Engng.J.CMU.(2016) 23 (2), 1-14

วารสารวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Engineering Journal
Chiang Mai University

การออกแบบและวางผังคลังสินค้าของโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่

Design of layout warehouse of the first royal factory in Fang district, Chiang Mai province

ทัศนพงศ์ เลิศปัญญานุกูล[1] ศุภฤกษ์ มาจันทร์[1] มนวิภา อาวิพันธุ์[1] คมกฤต เล็กสกุล[2] และ อลงกต ลิ้มเจริญ[2,*]

Tadsanapong Lerdpanyanukul[1], Suparoek Machan[1], Monwipa Ahviphan[1], Komgrit Leksakul[2] and Alonggot Limcharoen[2,*]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่ ประเทศไทย 50200

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประเทศไทย 50200

[1]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai, Thailand 50200

[2]Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200

*E-mail: limcharoena@gmail.com, Tel: 086-6705495

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อออกแบบและวางแผนผังคลังสินค้าของโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาความไม่เพียงพอของพื้นที่ที่ใช้ในการจัดเก็บสินค้าของคลังสินค้าเดิม โดยใช้หลักการการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (The Systematic Layout Planning Pattern: SLP) ในการออกแบบและวางแผนผังคลังสินค้า โดยทำการออกแบบและวางแผนผังคลังสินค้าทั้งหมด 4 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบ I, รูปแบบ L, รูปแบบ U และรูปแบบ V ซึ่งรูปแบบที่มีลักษณะแตกต่างกันนี้จะส่งผลต่อความสามารถในการจัดเก็บ ระยะทางระหว่างแผนกโดยเฉลี่ย ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต และความสะดวกในการขนย้ายให้มีความแตกต่างกัน จากนั้นทำการเลือกรูปแบบผังคลังสินค้าโดยใช้เทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) มาประยุกต์ใช้ หลักเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาในการคัดเลือกรูปแบบผังคลังสินค้ามีทั้งหมด 4 เกณฑ์ คือ ปริมาณการจัดเก็บ ระยะทางในการเคลื่อนย้ายระหว่างแผนกรวมเฉลี่ย ค่าใช้จ่ายในการจัดชั้นวางสินค้าแต่ละรูปแบบ และความสะดวกในการขนย้าย จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า คลังสินค้ารูปแบบ I เป็นแบบที่เหมาะสมที่สุด กล่าวคือ มีความสามารถในการจัดเก็บมากที่สุด คือ 1,540 ชั้นวาง มีค่าต้นทุนชั้นวางสินค้าประเภท Selective rack ต่อหน่วยต่ำที่สุด คือ 1,735 บาท มีระยะทางเฉลี่ยแต่ละแผนกมีระยะทางที่สั้นที่สุด คือ 681 เมตร

ABSTRACT

The aim of this research was to design and to plan the warehouse layout of the first royal factory in Fang district, Chiang Mai province, in order to improve a shortage of storage area. The Systematic Layout Planning Pattern (SLP) was applied to design and to plan the warehouse layout. There are four designs in this project: “I” shape, “L” shape, “U” shape, and “V” shape. The four different designs affect storage capabilities, distance between departments, cost per pallet, and ease of transport. Additionally,

Received 3 December 2014
Accepted 8 September 2015

The Analysis Hierarchy Process (AHP) was adopted in order to discover the most suitable model. Four criteria were used in the AHP technique: storage capability, average of total distance between departments, cost of transport, and ease of transport. From the overall analysis, the researcher found that the “I” design was the most appropriate as it had the highest storage capability (1,540 racks), the lowest cost (1,735 baht), the lowest distance (681 meters).

1. บทนำ

โรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ประสบปัญหาการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้า ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยการผลิต ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished Good) และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finished Goods)

คลังสินค้าที่มีอยู่เดิมนั้นไม่สามารถรองรับการจัดเก็บผลิตภัณฑ์ปัจจัยการผลิตทั้งหมด ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้เพียงพอต่อความต้องการ จึงทำให้ปัจจัยการผลิต รวมถึงผลิตภัณฑ์นั้นเกิดความเสียหายจากสภาพอากาศ และจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม

จากประเด็นความสำคัญของปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้ทางผู้บริหารของโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ได้มีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาของคลังสินค้าที่เกิดขึ้น โดยมีนโยบายที่จะสร้างคลังสินค้าแห่งใหม่ขึ้นมาใหม่ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับคลังสินค้าที่มีอยู่ในปัจจุบันนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้เห็นความสำคัญของปัญหานี้ จึงได้ทำการออกแบบและวางผังคลังสินค้า โดยมีจุดมุ่งหมายให้คลังสินค้ามีปริมาณการจัดเก็บมากที่สุด ระยะทางในการเคลื่อนย้ายระหว่างแผนกรวมเฉลี่ยน้อยที่สุด ค่าใช้จ่ายในการจัดชั้นวางสินค้าต่ำที่สุด และมีความสะดวกในการขนย้าย

2. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

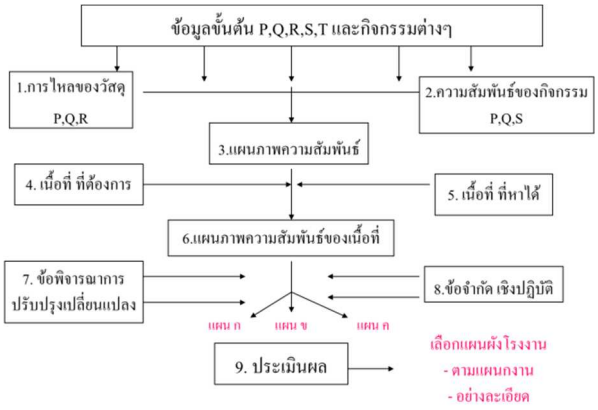
2.1การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (The Systematic Layout Planning Pattern)

การวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (The Systematic Layout Planning Pattern: SLP) เป็นวิธีการจัดการสำหรับการวางแผนผังโรงงานที่มีขั้นตอนต่าง ๆ เป็นแผนการเชิงปฏิบัติ และการกำหนดแบบแผนของแต่ละองค์ประกอบตลอดจนพื้นที่ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนผังโรงงานอย่างเป็นสัดส่วนและเหมาะสม [1]

การวางผังอย่างมีระบบประกอบไปด้วย 9 ขั้นตอน ได้แก่

1. การวิเคราะห์การไหลของวัสดุ เพื่อจะให้ได้ลำดับขั้นตอนการเคลื่อนย้ายวัสดุที่ดีที่สุดตลอดจนขั้นตอนสำคัญของขบวนการที่เกี่ยวข้องกับความเข้มการไหล และขนาดของการเคลื่อนย้าย
2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม ใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ปริมาณสิ่งสนับสนุนการผลิต และเวลา มาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ
3. การเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ วิเคราะห์เพื่อสามารถมองเห็นตำแหน่งของกิจกรรมต่าง ๆ ว่าควรอยู่ที่ใด โดยนำข้อมูลที่ได้ทำการแจกแจงระดับความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมต่าง ๆ จากแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)
4. การคำนวณหาเนื้อที่ที่ต้องการ การหาเนื้อที่ที่ต้องการ เราสามารถหาได้ด้วยวิธีพื้นฐาน 5 วิธี ได้แก่ วิธีการหาเนื้อที่จากศูนย์การผลิต วิธีการแปลงค่า วิธีการหาจากเนื้อที่มาตรฐาน วิธีการหาจากเนื้อที่จากการวางผังโรงงานอย่างหยาบ ๆ และวิธีการหาเนื้อที่จากสัดส่วน และการคาดคะเน
5. เนื้อที่ที่หาได้ ทำการจัดให้เนื้อที่ที่ต้องการกับเนื้อที่ที่หาได้สมดุลกัน
6. การเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ ในการเขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ต้องเปลี่ยนกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดด้วยสัญลักษณ์มาเป็นรูปลักษณะเนื้อที่ของกิจกรรมนั้น โดยกำหนดมาตราส่วนที่ถูกต้องตามเนื้อที่

7. การพิจารณาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผังโรงงาน โดยพิจารณาจากวิธีการขนถ่าย สิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บวัสดุและสินค้า สภาวะแวดล้อมและบริเวณรอบ ๆโรงงาน รูปลักษณะของอาคารโรงงาน เป็นต้น
8. การปรับปรุงผังโรงงานโดยคำนึงถึงขีดจำกัดต่าง ๆ ในการวางแผน เช่น วิธีการขนถ่ายวัสดุ ระบบการควบคุมการผลิตและสั่งงาน นโยบายของบริษัท รหัสอาคารต่าง ๆ ข้อตกลงกับสหภาพแรงงาน เป็นต้น
9. การประเมินผล คือการเลือกผังโรงงาน โดยการพิจารณาขั้นพื้นฐานเพื่อประกอบการเลือกผังโรงงาน มี 3 วิธีคือ การเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย การให้คะแนนโดยวิเคราะห์องค์ประกอบ และการเปรียบเทียบเงินลงทุน



รูปที่ 1 แผนการเชิงปฏิบัติการของ SLP [1]

ข้อมูลเบื้องต้นนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างมากในการดำเนินโครงการในขั้นตอนต่อ ๆ ไป หากข้อมูลมีความถูกต้อง หรือมีความใกล้เคียงของความเป็นจริง จะทำให้การออกแบบและวางแผนผังคลังสินค้านั้นมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ดำเนินโครงงานจึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของคลังสินค้า เช่น ปริมาณจำนวนเข้า และจำนวนออกของสินค้าในคลังสินค้าทั้งหมด ขนาดของแพลเล็ท ชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนัก ใบกำกับแพลเล็ท เป็นต้น ซึ่งถือได้ว่าเป็นหัวใจหลักในการออกแบบและวางแผนผังคลังสินค้า รวมถึงได้ดำเนินงานตามขั้นตอนตามหลักทฤษฎีของการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (The systematic layout planning pattern: SLP) เพื่อให้การออกแบบและวางแผนผังคลัง สินค้าโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ นั้นเป็นไปตามหลักมาตรฐานในการออกแบบและสามารถเป็นที่ยอมรับของผู้บริหารโรงงาน

2.2 การพยากรณ์ความต้องการสินค้า

การพยากรณ์ในงานวิจัยนี้ ใช้เทคนิคอัตราส่วนแนวโน้ม (Ratio to Trend Method) เนื่องจากความต้องการสินค้าในแต่ละเดือนมีปริมาณที่ไม่คงที่ โดยเริ่มจากการสร้างสมการแนวโน้ม ดังสมการที่ 1

$$Y(t) = a + b(t) \tag{1}$$

ค่า a และ b ในสมการที่ 1 สามารถหาได้จากสมการที่ 2 และ 3 ดังนี้

$$b = \frac{N\sum_{t=1}^{N} t \bullet y(t) - \sum_{t=1}^{N} y(t) \sum_{t=1}^{N} t}{N\sum t^2 - (\sum_{t=1}^{N} t)^2} \tag{2}$$

$$a = \frac{\sum_{t=1}^{N} y(t)}{N} - \frac{b\sum_{t=1}^{N} t}{N} \tag{3}$$

โดยที่ $y(t)$ คือ ปริมาณสินค้าที่ขายได้จริงในช่วงเวลาที่ผ่านมาในอดีต

t คือ ระยะเวลา

N คือ จำนวนข้อมูลย้อนหลังที่ใช้ในการพยากรณ์

จากนั้นหาอัตราส่วนระหว่างข้อมูลจริงกับแนวโน้มในแต่ละเดือน หาค่าดัชนีฤดูกาลของแต่ละเดือน โดยหาค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนของแต่ละเดือน และทำการหาค่าพยากรณ์โดยนำค่าแนวโน้มคูณกับค่าดัชนีฤดูกาล จากนั้นทำการหาค่าความคาดเคลื่อน ดังสมการที่ 4 เพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของการพยากรณ์ [2]

$$MAP = \frac{100}{N}\sum_{t=1}^{N}\left[\left|\frac{y(t)-Y(t)}{y(t)}\right|\right] \quad (4)$$

โดยที่ $y(t)$ คือ ปริมาณสินค้าที่ขายได้จริงในช่วงเวลาที่ผ่านมาในอดีต

$Y(t)$ คือ ค่าพยากรณ์

N คือ จำนวนข้อมูลย้อนหลังที่ใช้ในการพยากรณ์

2.3 การคำนวณหาระยะทางระหว่างแผนก

การหาระยะทางของงานวิจัยนี้ จะทำการหาระยะทางด้วยวิธีการเชิงเส้นตรง (Rectilinear) โดยวัดจากจุดเซนทรอยด์ (centroid) ของแต่ละแผนก เพื่อทำการหาระยะทางการเดินทางระหว่างแผนกในคลังสินค้าที่ออกแบบไว้ [3] หาระยะทางรวมเฉลี่ยของแต่ละรูปแบบคลังสินค้าและนำมาเปรียบเทียบในแต่ละรูปแบบ เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการเคลื่อนย้ายวัสดุ หรือระยะทางการทำงานของพนักงานในคลังสินค้า โดยวิธีการหาระยะทางเชิงเส้นตรง (Rectilinear) [4, 5] มีสูตรดังนี้

$$D = \left|x_1 - x_2\right| + \left|y_1 - y_2\right| \quad (5)$$

โดยที่ D คือ ระยะห่างระหว่างแผนก

x_1 คือ พิกัดในแกน x ของจุดเซนทรอยด์ในแผนกที่ 1

x_2 คือ พิกัดในแกน x ของจุดเซนทรอยด์ในแผนกที่ 2

y_1 คือ พิกัดในแกน y ของจุดเซนทรอยด์ในแผนกที่ 1

y_1 คือ พิกัดในแกน y ของจุดเซนทรอยด์ในแผนกที่ 2

โดยจุดเซนทรอยด์ (centroid) คือ จุดตัดของเส้นตรงทั้งหมดที่แบ่งรูปร่าง x ออกเป็นสองส่วนตามโมเมนต์เท่า ๆ กัน หรือเรียกได้ว่าเป็นแนวโน้มสู่ส่วนกลางของจุดทั้งหมดที่อยู่ภายในรูปร่าง x

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \quad (6)$$

โดยที่ C คือ พิกัดในแกน x หรือแกน y

C_i คือ จุดเซนทรอยด์ของรูป i ในแกน x หรือแกน y

A_i คือ พื้นที่ของรูป i

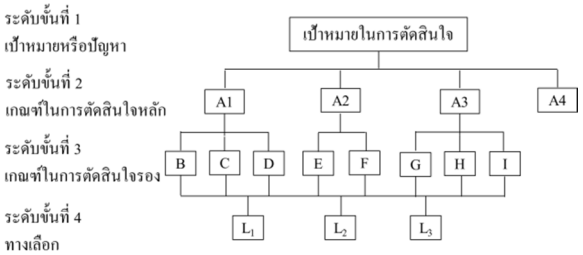
2.4 การคำนวณค่าใช้จ่าย

ในส่วนของค่าใช้จ่ายนั้นจะทำการวิเคราะห์เฉพาะค่าใช้จ่ายในส่วนของชั้นวางสินค้าหรือแพลเล็ต เนื่องจากในผังแต่ละแบบจะมีค่าความแตกต่างกันในส่วนของจำนวนชั้นวางสินค้าหรือแพลเล็ตเท่านั้น ในการคำนวณจะแบ่งค่าใช้จ่ายเป็น 2 ส่วน คือ ราคาในส่วนของเสาต้นแรกและราคาในส่วนของเสาต้นถัดไป เนื่องจากมีราคาที่แตกต่างกัน

2.5 วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เป็นกระบวนการวัดค่าระดับของการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้ผลการตัดสินใจที่ถูกต้อง ตรงกับเป้าหมายของการตัดสินใจได้มากที่สุด [6]

ขั้นตอนการตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ เริ่มจากการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ ดังรูปที่ 2 จากนั้นนำทางเลือกที่มีทั้งหมดมาประเมินตามเกณฑ์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก ดังรูปที่ 3



รูปที่ 2 แสดงแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ [6]

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

รูปที่ 3 ตารางเมตริกซ์แสดงการเปรียบเทียบเป็นคู่ [1]

จากนั้นทำการตรวจสอบการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยว่ามีความสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency: C.I) และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R) [6, 7]

$$C.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \qquad (3)$$

โดยที่ λ_{max} คือ ค่าลักษณะเฉพาะ (eigenvalue) ที่มากที่สุดของเมตริกซ์

n คือ จำนวนเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ

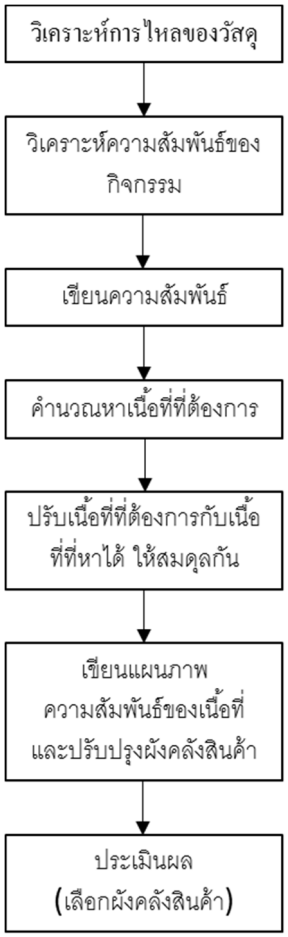
$$C.R = \frac{C.I}{RCI} \qquad (4)$$

โดยที่ $C.R$ คือ อัตราส่วนของความสอดคล้อง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะต้องมีค่าน้อยกว่า 10% ซึ่งจะสามารถยอมรับข้อมูลนี้ได้

RCI คือเป็นค่า $C.I$ จากการสุ่มตัวอย่างไว้จำนวนมากกว่า 64000 ตาราง

3. ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการออกแบบ และวางผังคลังสินค้า รวมถึงการคัดเลือกรูปแบบคลังสินค้า โดยประยุกต์ใช้หลักการของ SLP มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้



รูปที่ 4 ขั้นตอนการดำเนินวิจัย

1) วิเคราะห์การไหลของวัสดุ

ศึกษาระบบที่ทำงานของคลังสินค้าที่มีอยู่เดิม รวมถึงการศึกษาทั้งระบบการทำงานของพนักงานแต่ละแผนก หรือระบบการจัดการของคลังสินค้าว่าเป็นลักษณะอย่างไร และทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของปัจจัยการผลิตทั้งหมด ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูปทั้งหมดและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปทั้งหมด เช่น ชื่อ จำนวน ขนาด น้ำหนัก ปริมาณการจัดเก็บ ลักษณะการจัดเก็บ ฯลฯ

2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม

ใช้ข้อมูลผลิตภัณฑ์ ปริมาณสิ่งสนับสนุนการผลิต และเวลา มาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมต่าง ๆ

3) เขียนแผนภาพความสัมพันธ์

วิเคราะห์หาตำแหน่งของกิจกรรมต่าง ๆ ว่าควรอยู่ที่ใด โดยนำข้อมูลที่ได้ทำการแจกแจงระดับความสัมพันธ์ของคู่

กิจกรรมต่าง ๆ จากแผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart)

4) คำนวณหาเนื้อที่ที่ต้องการ

ในงานวิจัยนี้จะคำนวณหาเนื้อที่ที่ต้องการจากจำนวนชั้นวางสินค้า โดยคำนวณจากค่าพยากรณ์ของปริมาณวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้าสำเร็จรูป โดยคิดในหน่วย แพลเล็ต ในการพยากรณ์ปริมาณของวัตถุดิบ และสินค้า จะใช้ข้อมูลในปี พ.ศ.2554 และปี พ.ศ. 2555 รวม 2 ปี มาเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ในการหาค่าของดัชนีฤดูกาลมาทำการพยากรณ์ เพื่อหาค่าพยากรณ์ของปี พ.ศ. 2556 และเพื่อที่จะนำค่าดัชนีฤดูกาลนี้ไปหาค่าพยากรณ์ของผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้ และหลังจากได้ค่าพยากรณ์ของผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จนครบแล้ว ถัดจากนั้นจะได้นำค่าพยากรณ์เหล่านั้นมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อวางแผนความต้องการของวัสดุ ให้ทราบว่าจะต้องมีปริมาณความต้องการในแต่ละเดือน และในรอบ 1 ปี เป็นเท่าใด

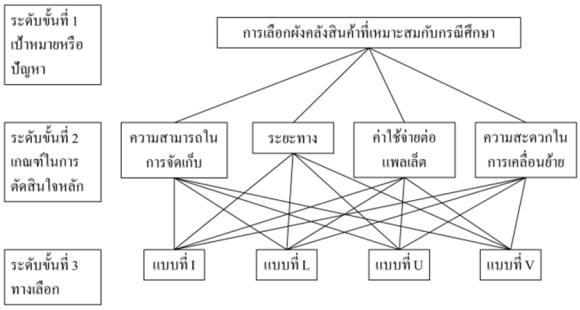
5) ทำการปรับเนื้อที่ที่ต้องการกับเนื้อที่ที่หาได้ ให้สมดุลกัน ซึ่งพื้นที่ในงานวิจัยนี้ คือ 1,600 ตารางเมตร

6) เขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ และปรับปรุงผังคลังสินค้า

เปลี่ยนกิจกรรมต่าง ๆ ที่กำหนดด้วยสัญลักษณ์มาเป็นรูปลักษณะเนื้อที่ของกิจกรรมนั้น โดยกำหนดมาตราส่วนที่ถูกต้องตามเนื้อที่ และทำการปรับปรุงผังคลังสินค้าโดยคำนึงถึงข้อพิจารณาต่าง ๆ ได้แก่ ความสะดวกในการขนถ่าย รูปลักษณะของอาคารโรงงาน และอื่น ๆ พร้อมทั้งปรับปรุงผังคลังสินค้า โดยคำนึงถึงขีดจำกัดต่าง ๆ เช่น วิธีการขนถ่ายวัสดุ ข้อตกลงกับสหภาพแรงงาน เป็นต้น

7) ประเมินผล (เลือกผังคลังสินค้า)

จากการสอบถามผู้บริหาร และทีมงานที่เกี่ยวข้อง พบว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อการตัดสินใจ คือ ระยะทางเฉลี่ยในการเคลื่อนย้ายสินค้า ความสามารถในการจัดเก็บสินค้า ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต และความสะดวกในการเคลื่อนย้าย ซึ่งจะนำมาใช้จัดทำโครงสร้างการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกผังคลังสินค้า

การคำนวณหาระยะทางเฉลี่ย ความสามารถจัดเก็บ และต้นทุนชั้นวางสินค้า สามารถคำนวณได้ดังนี้

1. คำนวณระยะทางจากจุด centroid ของแต่ละแผนก ด้วยวิธี rectilinear
2. คำนวณปริมาณการจัดเก็บของคลังสินค้าในแต่ละรูปแบบ
3. คำนวณค่าใช้จ่ายของคลังสินค้าในแต่ละรูปแบบ

จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์เป็นคู่ของทั้งเกณฑ์การตัดสินใจ และทางเลือก เปลี่ยนค่าการตัดสินใจให้อยู่ในระดับคะแนน 1-9 ดังแสดงในตารางที่ 1 วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยที่ และค่าน้ำหนักของผังคลังสินค้าทางเลือกแต่ละแบบ

ทำการปรับค่าในตารางเมตริกซ์ เพื่อคำนวณหาค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยเริ่มจากหาผลรวมของแต่ละเกณฑ์ในแนวตั้ง พร้อมทั้งหาค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) ซึ่งเป็นการถอดรากที่ n ของผลคูณของแต่ละเกณฑ์ในแนวนอน โดยที่ n คือจำนวนปัจจัย จากนั้นหาผลรวมของค่าเฉลี่ยทุกเกณฑ์ (ในแนวตั้ง) จากนั้นทำการ Normalization เพื่อลดความซับซ้อนของข้อมูล โดยนำค่าเฉลี่ยของเกณฑ์แต่ละเกณฑ์หารด้วยผลรวมของค่าเฉลี่ย จะได้เป็นค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ [6] ดังแสดงในตารางที่ 2 และตรวจสอบการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และอัตราส่วนของความสอดคล้อง เพื่อ

ตรวจสอบว่าการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยมีความสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ [6]

ตารางที่ 1 ค่าน้ำหนักความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย
1	สำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าเล็กน้อย
5	สำคัญกว่าปานกลาง
7	สำคัญกว่ามาก
9	สำคัญกว่ามากที่สุด
2, 4, 6, 8	สำหรับการประนีประนอมเพื่อลดช่องว่างระดับความรู้สึก

ตารางที่ 2 เมตริกซ์ของความสัมพันธ์แบบเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ

ปัจจัย	ความสามารถในการจัดเก็บ	ระยะทาง	ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต	ความสะดวกในการ	Geometrix Mean	Normalization (Weight)
ความสามารถในการจัดเก็บ	1.00	3.00	5.00	5.00	2.94	0.54
ระยะทาง	0.33	1.00	3.00	5.00	1.50	0.28
ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต	0.20	0.20	1.00	3.00	0.59	0.11
ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	0.20	0.33	0.33	1.00	0.39	0.07
ผลรวม	1.73	4.53	9.33	14.00	5.41	1.00

จากนั้นนำทางเลือกที่กำหนดไว้ในตอนแรก ซึ่งก็คือ ผังคลังสินค้าแบบ I, แบบ L, แบบ U และแบบ V มาเปรียบเทียบผ่านเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจทีละเกณฑ์ เพื่อจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ดังตารางที่ 3

จากนั้นทำการประเมินค่าทางเลือกผังคลังสินค้า โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยนำลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยมาจัดตารางเมตริกซ์โดยใช้ผลคูณของลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ กับน้ำหนักของผังคลังสินค้าทางเลือก ดังที่แสดงในตารางที่ 4 พร้อมทั้งตรวจสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง และอัตราส่วนของความสอดคล้อง

ตารางที่ 3 เมตริกซ์ของทางเลือกเปรียบเทียบผ่านเกณฑ์ความสามารถในการจัดเก็บแบบเปรียบเทียบเป็นคู่ ๆ

ปัจจัย	แบบที่ I	แบบที่ L	แบบที่ U	แบบที่ V	Geometrix Mean	Normalization
แบบที่ I	1.00	7.00	7.00	4.00	3.74	0.62
แบบที่ L	0.14	1.00	1.00	0.25	0.43	0.07
แบบที่ U	0.14	1.00	1.00	0.25	0.43	0.07
แบบที่ V	0.25	4.00	4.00	1.00	1.41	0.23
ผลรวม	1.54	13.00	13.00	5.50	6.03	1.00

ทำการตรวจสอบการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยมีความสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่

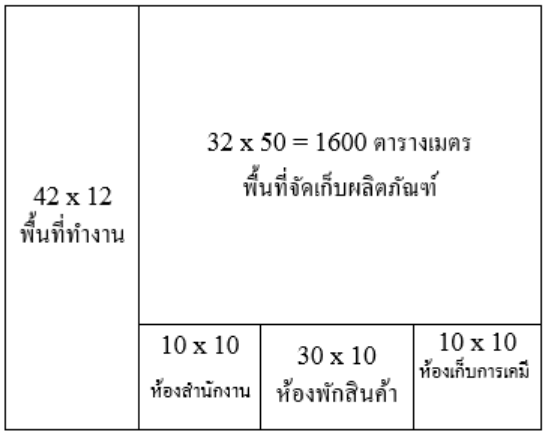
ตารางที่ 4 เมตริกซ์ลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยของผังคลังสินค้าแต่ละแบบ

ปัจจัย	ความสามารถในการจัดเก็บ (0.54)	ระยะทาง (0.27)	ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต (0.12)	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย (0.06)
แบบที่ I	0.57	0.54	0.05	0.54
แบบที่ L	0.06	0.28	0.27	0.27
แบบที่ U	0.06	0.14	0.12	0.12
แบบที่ V	0.22	0.04	0.56	0.06

4. ผลงานวิจัย

จากพื้นที่ทั้งหมดที่ทางโรงงานได้กำหนดไว้ คือ 2,604 ตารางเมตร โดยทางผู้วิจัยทำการจัดสรรพื้นที่โดยหลักการของ SLP ในการวิเคราะห์ จะได้แผนภาพความสัมพันธ์ดังรูปที่ 6

พื้นที่ทำงานมีขนาดรวม คือ 42 x 12 = 504 ตารางเมตร
ห้องสำนักงานมีพื้นที่ขนาด 10 x 10 = 100 ตารางเมตร
ห้องพักสินค้ามีพื้นที่ขนาด 30 x 10 = 300 ตารางเมตร
ห้องเก็บสารเคมีมีขนาด 10 x 10 = 100 ตารางเมตร
พื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์มีขนาด 32 x 10 = 1,600 ตารางเมตร



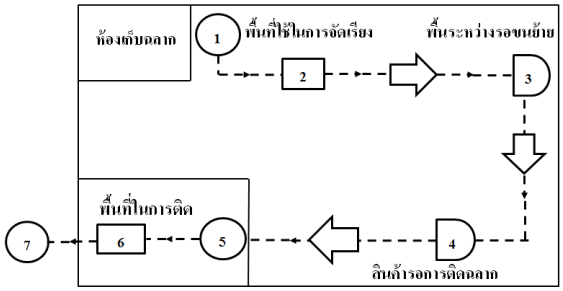
รูปที่ 6 พื้นที่ขนาด 2,604 ตารางเมตร

ในงานวิจัยนี้ จะทำการออกแบบชั้นวางในคลังสินค้าในพื้นที่ทั้งหมด 1,600 ตารางเมตรเพียงเท่านั้น

หลังจากดำเนินงานโครงงานวิจัยเสร็จสิ้นแล้ว สามารถบันทึกผลงานวิจัย โดยแยกตามหัวข้อการทดลองได้ดังนี้

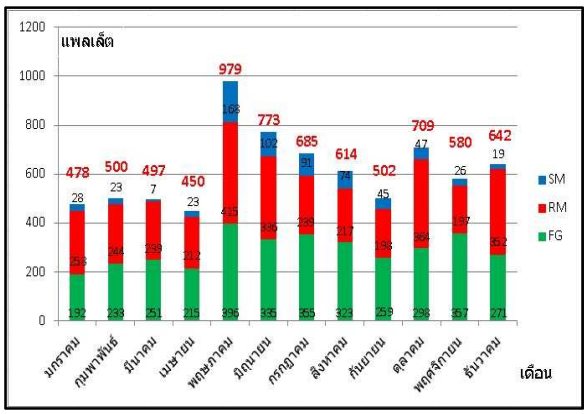
4.1 วิเคราะห์การไหลของวัสดุ

คลังสินค้าของโรงงานหลวงอาหารสำเร็จรูปที่ ๑ อำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ มีหน้าที่จัดเก็บปัจจัยการผลิตทั้งหมด (Raw Materials: RM) ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (Semi-finished Good: SM) และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (Finished Goods: FG) เช่น น้ำข้าวกล้อง สตรอเบอร์รี่อบแห้ง มะเขือเทศอบแห้ง น้ำดื่มดอยคำขนาด 600 มิลลิลิตร และขนาด 20 ลิตร ผลิตภัณฑ์ทาขนมปัง แยมบ๊วย ลิ้นจี่ในน้ำเชื่อม เห็ดแชมปิญอง และพีชในน้ำเชื่อม โดยแสดงผังการไหลของผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้า ดังรูปที่ 7และจะทำการจัดเก็บโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ พื้นที่สำหรับการเก็บปัจจัยการผลิต พื้นที่สำหรับการเก็บผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป และพื้นที่ในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป เพื่อความสะดวกในการค้นหาขนย้าย [8, 9, 10]

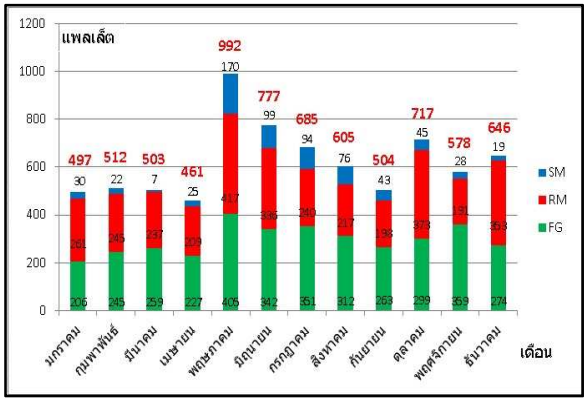


รูปที่ 7 ผังการไหลของผลิตภัณฑ์ในคลังสินค้า

จากรูปที่ 8 และ 9 เป็นกราฟแสดงผลจำนวนปริมาณของสินค้าที่จัดเก็บไว้ในคลังสินค้าคิดเป็นหน่วยแพลเล็ต โดยสีของแผนภูมิแท่งแบ่งออกเป็น 3 สี ได้แก่ สีฟ้า คือ ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป (SM), สีแดง คือ ปัจจัยการผลิต (RM) และสีเขียว คือ ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป (FG)



รูปที่ 8 ปริมาณการเข้า-ออกของแพลเล็ตในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2554



รูปที่ 9 ปริมาณการเข้า-ออกของแพลเล็ตในแต่ละเดือนของปี พ.ศ. 2555

จากนั้นทำการหาค่าพยากรณ์ โดยนำข้อมูลย้อนหลัง 2 ปีคือ ปี 2554 และ ปี 2555 เพื่อหาค่าพยากรณ์ของปี 2556 ทำการหาค่าพยากรณ์ของผลิตภัณฑ์ทั้ง 12 ชนิด โดยจำแนกเป็นจำนวนแพลเล็ตของแต่ละผลิตภัณฑ์ เพื่อง่ายต่อการคำนวณ [11] รวมทั้งทำการพยากรณ์ผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป และปัจจัยการผลิตทั้งหมด โดยผลการพยากรณ์ได้แสดงในตารางที่ 5

หลังจากที่ทำการพยากรณ์ และได้ค่าพยากรณ์ของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่มในแต่ละเดือนแล้ว ผู้ดำเนินโครงการทำการตรวจสอบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ โดยการหาค่าความคาดเคลื่อนระหว่างค่าจริง และค่าพยากรณ์ พบว่าค่าความคาดเคลื่อนน้อยกว่า 10% ดังแสดงดังตารางที่ 6 ซึ่งถือว่าข้อมูลที่ได้จากการพยากรณ์นั้นมีความน่าเชื่อถือ [2]

ตารางที่ 5 ค่าพยากรณ์ของปี พ.ศ. 2556

เดือน	RM	SM	FG	ผลรวม
มกราคม	172	35	244	451
กุมภาพันธ์	164	23	294	481
มีนาคม	148	4	349	501
เมษายน	203	33	275	511
พฤษภาคม	373	215	456	1044
มิถุนายน	270	115	396	780
กรกฎาคม	224	110	410	744
สิงหาคม	251	97	377	725
กันยายน	221	46	315	582
พฤศจิกายน	268	59	359	686
ตุลาคม	270	36	441	747
ธันวาคม	177	14	336	527

ตารางที่ 6 ค่าความผิดพลาดจากค่าพยากรณ์กับค่าจริงของปี พ.ศ. 2556

ช่วงเวลา	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	434	451	4%
2	448	482	8%

ตารางที่ 6 (ต่อ) ค่าความผิดพลาดจากค่าพยากรณ์กับค่าจริงของปี พ.ศ. 2556

ช่วงเวลา	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
3	526	501	5%
4	540	511	5%
5	966	1044	8%
6	719	781	9%
7	687	744	8%
8	767	725	5%
9	625	582	7%
10	632	686	9%
11	688	747	9%
12	489	527	8%

4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม

นำข้อมูลเบื้องต้นที่ได้มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า ระดับความสำคัญนั้นของแต่ละพื้นที่จะมีความสำคัญไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการไหลของวัสดุของการทำงานเป็นหลัก โดยแบ่งเป็นพื้นที่ ๆ ดังนี้

1) พื้นที่จุดพักสินค้ามีความสำคัญระดับสูงสุดคือ ระดับ A

2) ประตูทางเข้า-ออกคลังสินค้ามีความสำคัญระดับสูงสุดคือ ระดับ A

3) ห้องสำนักงานมีความสำคัญระดับรองลงมาคือ ระดับ E

4) พื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์มีความสำคัญระดับรองลงมาคือ ระดับ E

5) ห้องเก็บสารเคมีมีความสำคัญระดับรองลงมาคือ ระดับ I

6) พื้นที่ทำงานของพนักงานมีความสำคัญระดับรองลงมาคือ ระดับ U

4.3 เขียนแผนภาพความสัมพันธ์

เมื่อนำผลการวิเคราะห์การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ของกิจกรรม ซึ่งได้เขียนอยู่ในรูปของแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังแสดงในรูปที่ 10 มาพิจารณาร่วมกันจะสามารถเขียนเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ โดย

พิจารณาความสัมพันธ์กิจกรรมต่าง ๆ ของแต่ละแผนกในตำแหน่งและทิศทางที่เหมาะสม ดังรูปที่ 11

4.4 คำนวณหาพื้นที่ที่ต้องการ

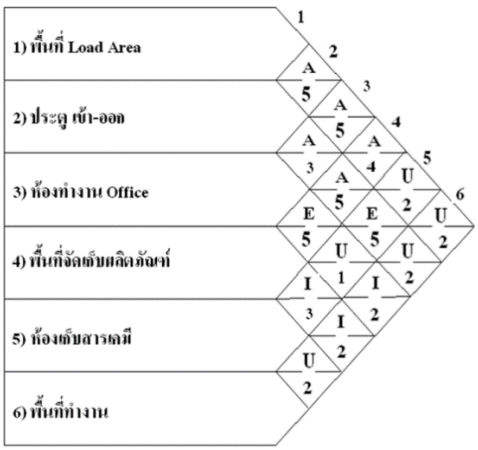
นำค่าพยากรณ์มาใช้ในการหาจำนวนชั้นวางสินค้าเพื่อที่จะออกแบบ และวางแผนผังคลังสินค้าได้ โดยได้สรุปจำนวนชั้นวางสินค้าออกมาได้ดังนี้จำนวนชั้นวางได้ทั้งหมด 1,044 ชั้นวาง และได้ทำการเพิ่มจำนวนชั้นวางตามกำลังการผลิตที่เพิ่มขึ้นอีก 5 ปีข้างหน้าขึ้น 40% จะได้เป็น 1,468 ชั้นวาง

4.5 ทำการจัดเนื้อที่ที่ต้องการกับเนื้อที่ที่หาได้ ให้สมดุลกัน

ซึ่งพื้นที่ในงานวิจัยนี้ คือ 1,600 ตารางเมตร สามารถรองรับชั้นวางสินค้าได้ประมาณ 1,500–1,600 ชั้นวาง ขึ้นอยู่กับรูปแบบการวางผังคลังสินค้า ซึ่งพื้นที่ที่หาได้นั้นเพียงพอต่อการจัดเก็บวัตถุดิบ สินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสินค้าสำเร็จรูป

4.6 เขียนแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อที่ และทำการปรับปรุงผังคลังสินค้าตามข้อพิจารณาการปรับปรุงและข้อจำกัด

เมื่อได้แผนภูมิความสัมพันธ์กิจกรรมการผลิตแล้ว ก็มาทำการออกแบบผังโรงงานทางเลือกในรูปแบบต่าง ๆ ได้ทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ ผังคลังสินค้าแบบตัว I, แบบตัว L, แบบตัว U และแบบตัว V ดังแสดงในรูปที่ 12, 13, 14 และ 15 ตามลำดับ

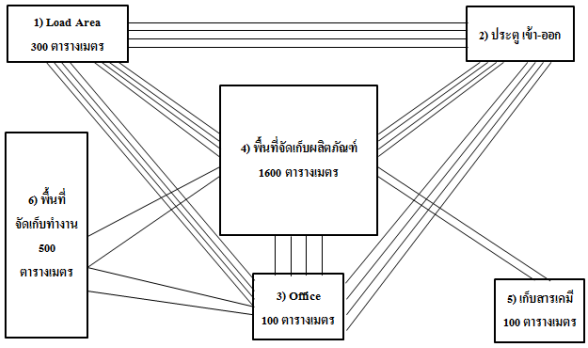


รูปที่ 10 แผนภูมิกิจกรรมความสัมพันธ์

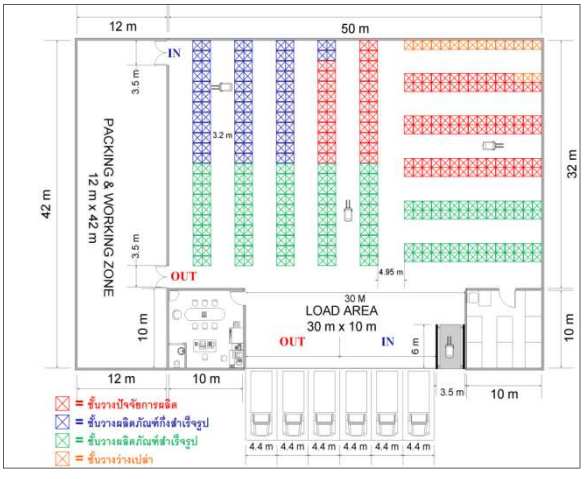
ความสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์	สัญลักษณ์
A	ความสัมพันธ์มากที่สุด	
E	ความสัมพันธ์มาก	
I	ความสัมพันธ์สำคัญ	
O	ความสัมพันธ์ใกล้ชิดปกติ	
U	ความสัมพันธ์ไม่สำคัญ	

รหัส	เหตุผล
1	ไม่ใช้ประโยชน์ร่วมกัน
2	ใช้อุปกรณ์ร่วมกัน
3	สะดวกในการค้นหา
4	ง่ายต่อการขนย้าย
5	ง่ายต่อการตรวจสอบ

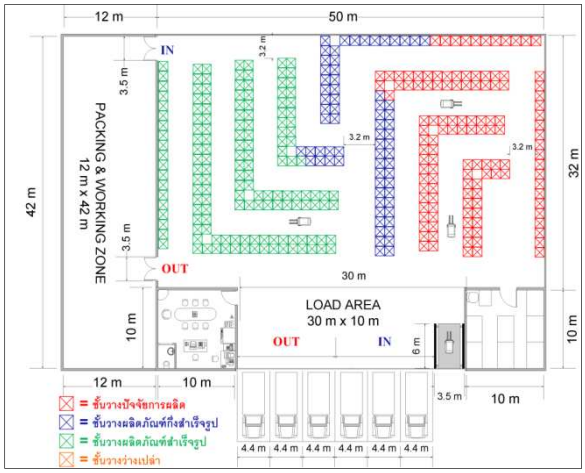
รูปที่ 10 (ต่อ) แผนภูมิกิจกรรมความสัมพันธ์



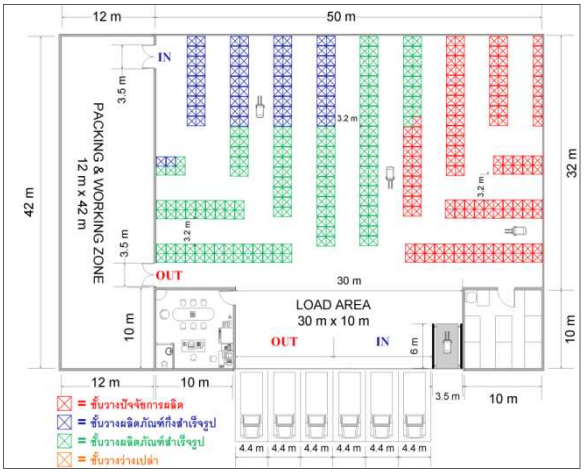
รูปที่ 11 แผนภาพความสัมพันธ์



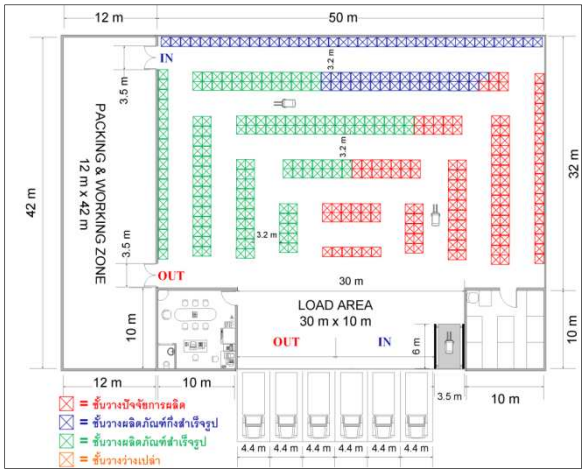
รูปที่ 12 แผนผังการจัดเก็บสินค้าแบบตัว I



รูปที่ 13 แผนผังการจัดเก็บสินค้าแบบตัว L



รูปที่ 15 แผนผังการจัดเก็บสินค้าแบบตัว V



รูปที่ 14 แผนผังการจัดเก็บสินค้าแบบตัว U

4.7 ประเมินผล (คัดเลือกผังคลังสินค้า)

จากนั้นทำการเปรียบเทียบ และคัดเลือกรูปแบบผังคลังสินค้าที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เทคนิค AHP ในการเลือกผังคลังสินค้า และใช้ข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบความสามารถของแต่ละแบบทั้ง 4 แบบ

รายละเอียด	แบบตัว I	แบบตัว L	แบบตัว U	แบบตัว V
เสาต้นแรก (บาท)	17,100	17,100	17,100	17,100
ต้นเสาถัดไป (บาท)	13,450	13,450	13,450	13,450
จำนวนตนเสาแรก	21	29	24	29
จำนวนต้นเสาถัดไป	172	144	152	156
ค่ารวมต้นเสาแรก (บาท)	359,100	495,500	410,400	495,500
ค่ารวมต้นเสาถัดไป (บาท)	2,313,400	1,936,800	2.044,400	2,098,200
ค่าใช้จ่ายรวม	2,672,500	2,432,700	2,454,800	2,594,100
ความสามารถใจการจัดเก็บ (แพลเล็ต)	1,540	1,384	1,404	1,468
ระยะทางในการเคลื่อนย้าย แต่ละแผนกรวมเฉลี่ย (เมตร)	680.950	690.136	704.034	734.708
ค่าใช้จ่ายต่อ (แพลเล็ต)	1,735	1,758	1,748	1,767

จากการประยุกต์ใช้เทคนิค AHP เพื่อหาค่าน้ำหนักของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกผังคลังสินค้า และค่าน้ำหนักจากการเปรียบเทียบแบบคลังสินค้าผ่านเกณฑ์จะได้ผลการคำนวณหาค่าน้ำหนัก ดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งจากการตรวจสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องและอัตราส่วนของความสอดคล้อง พบว่าค่า C.R ของเมตริกซ์ของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา และเมตริกซ์ของการเปรียบเทียบแบบคลังสินค้าผ่านเกณฑ์ทุกค่ามีค่าน้อยกว่า 10% ดังแสดงในตารางที่ 8 ซึ่งแสดงว่าข้อมูลสามารถยอมรับได้ [12]

ตารางที่ 8 ตารางแสดงค่าน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาแบบเป็นคู่ ๆ และน้ำหนักที่ได้จากการเปรียบเทียบแบบคลังสินค้าผ่านเกณฑ์แบบเป็นคู่ ๆ

ปัจจัย	**น้ำหนัก**				
	ความสามารถในการจัดเก็บ	**ระยะทาง**	**ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต**	**ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย**	**C.R**
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา	0.54	0.27	0.12	0.06	0.07
แบบที่ I	0.57	0.54	0.05	0.54	0.04
แบบที่ L	0.06	0.28	0.27	0.27	0.07
แบบที่ U	0.06	0.14	0.12	0.12	0.06
แบบที่ V	0.22	0.04	0.56	0.06	0.07

	ความสามารถในการจัดเก็บ	ระยะทาง	ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย		น้ำหนัก		
แบบที่ I	0.57	0.54	0.05	0.54	ความสามารถในการจัดเก็บ	0.54	แบบที่ I	0.49
แบบที่ L	0.06	0.28	0.27	0.27	ระยะทาง	0.27	แบบที่ L	0.16
แบบที่ U	0.06	0.14	0.12	0.12	ค่าใช้จ่ายต่อแพลเล็ต	0.12	= แบบที่ U	0.09
แบบที่ V	0.22	0.04	0.56	0.06	ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	0.06	แบบที่ V	0.20

รูปที่ 16 การคูณเมตริกซ์ระหว่างน้ำหนักของเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาเลือกผังคลังสินค้า และค่าน้ำหนักจากการเปรียบเทียบแบบคลังสินค้าผ่านเกณฑ์

จากนั้นทำการหาผลคูณของเมตริกซ์ค่าที่ทำการเปรียบเทียบแบบคลังสินค้าผ่านเกณฑ์ และเมตริกซ์ค่าน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ ดังแสดงในรูปที่ 16 พบว่าค่าคะแนนน้ำหนักที่ได้ของผังคลังสินค้าแบบ I มีค่าเท่ากับ 0.49, แบบ L มีค่าเท่ากับ 0.16, แบบ U มีค่าเท่ากับ 0.09 และแบบ V มีค่าเท่ากับ 0.20 โดยมีค่า C.R เท่ากับ 0.04 ซึ่งถือว่าการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยมีความสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกัน [6] ดังนั้นสามารถสรุปผลได้ว่าผังคลังสินค้าแบบ I เป็นผังคลังสินค้าที่มีความเหมาะสมที่สุด

5. สรุปผลการวิจัย

ผลการดำเนินงานงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ แบบผังคลังสินค้าที่เหมาะสมที่สุด คือ แบบ I โดยมีความสามารถในการจัดเก็บสินค้าได้มากที่สุด คือ 1,540 แพลเล็ต โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

พื้นที่ที่ 1 (สีเขียว) พื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป 640 แพลเล็ต

พื้นที่ที่ 2 (สีน้ำเงิน) พื้นที่จัดเก็บผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จรูป 304 แพลเล็ต

พื้นที่ที่ 3 (สีแดง) พื้นที่จัดเก็บปัจจัยการผลิต 524 แพลเล็ต

พื้นที่ที่ 3 (สีส้ม) พื้นที่จัดเก็บปัจจัยการผลิต 72 แพลเล็ต

ราคาต้นทุนของแบบตัว I มีค่าต้นทุนชั้นวางสินค้าประเภท Selective rack ต่อหน่วยต่ำที่สุด คือ 1,735 บาท และมีระยะทางเฉลี่ยแต่ละแผนกมีระยะทางที่สั้นที่สุด คือ 681 เมตร

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนผ่านในการทำงานวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์พิพัฒน์ หมื่นเปิง ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาในเรื่องของการใช้โปรแกรมการออกแบบ และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เพื่อประกอบการทำปริญญานิพนธ์เป็นอย่างดีที่สุด

เอกสารอ้างอิง

[1] สมศักดิ์ ตรีสัตย์. การออกแบบและวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., 2545.

[2] พิภพ ลลิตาภรณ์. ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต (ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

[3] Richard, L., Francis, L.F. McGinnis, Jr. and John, A. White. Facility Layout and Location: An Analytical Approach. 2nd edition, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1992.

[4] Ronald, G. A. and Charles, R. S. Modeling and Analysis of Manufacturing Systems. 1st edition, 1993, John Wiley & Sons, New York, 1993.

[5] พิภพ ลลิตาภรณ์. การจัดหาทำเลที่ตั้งและการวางผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

[6] Kamal, M., Subhi, A. and Harbi, A. Application of the AHP in project management. *International Journal of Project Management*, 2001; 19: 19-27.

[7] Yoon, K.P. and Hwang, C.L. Multiple Attribute Decision Making: An Introduction, Sage Publications. *International Educational and Professional Pub*, 1995.

[8] กฤษนันท์ ธาดาบดินทร์. การปรับปรุงประสิทธิภาพคลังสินค้าเหล็กแผ่นม้วนรีดร้อนด้วยวิธีการจัดวางแบบแบ่งกลุ่มลำดับชั้นสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2550.

[9] ประเสริฐ ลาดสุวรรณ. การลดระยะทางเคลื่อนที่ย้ายสินค้าในคลังสินค้า โดยใช้ระบบการจัดเก็บแบบแบ่งกลุ่มสินค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการขนส่งและโลจิสติกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2549.

[10] สุเทพ คงทัน. การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น, 2555.

[11] วันชัย ริจิรวนิช. การออกแบบผังโรงงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ด่านสุทธาการพิมพ์, 2545.

[12] มนสุภี เวทีกูล และ ปวีณา เชาวลิตวงศ์. การวิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงานของสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์*, 2555; 3(3): 20-33.