



PLANT LAYOUT DESIGN AND SAFETY MANAGEMENT FOR ROLLER SHUTTER
PRODUCING PLANT

The Engineering Institute of Thailand under H.M. The King's Patronage

การออกแบบผังโรงงานและการจัดการความปลอดภัยของโรงงานผลิตประตูม้วน

PLANT LAYOUT DESIGN AND SAFETY MANAGEMENT FOR ROLLER SHUTTER PRODUCING
PLANT

จूरีพร จิระภัทรศิลป์¹ วัชรินทร์ วิทยกุล² และวีระเกษตร สวนผกา³

¹สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

^{2,3}ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

E-mail: ¹Juree.Jira@gmail.com ²fengwaw@ku.ac.th ³weerakaset.s@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในการทำงานและหาแนวทางในการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ โดยการศึกษารวบรวมผังโรงงานและระบบการจัดการความปลอดภัย ของโรงงานผลิตประตูม้วน การศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือศึกษา รูปแบบการจัดการความปลอดภัย เพื่อให้พนักงานมีความตระหนักถึงความปลอดภัยมากขึ้น โดยการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ ในอดีต และเสนอวิธีการปรับปรุงผังโรงงาน ผลจากการประเมินผังโรงงานทางมีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดอุบัติเหตุจำนวน 5 ปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยมีค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน คือ ระยะทางในการเคลื่อนที่ของวัสดุ ร้อยละ 26.49 ความปลอดภัยในการทำงานร้อยละ 24.27 ,การไหลของวัสดุร้อยละ 21.41 ,การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ร้อยละ 14.30 และการใช้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพร้อยละ 13.49 เมื่อทราบปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานี้ได้เสนอแนวทางวางผังโรงงานออกเป็น 3 ทางเลือก โดยอาศัยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ พบว่าผังโรงงานแบบใหม่สามารถลดระยะทางการเคลื่อนย้ายได้ร้อยละ 60.43

คำสำคัญ : การวางผังโรงงาน, การจัดการความปลอดภัย, กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

ABSTRACT

The research objective is to study the plant layout design and safety management in order to reduce occurrence of accident at work and to set the guideline for accident prevention. The study is divided into 2 parts, the part one is the study of the safety management to promote safety awareness for employees by analyzing the causes of accident in the past and prepare a safety manual. The part two is the study of plant layout to improve and shortening transportation distance. The analysis of plant layout alternatives is composed of 5 factors for criteria decision with are different weighting value, such as transportation distance weighting 26.49 percent, safety at work weighting 24.27 percent, flow of material weighting 21.41 percent, benefit of area used weighting 14.30 percent and used effectively machinery weighting 13.49 percent. The comparison of 3 alternatives of plant layout was based on criteria factors using the Analytical Hierarchy Process (AHP) technique. The study concludes that the new facility lay out enables better performance compared to the existing facility layout and reduce the transportation distance reduce 60.43 percent

KEYWORDS: Layout planning, Safety management, Analytical Hierarchy Process

1. บทนำ

โรงงานกรณีศึกษาเป็น บริษัทผลิตประตุม้วน ขนาดย่อม เช่น มู่ลิ้นรภัย, ประตู หน้าต่างม้วน, ประตูม้วนอุตสาหกรรม และ ประตูม้วนพิเศษแบบต่าง ๆ จากการดำเนินงานที่ผ่านมา ได้มีการเกิดอุบัติเหตุในการทำงาน โดยมีสาเหตุมาจาก การเคลื่อนย้ายของวัสดุระหว่างสถานีงานและการไม่คำนึงความปลอดภัยของพนักงาน ซึ่งจากปัญหาดังกล่าว ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา 2 ส่วน คือ การวางผังโรงงาน และการจัดการความปลอดภัยในโรงงาน

การจัดการความปลอดภัย เป็นการสร้างความปลอดภัยในการทำงาน และป้องกันอุบัติเหตุ โดยการศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ และแนวทางการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ โดยการจัดทำคู่มือความปลอดภัย เพื่อให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัยเพิ่มขึ้น

การออกแบบและวางผังโรงงาน เป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดระยะการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างสถานีงานในกระบวนการผลิต ในการวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ จะมีขั้นตอนสำคัญ คือ การประเมินผังโรงงานทางเลือกที่เหมาะสม ซึ่งมีวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกประเมินทางเลือกที่เหมาะสม

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการความปลอดภัย

จัตุรัสความปลอดภัย (Safety Square) คือ แผนภูมิสรุปปัจจัยสำคัญ 4 ประการ ที่ร่วมประสานกันเป็นระบบงานที่มีความปลอดภัยต่อคนงาน จึงเป็นเสมือนแนวทางเบ็ดเสร็จในการปฏิบัติงานเพื่อบรรลุเป้าหมายทางความปลอดภัยของโรงงาน

1. จัดทำสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยในการทำงาน
 - การจัดวางผังโรงงานให้ปลอดภัย
 - การทำฝาครอบเครื่อง
 - การเลือกใช้เครื่องจักรหรือเครื่องมือที่ปลอดภัย
2. มอบหมาย จัดตั้งองค์กร เพื่อรับมอบอำนาจในการทำงานเพื่อความปลอดภัย
 - คณะกรรมการเพื่อความปลอดภัย
 - เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
 - ผู้ประสานงานเพื่อความปลอดภัย
 - โปรแกรมเพื่อความปลอดภัย
3. ควบคุม ให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างปลอดภัย
 - การฝึกอบรมคนงาน เพื่อความปลอดภัย
 - การตรวจสอบความปลอดภัย
 - การจัดประกวดแข่งขันเพื่อความปลอดภัย
 - โปรแกรมปรับปรุงสภาพการทำงาน
4. ติดตาม โดยฝ่ายบำรุงรักษาเพื่อความปลอดภัย
 - การป้องกันอัคคีภัย
 - การดูแลทำความสะอาด
 - การตรวจสอบสภาพโรงงาน
 - การตรวจสอบสุขภาพอนามัยคนงาน

2.2 การวางแผนอย่างเป็นระบบ

การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ มีลำดับขั้นตอน ซึ่งรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. P Q R S T หมายถึง จะผลิตสินค้าชนิดใด ปริมาณเท่าไร ขั้นตอนการผลิตเป็นแบบไหน ส่วนสนับสนุนมีอะไรบ้าง เวลาที่ใช้ในการจัดส่งนานแค่ไหน

2. การไหลของวัสดุ (Flow of Material) ใช้วิเคราะห์ปริมาณการไหลของวัสดุ ทิศทางลำดับขั้นตอนการไหลและพื้นที่ที่เกี่ยวข้องของกระบวนการผลิต
3. แผนภูมิความสัมพันธ์ (Relationship Chart) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่าง ๆ ในแต่ละแผนก พื้นที่ทำงานและพื้นที่สิ่งสนับสนุน
4. เนื้อหาที่ต้องการได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาของกระบวนการผลิต เครื่องจักร อุปกรณ์ต่าง ๆ และสิ่งอำนวยความสะดวก จากนั้นนำไปปรับเปรียบเทียบกับเนื้อหาที่ทำได้แล้วเขียนเป็นแผนภาพความสัมพันธ์ของเนื้อหา
5. การรวบรวมข้อมูล เพื่อประกอบการพิจารณาปรับปรุงเปลี่ยนแปลงภายใต้ข้อจำกัดเชิงปฏิบัติตามแนวคิดที่เป็นไปได้ จากนั้นควรตรวจสอบว่าแผนการใดเหมาะสมที่สุดในเชิงปฏิบัติ
6. การประเมินผล เลือกแผนการที่เหมาะสมที่สุดโดยการวิเคราะห์แล้วเปรียบเทียบในเชิงเหตุผล

2.3 การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process) เป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมากเริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเพื่อหาน้ำหนักของแต่ละเกณฑ์ก่อนหลังจากนั้นจึงนำทางเลือกทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือกโดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ
2. กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจ สำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่
3. สร้างแผนภูมิลำดับชั้นหรือแบบจำลองของการตัดสินใจ
4. ให้น้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การประเมินและเปรียบเทียบค่าความสำคัญของปัจจัย ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหาเป็นคู่ในรูปแบบของเมตริก
5. วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index, C.I.) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency ratio, C.R.)
6. เปรียบเทียบค่าความสำคัญของปัจจัยหรือทางเลือกของระดับถัดขึ้นมาก่อนหน้านี้และวิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของปัจจัยค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อมูล
7. วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของทางเลือกต่าง ๆ ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา โดยพิจารณาค่าน้ำหนักรวมของปัจจัยจากระดับที่หนึ่งลงไปสู่ระดับต่ำสุด ซึ่งเป็นค่าน้ำหนักทางเลือก ภายใต้วัตถุประสงค์ของปัญหา

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 การจัดการความปลอดภัย

โดยการเก็บข้อมูลสถิติและสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในโรงงาน เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์และจัดทำแนวทางป้องกันอุบัติเหตุในโรงงาน

3.2 การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ

ศึกษารูปแบบและขั้นตอนกระบวนการผลิตอย่างละเอียด แผนภูมิความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิตในโรงงานกรณีศึกษาและออกแบบผังโรงงานทางเลือก 3 ผังโรงงาน

3.3 การประเมินผังทางเลือกโดยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

3.3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินเลือกผังโรงงาน

โดยการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยเป็นคู่ ๆ และสลับคู่ปัจจัยทางเลือกเพื่อเปรียบเทียบ ค่าความสำคัญของปัจจัยจนครบทุกคู่ปัจจัยต่าง ๆ และออกแบบสอบถามเพื่อสัมภาษณ์ผู้จัดการโรงงาน

3.3.2 การเลือกผังโรงงานที่เหมาะสม

หาคำน้้ำหนักผังโรงงานด้วยการเปรียบเทียบผังโรงงานทางเลือกออกเป็นคู่ ๆ ภายใต้ปัจจัยที่ใช้ประเมินการเลือกผังโรงงานในแต่ละปัจจัยด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งเกณฑ์การให้คะแนนค่า้้ำหนักแสดงในตารางที่ 1 โดยผังโรงงานทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด คือ ผังโรงงานที่มีค่า้้ำหนักรวมมากที่สุด เมื่อพิจารณาภายใต้ปัจจัยที่ใช้ในการเลือกผังโรงงาน

3.2.3 การวิเคราะห์ความไวของปัจจัยต่าง ๆ

การวิเคราะห์ความไวของปัจจัยต่าง ๆ จะช่วยให้ทราบถึงความไวต่อการเปลี่ยนแปลงแต่ละปัจจัยสำหรับการเลือกผังโรงงาน โดยหากค่า้้ำหนักของแต่ละปัจจัยมีการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งผลกระทบต่อค่า้้ำหนักโดยรวมอย่างรวดเร็วมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 1 ค่า้้ำหนักความสำคัญในการตอบแบบสอบถาม

ค่า้้ำคัญ	นิยาม
1	มีความสำคัญเท่ากัน
3	มีความสำคัญมากกว่าพอประมาณ
5	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัด
7	มีความสำคัญมากกว่าอย่างเด่นชัดมาก
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง
2, 4, 6, 8	เป็นความสำคัญระหว่างกลางของค่า้้ำที่กล่าวไว้ข้างต้น

4. ผลการวิจัย

4.1 การจัดการความปลอดภัย

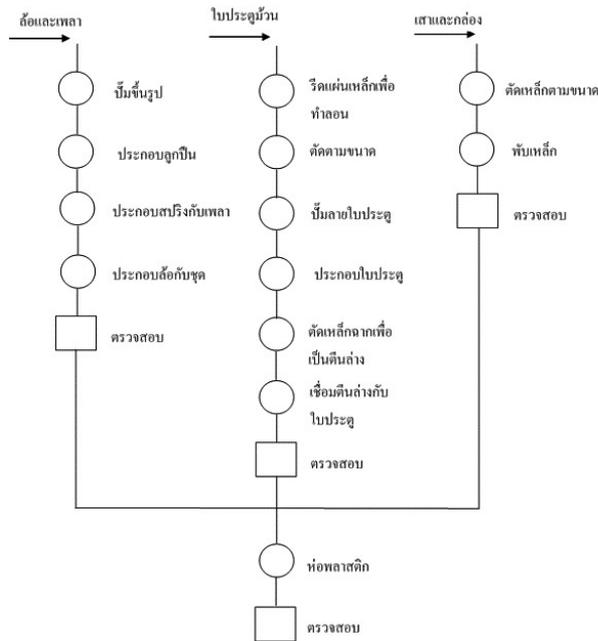
จากการเก็บข้อมูลสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น และหาแนวทางป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดอุบัติเหตุและแนวทางป้องกัน

สาเหตุ	แนวทางการป้องกัน
การไม่ใส่อุปกรณ์ส่วนบุคคลขณะทำงาน	จัดทำคู่มือความปลอดภัยและอบรมพนักงานให้มีความรู้ความเข้าใจในการใช้อุปกรณ์ส่วนบุคคล
การเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละสถานีงาน	ปรับระยะทางระหว่างสถานีงาน มีการใช้อุปกรณ์ช่วยขนย้ายวัสดุ
การวางวัสดุ สิ่งของกีดขวางทางเดิน	จัดทำ 5ส เพื่อความเป็นระเบียบในการจัดเก็บสิ่งของ
ความประมาท เหม่อลอย ขณะทำงาน	จัดอบรมและจัดสื่อประชาสัมพันธ์ ให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัย

4.2 การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ

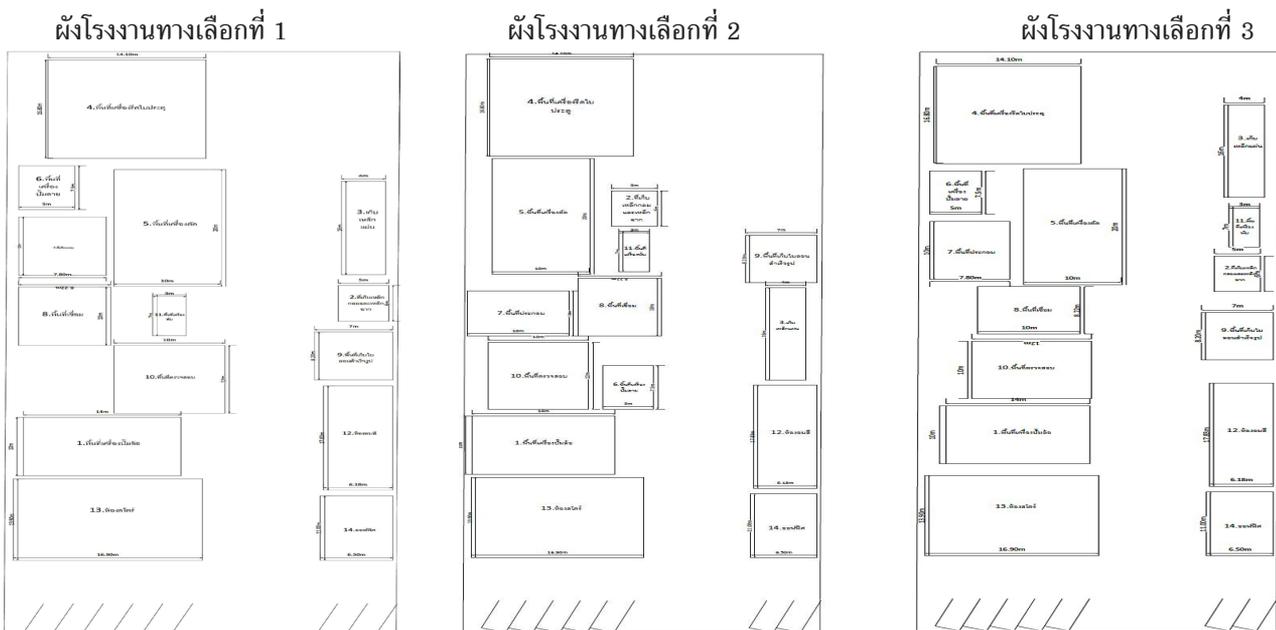
จากการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โรงงานกรณีศึกษา ตามหลักและทฤษฎีของการออกแบบวางผังโรงงาน จึงศึกษากระบวนการผลิต ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภูมิกระบวนการผลิตโรงงานกรณีศึกษา

4.2.1 ผังโรงงานทางเลือก

การออกแบบผังโรงงานที่มีความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง จำนวน 3 ทางเลือก โดยในการออกแบบจะคำนึงความสัมพันธ์และความใกล้ชิดของแต่ละแผนก ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผังโรงงานทางเลือก

4.3 การประเมินผังทางเลือกโดยวิธีลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

4.3.1 ปัจจัยที่ใช้ในการประเมินผังโรงงานทางเลือก

ค่าน้ำหนักปัจจัยที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการประเมินผังโรงงานทางเลือกแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ

ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (ร้อยละ)
1. ระยะการเคลื่อนย้ายวัสดุ	26.49
2. ความปลอดภัยในการทำงาน	24.27
3. การไหลของวัสดุ	21.41
4. การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	14.35
5. การใช้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพ	13.49

4.3.2 การเลือกผังโรงงานที่เหมาะสม

นำข้อมูลมาวิเคราะห์น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยของแต่ละผังโรงงานทางเลือกภายใต้ปัจจัยต่าง ๆ โดยแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักของผังโรงงานทางเลือกภายใต้ปัจจัยการตัดสินใจ 5 ปัจจัย และเปรียบเทียบระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุในการผลิตของผังโรงงานเก่าและผังโรงงานทางเลือกดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าน้ำหนักของผังโรงงานทางเลือกภายใต้ปัจจัยการตัดสินใจ 5 ปัจจัย

ปัจจัยที่ใช้ในการตัดสินใจ	ค่าน้ำหนักของปัจจัย (ร้อยละ)	ผังโรงงานทางเลือก		
		1	2	3
ระยะการเคลื่อนย้ายวัสดุ	26.49	54.83	21.07	24.10
ความปลอดภัยในการทำงาน	24.27	50.00	25.00	25.00
การไหลของวัสดุ	21.41	47.98	11.50	40.55
การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	14.35	30.90	11.00	58.10
การใช้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพ	13.49	26.10	41.10	32.80
ค่าน้ำหนักรวม		44.84	21.49	33.67

ตารางที่ 5 ระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุในการผลิตของผังโรงงานเก่าและผังโรงงานทางเลือก

ผลิตภัณฑ์	ระยะทางการเคลื่อนที่ของวัสดุในการผลิต (เมตร)			
	ปัจจุบัน	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	ทางเลือกที่ 3
ล้อและเพลลา	220.4	114.1	100.5	106.9
ใบประตูม้วน	142.9	109.8	147.3	122.6
เสาและกล่อง	79	43.4	96.6	70.3
รวม	442.3	267.3	344.4	299.8

5. สรุป วิจารณ์และข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบและการจัดการความปลอดภัย มาช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุในโรงงานกรณีศึกษา ในการประเมินเลือกผังโรงงานเพื่อให้ได้ผังโรงงานที่เหมาะสม ด้วยวิธีการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ จากการศึกษาวิจัย ในส่วนของการจัดการความปลอดภัย ได้มีการจัดทำคู่มือความปลอดภัยและการอบรมพนักงานให้ใส่ใจในส่วนของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เพื่อเป็นการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ และในส่วนของประเมินเลือกผังโรงงาน พบว่า ผังโรงงานทางเลือกที่ 1 เป็นผังโรงงานที่เหมาะสมที่สุด คำนวณหนัก 44.84% ภายใต้ปัจจัยการตัดสินใจ 5 ปัจจัย ได้แก่ ระยะการเคลื่อนที่ของวัสดุ, ความปลอดภัยในการทำงาน, การไหลวัสดุ, การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ และ การใช้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพ และจากการเปรียบเทียบระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุของผังโรงงานแบบเก่ากับผังโรงงานแบบใหม่ สามารถลดระยะทางได้ 60.43%

ข้อดีของงานวิจัยการวางผังโรงงานกรณีศึกษานี้ จะช่วยลดระยะทางในการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างสถานีงาน เส้นทางขนส่งไม่กลับไปกลับมา ซึ่งทำให้อุบัติเหตุในการทำงานลดลง และในการจัดการความปลอดภัย มีส่วนช่วยให้พนักงานตระหนักถึงความปลอดภัยมากขึ้นและเข้าใจถึงการใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล แต่ในส่วนของรูปแบบการตัดสินใจเลือกผังโรงงาน อาจจะมีการสอบถามบุคคลมากกว่าหนึ่ง อาจจะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีกว่า

รูปแบบปัญหาในงานวิจัยนี้เป็นเพียงกรณีหนึ่งในโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้เท่านั้น ดังนั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ในโรงงานอื่น ๆ ควรมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยการตัดสินใจตามโรงงานแต่ละแห่งหรือนโยบายของผู้บริหาร

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์, “การออกแบบวางผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต”, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด กรุงเทพฯ, 2541.
- [2] ประจวบ กล่อมจิตร์, “การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม”, สำนักพิมพ์ ซีเอ็ด กรุงเทพฯ, 2555.
- [3] รัชนีวรรณ ตั้งเผ่าพงศ์, “การวิเคราะห์ทางเลือกในการวางผังโรงงาน กรณีศึกษาโรงประกอบเครื่องปรับอากาศ”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [4] วิฑูรย์ ตันศิริมงคล, “กระบวนการตัดสินใจที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก”, 2542:39-55.
- [5] วิฑูรย์ ลิมะโซคดี, วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์, “วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2543.
- [6] สมศักดิ์ ตรีสัตย์, “การออกแบบและวางผังโรงงาน”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, กรุงเทพฯ, 2556.
- [7] อภิชัย ฤตวิรุฬห์, กฤษณะ แต่งยามา, ชาญวิทย์ นฤชาติวรพันธ์, ฌภัทร เสือเสนา, “การออกแบบผังโรงงานและการจัดการด้านวัสดุ ความปลอดภัยของโรงงานผลิตรถสี่ล้อเคลื่อนที่”, รายงานการวิจัย สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2547.