าแบบซีเล็คทีฟ ไดร์ฟอิน และโรเลอร์ รวมถึงเทคนิคของการออกแบบและวางผังโรงงาน และระบบการขนถ่ายลำเลียงประยุกต์ใช้ในการออกแบบพื้นที่การจัดวางสินค้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พื้นที่คลังสินค้า

โดยมีรูปแบบการจัดการคลังสินค้าที่นำเสนอเพื่อเป็นทางเลือกให้ 3 รูปแบบ ได้แก่ คลังสินค้ารูปแบบ P, R และ S จากนั้นเปรียบเทียบผลการปรับปรุง 3 หมวด ได้แก่ (1) ดัชนีชี้วัดความสามารถในการจัดเก็บ (2) การจำลองสถานการณ์ (3) การวิเคราะห์โครงการการลงทุน ผลจากการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดความสามารถในการจัดเก็บ พบว่า การใช้ชั้นวางสินค้าส่งผลให้ประสิทธิภาพการใช้งานคลังสินค้าเชิงปริมาตรสูงขึ้นร้อยละ 31 – 38 โดยคลังสินค้ารูปแบบ S ให้ผลการวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดความสามารถในการจัดเก็บสูงสุด อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ผลจากการจำลองสถานการณ์ พบว่าคลังสินค้ารูปแบบ S ใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้านานที่สุด และคลังสินค้ารูปแบบ R ให้ผลในการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้าต่ำที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าคลังสินค้ารูปแบบ R มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูง ดังนั้นเมื่อพิจารณาร่วมกันแล้วสามารถสรุปได้ว่าคลังสินค้ารูปแบบ R เหมาะสมที่สุดสำหรับคลังสินค้าเครื่องดื่มน้ำผลไม้

2. ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยฉบับนี้พิจารณาเฉพาะปริมาณพื้นที่การจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปประเภท A เท่านั้น ไม่ได้พิจารณาพื้นที่การจัดเก็บสินค้าคงคลังประเภท B หรือ C ซึ่งปริมาณสินค้าคงคลังดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 20 ของปริมาณการจัดจำหน่ายทั้งหมด ดังนั้น อาจทำการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับพื้นที่การจัดเก็บสินค้าประเภท B และ C เพิ่มเติม

2. ตัวแบบจำลองที่สร้างในงานวิจัยฉบับนี้สามารถประยุกต์ใช้กับการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง หรือสินค้าคงคลังประเภทอื่นๆ ที่มีขั้นตอนการรับสินค้า และการเคลื่อนย้ายที่เหมือนกับบริษัทกรณีศึกษาได้ โดยต้องปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

3. การวิเคราะห์เพียงดัชนีความสามารถในการทำงาน หรือการจำลองสถานการณ์ หรือการวิเคราะห์โครงการการลงทุนอย่างใดอย่างหนึ่ง ไม่เพียงพอต่อการตัดสินใจในการลงทุน ดังนั้นจึงควรวิเคราะห์ทั้ง 3 ส่วนร่วมกัน เพื่อให้การลงทุนคุ้มค่า และเกิดประสิทธิผลมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ. ศลิยา ภมรสถิตย์ และจักรกฤษณ์ ดวงพัสตรา. 2547. การจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์. สำนักพิมพ์ท็อป. กรุงเทพฯ

คณาจารย์ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. 2547. การจัดการคลังสินค้า. พิมพ์ครั้งที่1. โรงพิมพ์ตำรวจ. กรุงเทพฯ

นำพล ตั้งทรัพย์. 2538. การปรับปรุงการใช้ประโยชน์จากคลังพัสดุของอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประชา เต็งศิริวัฒนา. 2541. การศึกษาแนวทางการตลาดของอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต.

วิชัย สุรเชิดเกียรติ. 2544. การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์. สกายบุ๊ค. กรุงเทพฯ

วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล. 2536. ทฤษฎีสินค้าคงคลัง. โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการสอนสถาบัน. บัณฑิตพัฒนาบริหารศาสตร์. กรุงเทพฯ

พงศ์พัฒน์ เพ็ชรรุ่งเรือง. 2539. การปรับปรุงประสิทธิภาพขั้นตอนของคลังสินค้ากรณีศึกษาคลังสินค้าเครื่องปรับอากาศ. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย นาทะพันธ์. 2551. การควบคุมคุณภาพ. ซีเอ็ดเอ็ดยูเคชัน. กรุงเทพฯ

สุพาดา สิริกุตตา, บัณฑิต ผังนิรันดร์, กฤษฎา สังขมณี, ประทีป วจีทองรัตนา, วีระ เผ่าพันธุ์, พิเชษฐ์ ตั้งสงค์ไพบูลย์, สุวัฒน์ ทับหิรัญ, พรวรรณ นันทแพศย์. 2545. การเงินธุรกิจ. โรงพิมพ์ธรรมสาร. กรุงเทพฯ

สมาคมนักบัญชีและผู้สอบบัญชีรับอนุญาตแห่งประไทย. 2538. ศัพท์บัญชี. กรุงเทพฯ

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. 2544. การออกแบบและวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 11. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทยญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. น้ำส้ม: มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ

อุดม จาปะเกษตร์. 2542. การจำลองสถานการณ์การจัดเส้นทางยานพาหนะสำหรับศูนย์กระจายสินค้า: กรณีศูนย์กลางบริการอะไหล่รถยนต์. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อรรถพล ปรีชาชาญชัย. 2544. การปรับปรุงระบบการจัดเก็บสินค้าสำเร็จรูปโดยใช้เทคนิคการจำลองแบบปัญหา. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

อัญทิยา เกตุโย. 2539. อุตสาหกรรมน้ำผลไม้ฉลุยเดินหน้าลุยตลาดแบบไร้ขอบเขต. ว.อุตสาหกรรมอาหาร. 6: 8-11.

Aucamp, D.C. 1986. The evaluation of safety stock, Production and inventory management J. 27: 126-132.

Choe, K., Sharp, G.P. 1991. Small parts order picking: design and operation. Available on-line at: <http://www.isye.gatech. edu/logisticstutorial/order/article.htm> (accessed May 2008).

Cisco-eagle (online). Available http://www.cisco-eagle.com/storage/rack/Palletrack/Palletrackhowto.htm (24 September 2009).

Kelton, D. W., Sadaowski, R. P. and Sadowski, D. A. 2002. Simulation with arena. 2nd ed. McGraw-Hill.

Eynan, A. and Rosenblatt, M.J. 1994. Establishing zones in single-command class-based rectangular AS/RS. IIE Transactions. 26: 38-46.

Fildes, R. and Bead, C. 1992. Forecasting systems for production and inventory control. J. of operations and production management. 12: 4-27.

Gibson, D.R. and Sharp, G.P. 1992. Order batching procedures. Euro. J. of operational research. 58: 57–67.

Gu, J., Goetschalckx, M. and McGinnis, L.F. 2007. Research on warehouse operation: A comprehensive review. Euro. J. of Operational Research.177: 1-21.

Karatza, H. D. and Hilzer, R. C. 2003. Parallel job scheduling in homogeneous distributed systems. Simulation. 79: 287-298.

Holdsworth, S.D. 1983. The preservation of fruit and vegetable food product. Macmillan press. London.

Juran, J. M. and Gryna, F.M. 1993. Quality planning and analysis. 3rd ed.

Vamanan, M., Wang, Q., Batta, R. and Szczerba, R. J. 2004. Int. J. of COTs software product ARENA and CPLEX for the inventory/logistic problem. Computer and operation research. 31: 533-547.

Petersen, C.G. and Schmenner, R.W. 1999. An evaluation of routing and volume-based storage policies in an order picking operation. Decision sciences J. of innovative education. 30: 481-501.

Petersen, C.G. 2000. An evaluation of order picking policies for mail order companies. Production and operations management. 9: 319–335.

Petersen, C.G. and Aase, G. 2004. A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. Int. J. production economics. 92: 11-19.

Koster, R. Le-Duc, T. and Kees, J. R. 2007. Design and control of warehouse order picking: A literature review. Euro. J. of operation research. 182: 481-501.

Shin, Y. C., Heraclito, L. J. P. and Arthur, J. V. P. 2005 Retrieving process analysis in a parts distribution center: a case study of manual trolley fleet substitution. Proceedings of the 2005 winter simulation conference. 2606 – 2512.

Silver, E. and Peterson, R. 1991. Decision systems for inventory management and production. 2nd ed. John Wiley. New York.

Steel King Industries (Online) (a). Available http://www.steelking.com/drive in rack. (Accessed on 10 July 2008)

Steel King Industries (Online) (b). Available http://www.steelking.com/drive through rack. (Accessed on 10 July 2008)

Tecnorulli S. (Online) Available http://www.tecnorulli.com/index.html (Accessed on 10 July 2008)

T.M. Industry Co., Ltd (Online) (a). Available http://www.tmindustry.com/th/selective rack.htm (Accessed on 10 July 2008)

T.M. Industry Co., Ltd (Online) (b). Available http://www.tmindustry.com/th/mobile selective rack.htm (Accessed on 10 July 2008)

T.M. Industry Co., Ltd (Online) (c). Available http://www.tmindustry.com/th/long span shelf.htm (Accessed on 10 July 2008)

Tompkins, J. A., White, J.A., Bozer, Y. A., and Tanchoco, M. A. 2003. Facilities planning. 3rd ed. John Wiley & Sons. New York.

Vargas, G.A. and Dean, R.G. 1996. Buffering against multiple uncertainty in assembly manufacturing, J. of manufacturing and operations management. 12: 306-334.

ภาคผนวก ก
นิยามศัพท์

ก 1. นิยามศัพท์ดัชนีชี้วัดความสามารถ

ร้อยละการใช้งานอาคารคลังสินค้าเชิงพื้นที่ = $\frac{\text{พื้นที่ในหน่วย ตร.ม.ที่ถูกใช้งาน}}{\text{พื้นที่ในหน่วย ตร.ม.ที่มีของคลังสินค้า}}$

ร้อยละการใช้งานอาคารคลังสินค้าเชิงปริมาตร = $\frac{\text{พื้นที่ในหน่วย ลบ.ม.ที่ถูกใช้งาน}}{\text{พื้นที่ในหน่วย ลบ.ม.ที่มีของคลังสินค้า}}$

ร้อยละการใช้งานเชิงปริมาณการจัดเก็บ = $\frac{\text{จำนวนสินค้าที่จัดเก็บภายในคลังสินค้า}}{\text{จำนวนสินค้าที่จัดเก็บภายในและภายนอกคลังสินค้า}}$

ก 2. นิยามศัพท์การจำลองสถานการณ์

Total time of order in system หมายถึง ระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบเข้ามาในระบบกระทั่งพนักงานขับรถยกเคลื่อนย้ายสินค้าจนครบจำนวนของสินค้าที่สั่งในหนึ่งใบคำสั่งซื้อ

Waiting time of order before the forklift working หมายถึง ระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบเข้ามาในระบบ และรอก่อนจะมีพนักงานขับรถยกเข้ามาตักสินค้า

Order picking time หมายถึง ระยะเวลาที่ใบคำสั่งซื้อหนึ่งใบถูกพนักงานขับรถยกเริ่มเคลื่อนย้ายสินค้ากระทั่งเคลื่อนย้ายสินค้าจนครบตามจำนวนที่สั่ง

No. of order picking in queue หมายถึง จำนวนใบคำสั่งซื้อที่รอคอยในระบบขณะที่รถยกทุกคันกำลังปฏิบัติงานอยู่

Storage time หมายถึง ระยะเวลาการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อจัดเก็บ

Utilization of forklift storage working หมายถึง จำนวนครั้งที่ใช้งานรถยก สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อจัดเก็บ คูณกับเวลาในการใช้งาน หารด้วยเวลาการทำงานทั้งหมด

Utilization of forklift order picking หมายถึง จำนวนครั้งที่ใช้งานรถยก สำหรับการเคลื่อนย้ายสินค้าไปยังจุดพักสินค้า คูณกับเวลาในการใช้งาน หารด้วยเวลาการทำงานทั้งหมด

Average pallet keeping outdoor หมายถึง ปริมาณสินค้าเฉลี่ยที่ถูกจัดวางไว้นอกคลังสินค้าต่อวัน

Average pallet keeping indoor and outdoor หมายถึง จำนวนสินค้าที่ถูกเก็บทั้งหมดในระบบต่อวัน

% pallet keeping indoor หมายถึง ความสามารถในการจัดเก็บสินค้าของคลังสินค้า

ภาคผนวก ข
ตัวอย่างการคำนวณ

ข 1. ตัวอย่างการคำนวณระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย

จากสูตร $SSL = Z \times \sqrt{\left([\ ALT \times Std.D^{\ 2}\ ] \right) + \left([\ AD^{\ 2} \times Std.LT.^{\ 2}\ ] \right)}$

และเนื่องจาก

Z = ระดับการให้บริการ (Service level)

ALT = ค่าเฉลี่ยของระยะเวลานำ (Lead time)

Std. LT. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลานำ

Std. D = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า

AD = ค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า

กำหนดให้:

ระดับการให้บริการลูกค้า เท่ากับ 95%

ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการรอคอยสินค้า เท่ากับ 1 วัน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระยะเวลาในการรอคอยสินค้า เท่ากับ 0.9

ค่าเฉลี่ยของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า เท่ากับ 10,400 กล่องต่อวัน

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการสินค้าของลูกค้า 3,870 กล่องต่อวัน

แทนค่า:

$$SSL = 2.05 \times \sqrt{\left(1 \times 3{,}870^{\ 2} \right) + \left(10{,}400^{\ 2} \times 0.9^{2} \right)}$$

ดังนั้นระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย เท่ากับ 20,763 กล่องต่อวัน

ข 2. ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสินค้าที่จัดวางบนชั้นวาง

จากสูตร $$q_i = \frac{Q}{\sum_{i=1}^{n} SSL_i} \times SSL_i$$

และเนื่องจาก:

q_i = ปริมาณของผลิตภัณฑ์หน่วยที่ i ที่สามารถจัดวางได้บนชั้นวางสินค้านั้นๆ

SSL_i = ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยหน่วยที่ i ที่คำนวณได้

Q = ปริมาณของสินค้าที่จัดวางได้ทั้งหมดบนชั้นวางสินค้า

กำหนดให้:

ปริมาณของ Class A ที่สามารถจัดวางได้บนชั้นวางสินค้าได้ เท่ากับ 2,760 พาเลท

ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ a01 เท่ากับ 378 พาเลท

ระดับสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยสำหรับ Class A เท่ากับ 1,225 พาเลท

แทนค่า:

$$q_i = \frac{2,760}{1,225} \times 378$$

ดังนั้น ปริมาณของผลิตภัณฑ์ a01 ที่สามารถจัดวางได้บนชั้นวางเท่ากับ 850 พาเลท

ข 3. ตัวอย่างการคำนวณหาขนาดช่องที่เหมาะสมของการจัดวางสินค้า 1 พาเลท บนชั้นวางสินค้า

จากสูตร:

D_r = $D_2 + 0.35^*$ เมตร

W_r = $W_2 + 0.35^*$ เมตร

H_r = $(H-1) \times 1.75^*$ เมตร

และจาก:

D_2 = ความยาวที่มากสุดของพาเลทหรือสินค้าเมื่อวางสินค้าเรียงซ้อนกันบนพาเลท

D_r = ความยาวของช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้า

W_2 = ความกว้างที่มากสุดของพาเลทหรือสินค้าเมื่อวางสินค้าเรียงซ้อนกันบนพาเลท

W_r = ความกว้างของช่องที่เหมาะสมของชั้นวางสินค้า

H = จำนวนชั้นของชั้นวางสินค้าที่ต้องการ

H_r = ความสูงของชั้นวางสินค้า

* = ระยะเผื่อที่เหมาะสมในการเคลื่อนย้ายสินค้าเข้า - ออกจากชั้นวางสินค้า

กำหนดให้:

ความลึกของพาเลท เท่ากับ 1.35

ความกว้างของพาเลท เท่ากับ 1.10

จำนวนชั้นของชั้นวางสินค้าที่ต้องการ เท่ากับ 5 ชั้น

แทนค่า:

D_r = 1.35 + 0.35 = 1.70

W_r = 1.15 + 0.35 = 1.50

H_r = (5-1) x 1.75 = 7.00

ดังนั้น

ความยาวของช่องที่เหมาะสมของการวางสินค้า 1 พาเลท บนชั้นวางสินค้า เท่ากับ 1.70 เมตร

ความกว้างของช่องที่เหมาะสมของการวางสินค้า 1 พาเลท บนชั้นวางสินค้า 1.50 เมตร

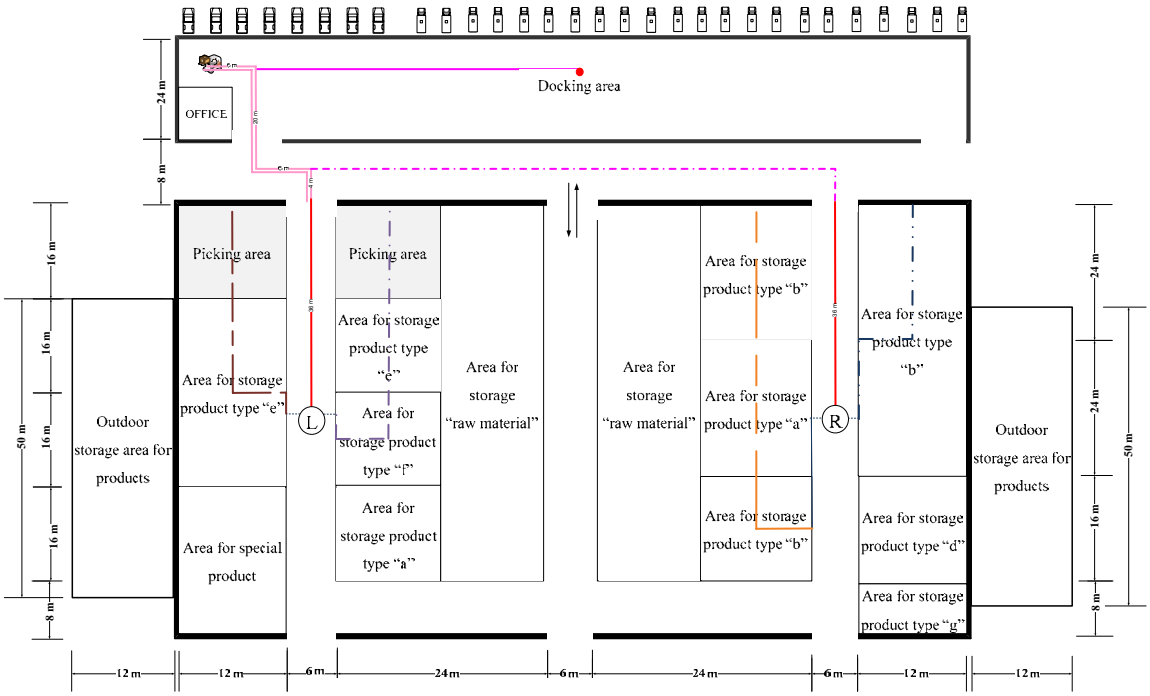
ความสูงของชั้นวางสินค้า 5 ชั้น เท่ากับ 7 เมตร

ภาคผนวก ค
ระยะทางในการขนถ่ายสินค้า

ค 1. ระยะทางในการขนถ่ายสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบันและคลังสินค้ารูปแบบ P

การวัดระยะทางในการขนถ่ายสินค้า Class A ของคลังสินค้ารูปแบบปัจจุบัน (Figure c1) และคลังสินค้ารูปแบบ P (Figure c2) จะวัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการศึกษา แบ่งเป็น

1. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการจัดเก็บสินค้า
   - วัดจากจุดกึ่งกลางของจุดจอดรถยกไปยังจุดกึ่งกลางของคลังสินค้าปีกซ้ายหรือปีกขวาโดยสมมติให้เป็นจุดจอดรถบรรทุกที่มาจากโรงผลิตชั่วคราวซึ่งบรรทุกสินค้ามาจากโรงผลิต
   - วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของจุดจอดรถบรรทุก มายังจุดกึ่งกลางของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา
2. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อนำสินค้าออกไปยังจุดพักสินค้า
   - วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของจุดจอดรถยกไปยังพื้นที่ที่ต้องการศึกษาและย้อนกลับขึ้นไปตามเส้นทางเดิมเพื่อไปยังจุดพักสินค้า



Note:

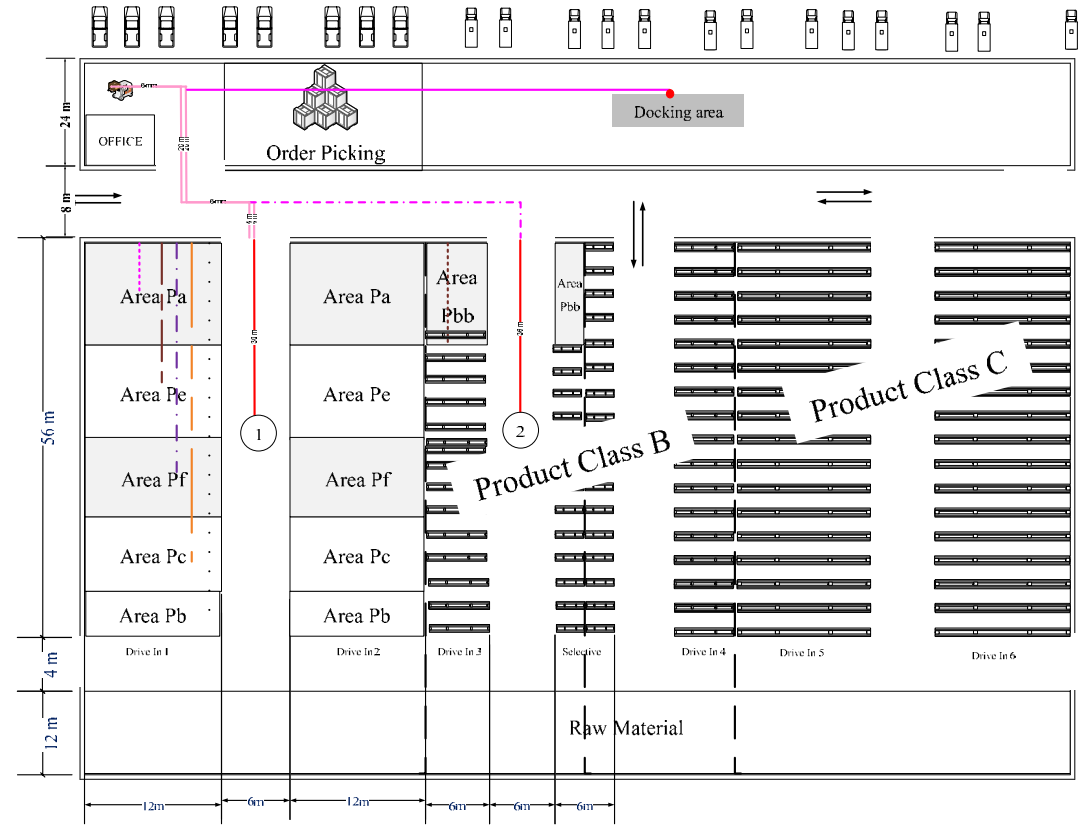
The rough of unloading e01 area

The rough of unloading f01 area

The rough of unloading b08 area

The rough of unloading b15 area

Figure c1. Distance of current warehouse



Note:

The rough of unloading to a01 area

The rough of unloading to e01 area

The rough of unloading to f01 area

The rough of unloading to c01 area

The rough of unloading to b08 area

The rough of unloading to b15 area

1 = Indoor unloading 1

2 = Indoor unloading 2

Figure c2. Distance of P warehouse

ค 2. ระยะทางในการขนถ่ายสินค้าสำหรับคลังสินค้ารูปแบบ R

การวัดระยะทางในการขนถ่ายสินค้า Class A ของคลังสินค้ารูปแบบ R (Figure c3) วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการศึกษา แบ่งเป็น

1. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการจัดเก็บสินค้า
   - วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของ Input Station R1 ซึ่งจัดให้เป็นจุดจอดรถบรรทุกที่มาจากโรงผลิตชั่วคราวไปยังชั้นวางสินค้า
2. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อนำสินค้าออกไปยังจุดพักสินค้า
   - วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของจุดจอดรถยกไปยังจุดกึ่งกลางของ Output Station R1 และย้อนกลับขึ้นไปตามเส้นทางเดิมเพื่อไปยังจุดพักสินค้า

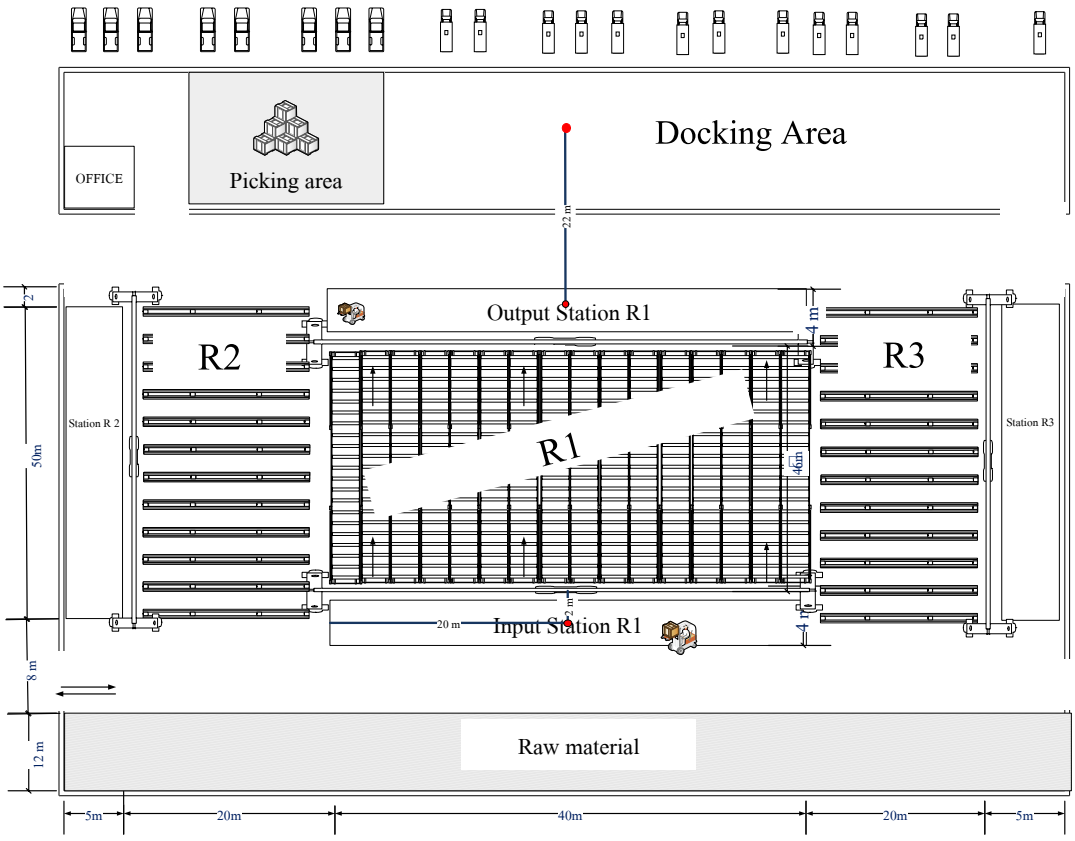


Figure c3. Distance of R warehouse

การวัดระยะทางในการขนถ่ายสินค้า Class A ของคลังสินค้ารูปแบบ S (Figure c4) วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของแต่ละพื้นที่ที่ต้องการศึกษา แบ่งเป็น

1. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อการจัดเก็บสินค้า

- วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของ Input Station S1 ซึ่งจัดให้เป็นจุดจอดรถบรรทุกที่มาจากโรงผลิตชั่วคราวไปยังชั้นวางสินค้า

2. การวัดระยะทางในการเคลื่อนย้ายสินค้าเพื่อนำสินค้าออกไปยังจุดพักสินค้า

- วัดระยะทางจากจุดกึ่งกลางของจุดจอดรถยกไปยังจุดกึ่งกลางของ Output Station S1 และย้อนกลับขึ้นไปตามเส้นทางเดิมเพื่อไปยังจุดพักสินค้า

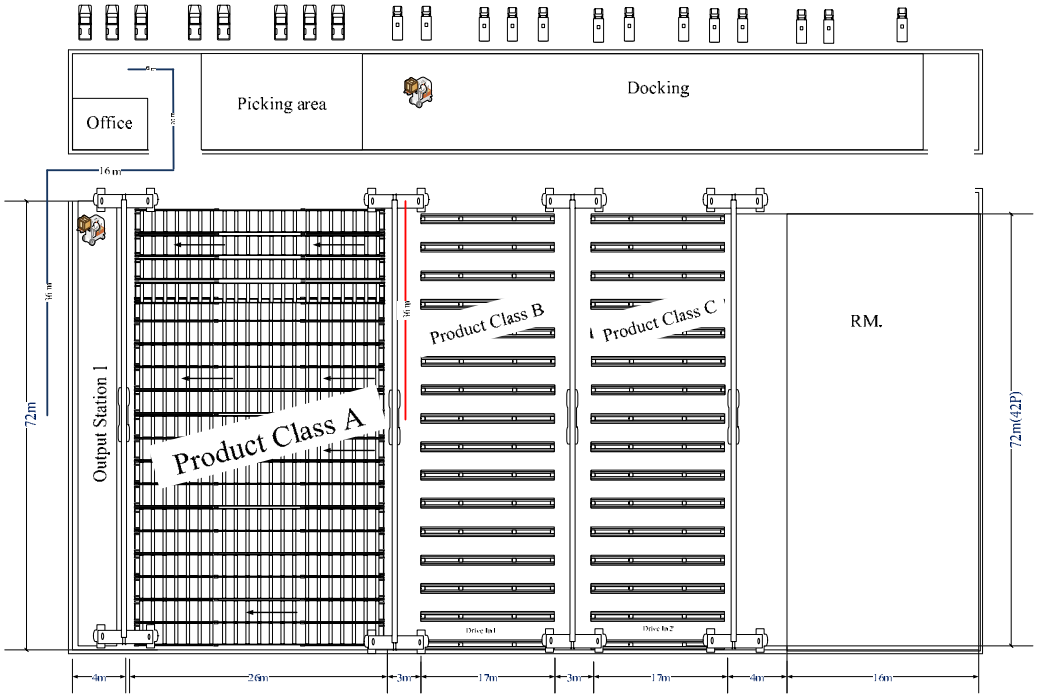


Figure c4. Distance of S warehouse