

การวิเคราะห์ทางเลือก การวางแผนโรงงานของ สายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า

มนัสภูมิ เวทีภูล^a และ ปวีณา เชาวลิตรวงศ์^{b,*}

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ ประเทศไทย 10330

Email: puktanoy@hotmail.com^a, paveena.c@chula.ac.th^{b,*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการวิเคราะห์ทางเลือกการวางแผนโรงงานสำหรับการติดตั้งสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้าเพิ่มอีก 1 สายการผลิต เพื่อรองรับการสั่งผลิตที่เพิ่มขึ้น การดำเนินงานวิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวคิดการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบในการวางแผนโรงงานทางเลือก และได้นำเสนอขั้นตอนวิธีการในการเลือกผังโรงงานที่เหมาะสมที่อาศัยพื้นฐานของการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจอย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้นำวิธีการวิเคราะห์งานระหว่างกระบวนการผลิตตามทฤษฎีของ Little's Law ร่วมกับการวิเคราะห์โดยใช้วิธีกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ ซึ่ง Little's Law สามารถช่วยวิเคราะห์เลือกกระบวนการที่มีปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิตน้อย ถือได้ว่าเป็นหนึ่งในปัจจัยสู่ความสำเร็จของอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ด้วยการจัดความสูญเสียและการไหลอย่างต่อเนื่องตามหลักการผลิตแบบทันเวลาพอดี สำหรับการนำวิธีกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์มาประกอบการศึกษาเนื่องจากต้องการให้ผู้บริหารและผู้มีส่วนรับผิดชอบในพื้นที่ของโรงงานมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ โดยการสำรวจความคิดเห็นและได้กำหนดปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกผังโรงงานจากคะแนนที่มีค่ามากกว่า 80% ซึ่งมีทั้งหมด 4 ปัจจัย คือ การไหลของวัสดุที่มีประสิทธิภาพ ต้นทุนของผังโรงงานระยะทางในการขนย้ายวัสดุและการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ตามลำดับความสำคัญ จากผลของการวิจัยปรากฏว่าผังโรงงานทางเลือกที่ได้จะให้ปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิตต่ำสุด และค่าน้ำหนักคะแนนจากวิธีกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์สูงสุด รวมทั้งผังโรงงานทางเลือกได้รับการอนุมัติจากผู้บริหาร จึงมั่นใจได้ว่าเป็นผังโรงงานที่มีความเหมาะสมมากที่สุด

คำสืบค้น

การวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ, การวิเคราะห์งานระหว่างกระบวนการผลิต, วิธีกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์

Analysis of Front-axle Line Layout Alternatives

Monsupee Wateekul^a and Paveena Chaovalitwongse^{b,*}

Department of Industrial Engineering,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University,
Bangkok 10330, Thailand
E-mail: puktanoy@hotmail.com^a, paveena.c@chula.ac.th^{b,*}

ABSTRACT

This research aims to analyze layout alternatives in order to increase capacity by installation of new front-axle production line. This research applies the systematic layout planning to design layout alternatives and presents an algorithm to evaluate the best alternatives. By considering and analyzing criteria that are related to and effect decision-making, this research applies the Little's Law approach with the analysis of hierarchy process. The Little's Law is applied to analyze minimum work in process to eliminate waste, and to encourage continuous flow, which is the key to success in automotive industries. This leads to constant production according to the just-in-time concept. Because the decision from the management and responsible persons is required, the analysis of hierarchy process is considered. This research work defines related decision criteria which are scored greater than 80% in order to evaluate the best alternative. There are 4 such criteria. The material flow performance is determined as the most relative importance. The second most important criterion is the cost of plant layout. The third is the distance of material logistic, and the forth is the utilization of plant area in order of importance. In this research, the best alternatives are showed as the minimum work in process and the highest score of the analysis of hierarchy process. These results, along with the plant layout, have been approved by the managements and the responsible persons. Therefore, this alternative can be ensured that it is the best one.

KEYWORDS

Systematic layout planning, work in process, analysis hierarchy process.

I. บทนำ

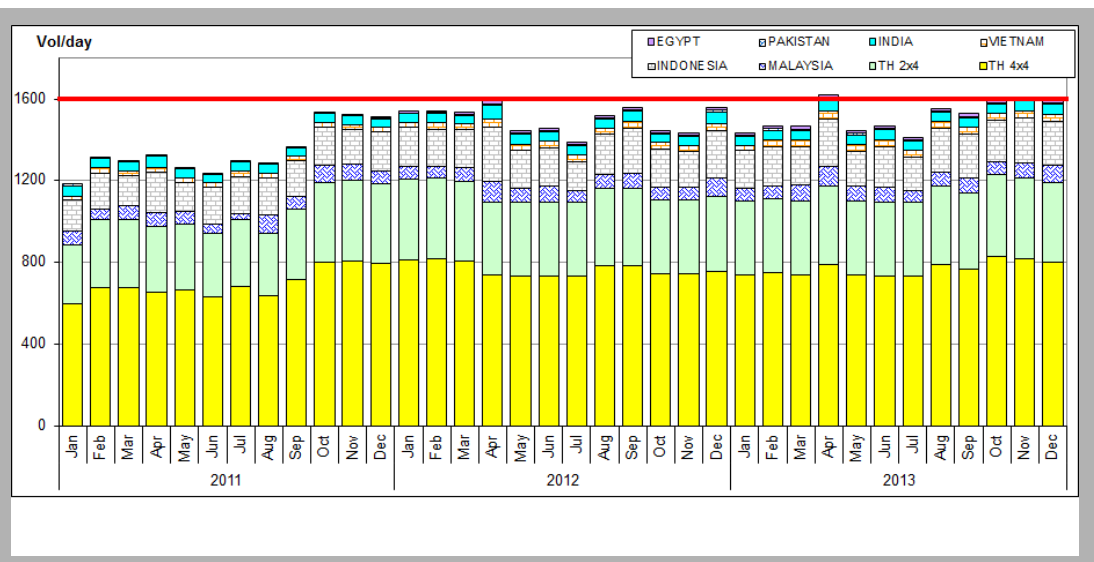
อุตสาหกรรมรถยนต์ถือเป็นหนึ่งในสินค้าอุปโภคบริโภคที่มีความต้องการตามการขยายตัวของสภาพเศรษฐกิจ ดังนั้นในการผลิตของอุตสาหกรรมรถยนต์จึงเป็นการผลิตตามความต้องการจากคำสั่งซื้อของลูกค้าที่มีการขยายตัวเป็นหลัก โดยปัจจุบันวงการอุตสาหกรรมรถยนต์มีการเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว ดังเช่นข้อมูลวิชาการจากสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (สศอ.) กระทรวงอุตสาหกรรมถึงข้อสรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2554 และแนวโน้มปี 2555 คือภาวะอุตสาหกรรมรถยนต์ในปี 2555 คาดว่าจะมีการผลิตรถยนต์ประมาณ 2,000,000 คัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 33 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา อันเป็นผลจากการลงทุนผลิตรถยนต์รุ่นใหม่และรถยนต์ยี่ห้อใหม่ที่เริ่มผลิตในประเทศ เพื่อจำหน่ายในประเทศและส่งออกต่างประเทศสำคัญในเอเชีย ตลอดจนการฟื้นตัวของอุตสาหกรรมรถยนต์ภายหลังจากปัญหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ของประเทศ และการกระตุ้นยอดจำหน่ายจากนโยบายรถยนต์คันแรก [1] ประกอบกับการที่ประเทศไทยจะก้าวสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี 2558 ทำให้ภูมิภาคอาเซียนได้รับประโยชน์ทางด้านภาษี ดังนั้นจึงสามารถคาดการณ์ได้ว่าในอีก 3 ปีข้างหน้าจะมีอัตราการขยายตัวสูงในอุตสาหกรรมรถยนต์ ส่งผลให้เกิดการแข่งขันในด้านส่วนแบ่งทางการตลาดและทางธุรกิจของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์สูงเช่นกัน โดยการมุ่งเน้นที่จะตอบสนองต่อความต้องการผลิตที่เพิ่มขึ้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการเพิ่มสายการผลิตก็เป็นหนึ่งในวิธีที่จะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตได้ จึงต้องทำการออกแบบผังโรงงานที่เหมาะสมในการรองรับสายการผลิตที่เพิ่มขึ้น และทำให้ต้นทุนการผลิตลดลง ก่อให้เกิดการแข่งขันผลิตภัณฑ์ในด้านราคา และสามารถเป็นผู้นำทางการตลาดได้

II. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตและประกอบชิ้นส่วนรถยนต์แห่งใหญ่ของประเทศไทย มีศูนย์การผลิตอยู่ในแถบภาคกลาง มีผลิตภัณฑ์อยู่ในประเภทของรถยนต์และชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับประกอบรถยนต์ โดยกระบวนการที่นำมาทำเป็นกรณีศึกษาสำหรับโรงงานแห่งนี้ คือกระบวนการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า (Front Axle) เนื่องจากมีความสามารถในการผลิตต่ำเมื่อเทียบกับความต้องการของตลาดที่สูง เริ่มจากแผนการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า (Front Axle) ได้รับแผนการผลิตจากแผนกวางแผนการผลิต (Production Planning) ล่วงหน้าเป็นระยะเวลา 3 ปี ดังรูปที่ 1 พบว่ามีอัตราการขยายตัวของยอดการสั่งผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้าจากบริษัทในเครือ ทั้งในและต่างประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 จนถึงปี พ.ศ. 2556 เท่ากับ 1,600 คู่ต่อ 1 วัน หรือเทียบกับปี พ.ศ. 2553 มีอัตราที่สูงขึ้นถึง 50.4%

รูปที่ 1

แผนการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า (Front Axle) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554 ถึงปี พ.ศ. 2556



ปัจจุบันสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้ามีเวลามากที่สุดที่สามารถใช้ในการผลิตชิ้นงานเท่ากับ 44 วินาที หรือเท่ากับ 1,363 คู่ต่อ 1 วัน ซึ่งไม่สามารถที่จะตอบสนองต่อยอดการสั่งผลิตที่สูงขึ้นที่ 1,600 คู่ต่อ 1 วันได้ ดังนั้นเมื่อมีการขาดส่งสินค้า ส่งผลให้มีความเสี่ยงในการที่บริษัทจะเกิดความสูญเสียปริมาณการผลิตรถยนต์ ตามเป้าหมาย ไม่สามารถครองส่วนแบ่งทางการตลาดได้ และเกิดการล่าช้าในการส่งมอบสินค้าให้กับลูกค้า ก่อให้เกิดการเสียความไว้วางใจจากลูกค้า จนลูกค้าต้องหันไปซื้อรถยนต์ยี่ห้ออื่นแทน ด้วยเหตุนี้ทางโรงงานจึง จำเป็นที่จะต้องหาแนวทางการพัฒนาและแก้ไข เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตให้สามารถรองรับกับยอดการสั่งผลิตที่ เพิ่มขึ้น และเป็นการรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดอันดับ 1 ให้คงอยู่

จากการวิเคราะห์เบื้องต้น พบว่าการเพิ่มกำลังการผลิตด้วยการปรับปรุงสายการผลิตปัจจุบันไม่สามารถทำได้ เนื่องจากมีเครื่องจักรที่เป็นคอขวด (Bottleneck Station) อยู่ ถึงแม้จะเดินเครื่องจักรเต็มกำลังการผลิตแล้วก็ยังไม่สามารถผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้าในระดับ 1,600 คู่ต่อ 1 วันได้ จึงส่งผลให้จำเป็นต้องตัดสินใจเพิ่มกำลังการผลิตด้วยการติดตั้งสายการผลิตชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้าขึ้นอีก 1 สายการผลิต ดังนั้นการวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการ วิเคราะห์ทางเลือกการวางผังโรงงานที่มีความเหมาะสมในการรองรับสายการผลิตที่เพิ่มขึ้น

III. แนวคิดในการแก้ปัญหา

การออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) มีความสำคัญ คือสามารถผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่องด้วยต้นทุนที่ต่ำเนื่องจากมีผังโรงงานที่ดี ทำให้สามารถควบคุมการผลิตได้ง่าย ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพดีเพื่อส่งลูกค้าได้ทันตามกำหนดเวลา มีการใช้ทรัพยากรการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ได้ผลกำไรคุ้มค่างบกับเวลาและการลงทุนไปในการทำธุรกิจ การวางผังเน้นให้ทำการศึกษา เก็บข้อมูลกิจกรรมที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นของโรงงานปัจจุบัน 5 ประการสำคัญ (PQRST) เพื่อให้ทราบว่ามีการผลิตงานที่ทำการผลิตใดบ้าง (P) ปริมาณการผลิตเป็นเท่าใด (Q) ข้อมูลปริมาณการไหล เส้นทางการไหล (R) ส่วนสนับสนุนการผลิตที่เกี่ยวข้อง (S) และเวลาที่ใช้ในการผลิต (T) เพื่อจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงตามขั้นตอนการออกแบบ โดยมีขั้นตอนในการออกแบบดังรูปที่ 2 [2] ซึ่งเป็นระบบวิธีการปรับปรุงและออกแบบกระบวนการผลิตที่มีทั้งความเรียบง่ายของกระบวนการออกแบบ และมีวัตถุประสงค์ในการประเมินแบบหลายเงื่อนไข (Multiple-Criteria) เช่นเดียวกันกับวิธีอัลกอริทึมที่ใช้แก้ปัญหาวัตถุประสงค์เชิงคุณภาพและวิธีการแบบทั่วไปที่ไม่มีโครงสร้างแนวทางการประเมินผลแบบหลายเงื่อนไข โดย Fafandjel *et al.* [3] ได้ประยุกต์ใช้วิธีการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ เพื่อเป็นแนวทางใหม่ของการวางผังการผลิตที่อยู่ในโครงการวิจัยและพัฒนาของอุตสาหกรรมผู้ต่อเรือ โดยวิธีที่นำมาใช้ในการเลือกผังโรงงานที่มีความเหมาะสมจะมุ่งเน้นที่งานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) ดังสมการที่ 1 เนื่องจากอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ให้ความสำคัญกับระบบการผลิตแบบทันเวลา (Just in Time, JIT) และระบบคัมบัง (Kanban) โดยใช้ทฤษฎีของ Little's Law [4]

$$WIP = TH \times CT \quad (1)$$

WIP = ปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิต; TH = อัตราผลผลิต; CT = รอบเวลา

การเลือกผังโรงงานที่มีความเหมาะสมนั้น เป็นการยากที่จะหาสมมติฐานหรือสมการที่ระบุช่วงเวลาในกระบวนการของการผลิตอย่างแม่นยำได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) เข้ามาพิจารณาในการออกแบบผังโรงงานทางเลือกที่มีความแตกต่างกัน โดยเทคนิคนี้มีการใช้อย่างแพร่หลายและมีความน่าเชื่อถือในกรณีที่มีความหลากหลายของปัจจัย [5]

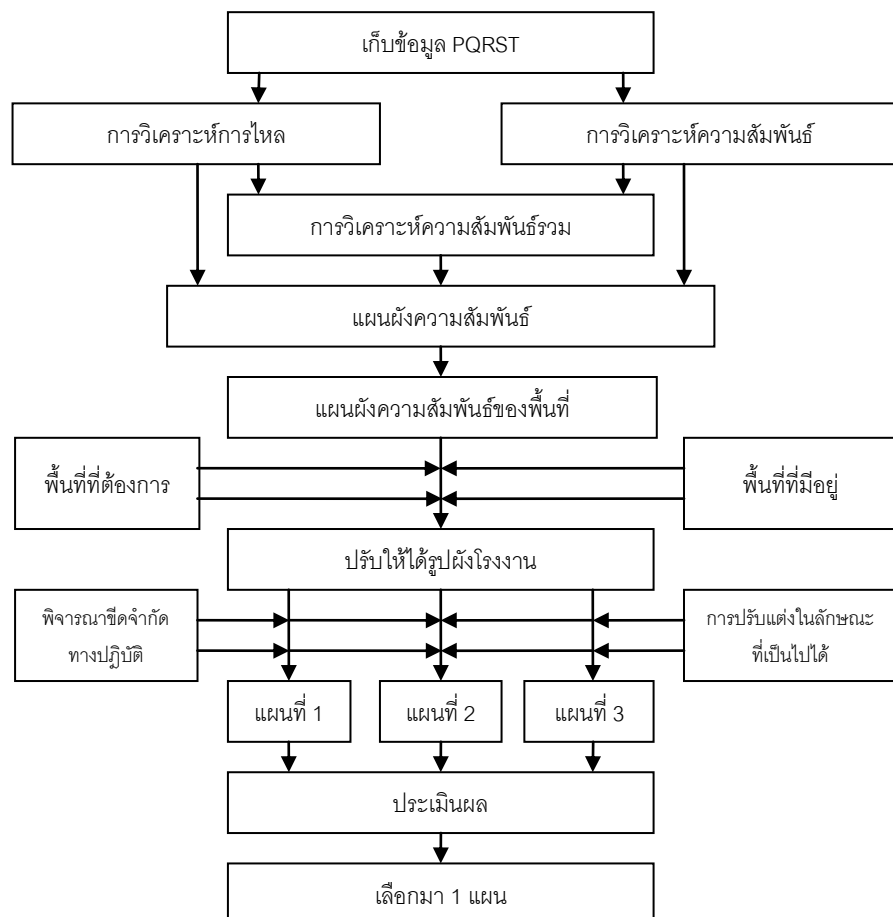
นอกจากนี้ยังได้พิจารณาวิธีการหาลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพมาก กระบวนการที่ว่านี้ได้รับการคิดค้นเมื่อทศวรรษที่ 1980 โดยศาสตราจารย์ Thomas Saaty แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย [6] เริ่มต้นด้วยการเปรียบเทียบ “ลำดับความสำคัญ” ของเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจ เพื่อหา “น้ำหนัก” ของแต่ละเกณฑ์ก่อน หลังจากนั้นจึงนำ “ทางเลือก” ที่มีทั้งหมดมาประเมินผ่านเกณฑ์ดังกล่าว เพื่อจัดลำดับความสำคัญของแต่ละทางเลือก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่ และสร้างรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์และทางเลือกที่เกี่ยวข้อง ดังรูปที่ 3
2. เปรียบเทียบหาค่าความสำคัญของปัจจัยเป็นคู่ ๆ (Pairwise Comparison) โดยจัดให้อยู่ในรูปของเมตริกซ์ ($n \times n$) ดังแสดงในตารางที่ 1 เมตริกซ์ของการเปรียบเทียบจะแสดงถึงความสำคัญแบบสัมพัทธ์ (สำคัญมากกว่าไปหาน้อย) โดยปกติจะใช้ขนาด (Scale) จาก 1 ถึง 9 โดยกำหนดขนาดเมตริกซ์

พิจารณาปัญหาการตัดสินใจด้วย M ทางเลือก ด้วยการพิจารณาจาก N เกณฑ์ โดยที่ L_i คือทางเลือก (เมื่อ $i = 1, 2, 3, \dots, M$); A_j คือเกณฑ์ในการตัดสินใจ (เมื่อ $j = 1, 2, 3, \dots, N$); W_j คือน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์; a_{ij} คือค่าความสำคัญ (หรือตัววัดสมรรถนะ) ของเกณฑ์และทางเลือก (สำหรับ $i = 1, 2, 3, \dots, M$ และ $j = 1, 2, 3, \dots, N$) จากนั้นจะทำการหาค่าความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Ratio, C.R) เพื่อทดสอบการเปรียบเทียบเป็นคู่ว่าสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลหรือไม่ [7]

รูปที่ 2

ขั้นตอนการวางแผนผัง
โรงงานอย่างมีระบบ
(Systematic Layout
Planning, SLP)



ระดับชั้นที่ 1:

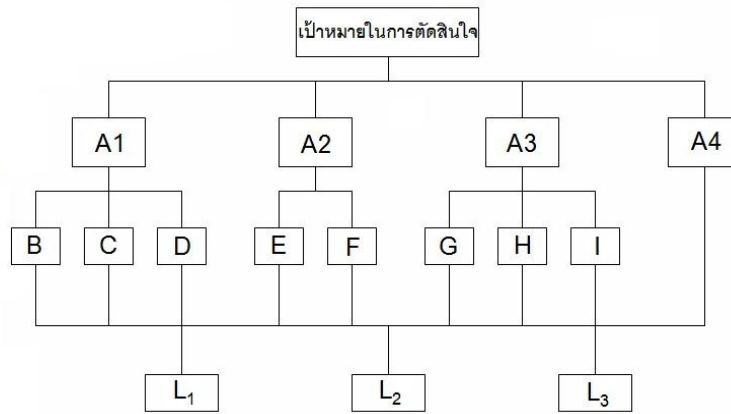
เป้าหมายหรือปัญหา

ระดับชั้นที่ 2:

เกณฑ์ในการตัดสินใจหลัก

ระดับชั้นที่ 3:

เกณฑ์ในการตัดสินใจรอง

ระดับชั้นที่ 4: ทางเลือก**รูปที่ 3**

การจัดโครงสร้างลำดับชั้น

	เกณฑ์การตัดสินใจ				
ทางเลือก	A_1	A_2	A_3	...	A_N
	W_1	W_2	W_3	...	W_N
L_1	$a_{1,1}$	$a_{1,2}$	$a_{1,3}$	...	$a_{1,N}$
L_2	$a_{2,1}$	$a_{2,2}$	$a_{2,3}$	...	$a_{2,N}$
L_3	$a_{3,1}$	$a_{3,2}$	$a_{3,3}$	...	$a_{3,N}$
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
L_M	$a_{M,1}$	$a_{M,2}$	$a_{M,3}$	...	$a_{M,N}$

ตารางที่ 1เมตริกซ์การเปรียบเทียบ
เป็นคู่

IV. การแก้ไขปัญห

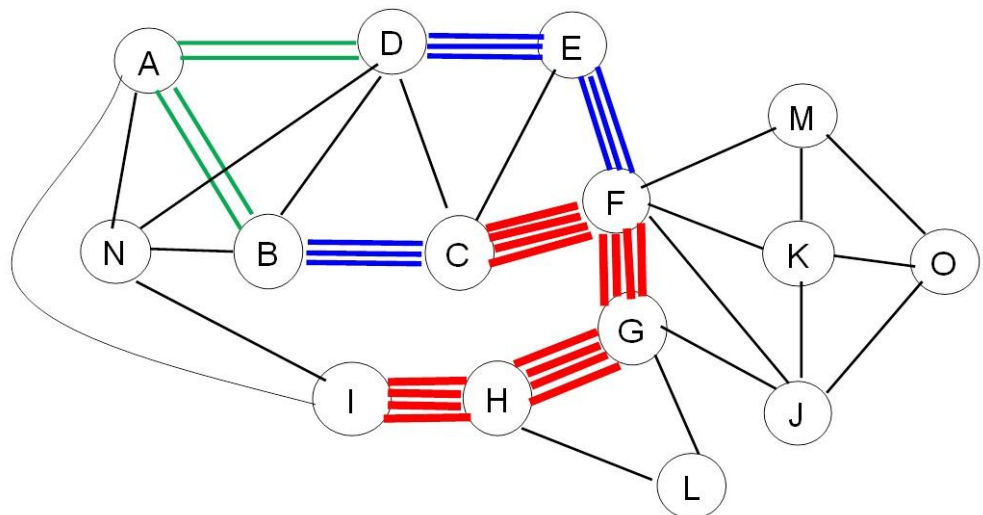
4.1 การวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP)

จากขั้นตอนการออกแบบผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) ดังรูปที่ 2 จะต้องเริ่มเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องของโรงงานกรณีศึกษา ทั้งสภาพผังโรงงานปัจจุบัน, ชนิดและปริมาณผลิตภัณฑ์ที่จะผลิต คือชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้ารุ่น 4x4 และ 2x4 ที่มียอดการสั่งผลิตล่วงหน้าเป็นระยะเวลา 3 ปี, ลำดับขั้นตอนการผลิตจากหน่วยงานหนึ่งไปยังอีกหน่วยงานหนึ่งอย่างละเอียดตั้งแต่รับวัตถุดิบจนผลิตเป็นชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า, พื้นที่ของแต่ละหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง จากการวัดขนาดของผังโรงงานปัจจุบัน, เวลาที่ใช้ในการผลิตจากการจับรอบเวลาการทำงานในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกระบวนการผลิตจากแผนภูมิการทำงาน (Operation Process Chart, OPC) และแผนภูมิการไหล (Process Flow Chart) เพื่อศึกษาขั้นตอนและความสัมพันธ์ของการผลิต เวลาที่ใช้ในการผลิตและการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนระหว่างหน่วยงาน และศึกษาความหนาแน่นการไหลของชิ้นส่วนระหว่างหน่วยงานด้วยเทียวยของการขนย้ายชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้าเป็นเวลา 1 วัน ด้วยแผนภูมิจาก-ไป (From-To Chart) เพื่อหาระดับความสัมพันธ์

A	บริเวณจุดรับวัตถุดิบ	1
B	บริเวณจุดสต็อกวัตถุดิบขนาดใหญ่	1 2 O 3
C	บริเวณจุดเก็บวัตถุดิบขนาดใหญ่แยกตามชนิดข้างสายการผลิต	1 2 3 O 3 1 U 4
D	บริเวณจุดสต็อกวัตถุดิบขนาดเล็ก	1 2 3 4 O 3 O U 5
E	บริเวณชั้นเก็บแยกตามชนิดชั้นส่วนของวัตถุดิบขนาดเล็ก	1 2 3 4 5 O 3 A 3 U U 7
F	บริเวณสายการผลิตชุดบังคับล้อเลียนำรุ่น 4x4, 2x4	1 2 3 4 5 6 7 8 A U O U U U U U 9
G	บริเวณบรรจุหีบห่อ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 A 3 U U U U U U U U 13
H	บริเวณคลังสินค้า	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 A 3 O 4 O U U U U O 4 U
I	จุดส่งของ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 U U 4 O 4 U U U U 4 U
J	ห้องตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 U U O 4 U 4 U U U
K	ห้องเก็บเครื่องมือและอุปกรณ์	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 O U 4 U U U U U
L	พื้นที่จัดประชุม	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 U 2 U O O 2
M	โรงซ่อมบำรุง	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 U O U 2
N	ห้องคั่นบัง	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 U 2
O	ห้องโคเซ็น	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

ความสัมพันธ์	ระดับความสัมพันธ์	สัญลักษณ์
A	ความสัมพันธ์มากที่สุด	
E	ความสัมพันธ์มาเป็นพิเศษ	
I	ความสัมพันธ์มาก	
O	มีความสัมพันธ์แบบธรรมดาหรือน้อย	
U	มีความสัมพันธ์น้อยที่สุด	

รหัส	เหตุผล
1	การไหลของวัสดุ
2	ใช้อุปกรณ์ร่วมกัน
3	ง่ายต่อการขนย้าย
4	ความสะดวก
5	ใช้คนงานร่วมกัน

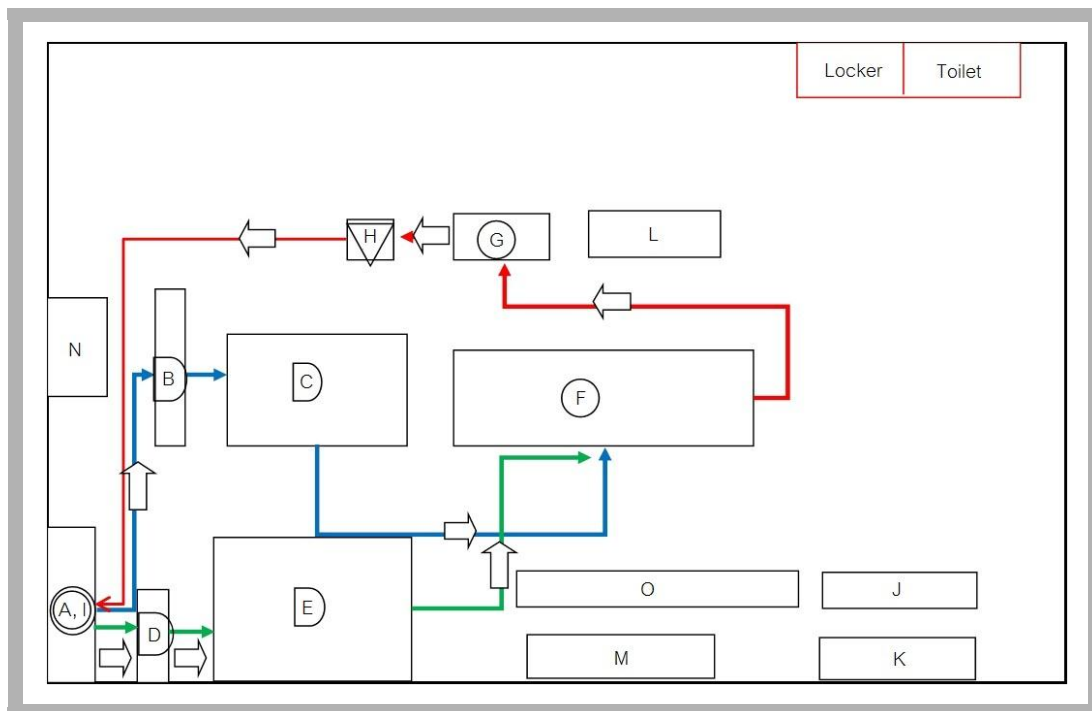


รูปที่ 4

แผนภูมิความสัมพันธ์
กิจกรรมการผลิต

เมื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ด้วยแผนภูมิความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 4 ซึ่งเป็นการพิจารณาถึงระดับความสัมพันธ์ในแต่ละกิจกรรมของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งจะจัดลำดับความสัมพันธ์จากมากไปหาน้อยตามปริมาณการไหลระหว่างหน่วยงาน ($A \rightarrow E \rightarrow I \rightarrow O \rightarrow U$) โดยต้องคำนึงเส้นทางการไหลระหว่างหน่วยงานไม่ให้เกิดการไหลย้อนกลับไปกลับมาหรือมีการไหลที่ติดกันที่จะทำให้เกิดความแออัดและความไม่ปลอดภัยขึ้น และข้อจำกัดทางด้านขนาดพื้นที่ของโรงงาน ขนาดพื้นที่แต่ละหน่วยงาน รวมทั้งหน่วยงานที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้

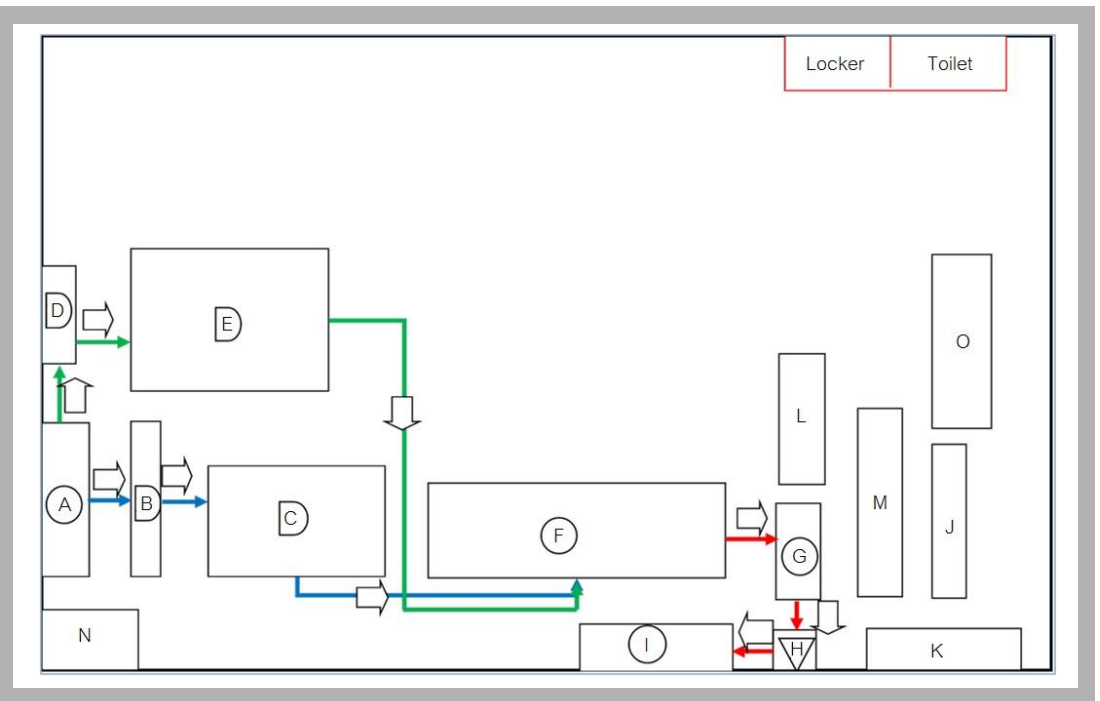
เมื่อได้แผนภูมิความสัมพันธ์กิจกรรมการผลิตแล้ว ก็มาทำการออกแบบผังโรงงานทางเลือกในรูปแบบต่างๆ ได้ทั้งหมด 3 ทางเลือก ดังรูปที่ 5, 6 และ 7 โดยสายการผลิตชุดบังคับเดี่ยวล้อน้ำที่มีการขยายสายการผลิต คือหน่วยงาน F และทุกผังโรงงานยังคงระดับความสัมพันธ์ของกิจกรรมต่างๆ ไว้จากรูปที่ 4 คือ หน่วยงาน C และ F, หน่วยงาน I และ H ต้องอยู่ติดกัน หรือหน่วยงาน D และ E, หน่วยงาน B และ C ต้องอยู่ใกล้กัน เป็นต้น รวมทั้งมีข้อจำกัดทางด้านลักษณะ ขนาดพื้นที่ของโรงงาน และนโยบายของบริษัท



รูปที่ 5
ผังโรงงานทางเลือกที่ 1

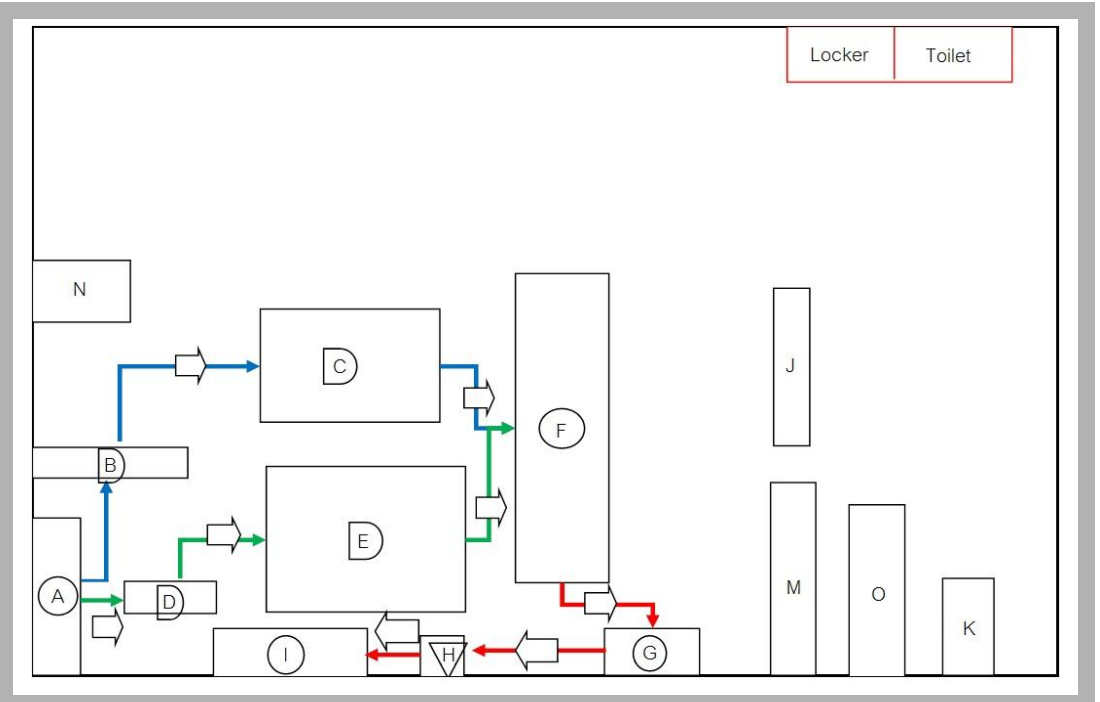
รูปที่ 6

ผังโรงงานทางเลือกที่ 2



รูปที่ 7

ผังโรงงานทางเลือกที่ 3



หมายเหตุ: เส้นสีน้ำเงิน หมายถึง เส้นทางการไหลของวัตถุดิบขนาดใหญ่

เส้นสีเขียว หมายถึง เส้นทางการไหลของวัตถุดิบขนาดเล็ก

เส้นสีแดง หมายถึง เส้นทางการไหลของผลิตภัณฑ์ชุดบังคับเลี้ยวล้อหน้า

4.2 การตัดสินใจเลือกผังโรงงานทางเลือกที่มีความเหมาะสมที่สุด

การเลือกตัวชี้วัดสำหรับใช้ในการตัดสินใจเลือกผังโรงงานทางเลือกมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากถ้าตัวชี้วัดมีการวิเคราะห์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้อย่างครบถ้วนและเหมาะสม ก็จะส่งผลให้การเลือกผังโรงงานทางเลือกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยในงานวิจัยฉบับนี้จะเลือกใช้ตัวชี้วัดในการเลือกผังโรงงานทางเลือก 2 วิธี คือ 1) การพิจารณางานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) ตามทฤษฎีของ Little's Law เนื่องจากอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่มุ่งสร้างศักยภาพการแข่งขันด้วยการขจัดความ

สูญเสียค่า ลดเวลานำในกระบวนการผลิต และมีการไหลทางการผลิตอย่างต่อเนื่องตามหลักการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just in Time, JIT) ทำให้ต้องคำนึงถึงการลดงานระหว่างกระบวนการผลิตด้วยวิธีการวางแผนและเตรียมการผลิตให้พอดีกับความต้องการหรือคำสั่งซื้อ และ 2) วิเคราะห์โดยใช้วิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) เนื่องจากต้องการให้ผู้บริหารและผู้มีส่วนรับผิดชอบในพื้นที่ของโรงงานมีส่วนร่วมในการวิเคราะห์และตัดสินใจปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2.1 การวิเคราะห์งานระหว่างกระบวนการผลิตโดยทฤษฎี Little's Law

จากผังโรงงานทางเลือกทั้ง 3 แบบนำมาหาค่างานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) ตามสมการที่ (1) ซึ่งจะต้องพิจารณาเฉพาะขั้นตอนกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ตั้งแต่การรับวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตจนเป็นผลิตภัณฑ์ชุดบังคับับเลี้ยวล้อหน้า คือขั้นตอนการทำงาน A, B, C, D, E, F, G, H และ I ตามลำดับ ดังรูปที่ 5, 6, และ 7 โดย

Throughput (TH) คือจำนวนการผลิตชุดบังคับับเลี้ยวล้อหน้าต่อ 1 หน่วยเวลา โดยสามารถหาได้จากสถานีงานที่เป็นคอขวด (Bottle Neck) ของสายการผลิต ซึ่งสถานีงานที่เป็นคอขวดในแต่ละแบบของผังโรงงานทางเลือกจะมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะทางของแต่ละสถานีในแต่ละผังโรงงานแตกต่างกันจากการจัดวางตำแหน่งสถานีงานที่แตกต่างกัน โดยการเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Auto CAD จากขนาดของผังโรงงานจริง และแต่ละสถานีงานมีเวลาในการทำงานที่แตกต่างกันจากการจับเวลาการทำงาน

Cycle Time (CT) คือเวลาที่ใช้ในการผลิตชุดบังคับับเลี้ยวล้อหน้าตั้งแต่เริ่มจนจบกระบวนการผลิต ประกอบด้วยเวลาที่เกิดจากการผลิต (Operating Time) และเวลาที่เกิดจากการขนย้ายวัสดุ (Transporting Time) ซึ่งเวลาที่เกิดจากการผลิตในทุกแบบของผังโรงงานทางเลือกจะมีค่าเท่ากัน จากการจับเวลาการทำงานในแต่ละสถานีงาน แต่เวลาในการขนย้ายวัสดุจะแตกต่างกันเพราะระยะทางและตำแหน่งในการวางผังโรงงานที่แตกต่างกัน โดยการเขียนแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Auto CAD จากขนาดของผังโรงงานจริง ซึ่งจะได้ค่าดังนี้

$$\text{ผังโรงงานทางเลือกที่ 1: } WIP = 0.0077 \times 679.94 = 5.24$$

$$\text{ผังโรงงานทางเลือกที่ 2: } WIP = 0.0077 \times 534.22 = 4.11$$

$$\text{ผังโรงงานทางเลือกที่ 3: } WIP = 0.0072 \times 601.86 = 4.33$$

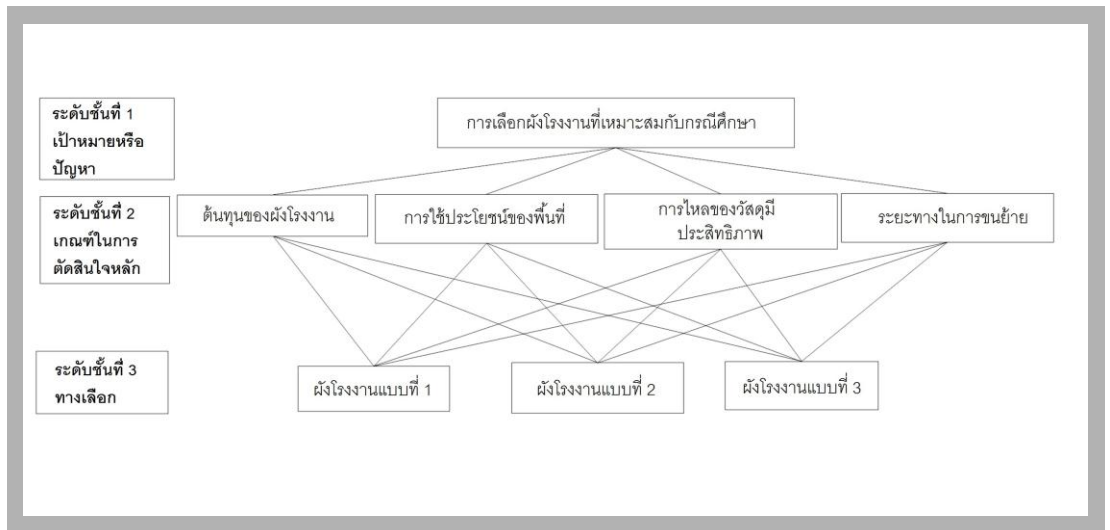
สรุปได้ว่าผังโรงงานทางเลือกที่เหมาะสม คือผังโรงงานทางเลือกที่ 2 เนื่องจากมีค่า WIP ต่ำที่สุด

4.2.2 การวิเคราะห์โดยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP)

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยที่มีความสำคัญและเกี่ยวข้องต่อการตัดสินใจเลือกผังโรงงาน เพื่อนำมาใช้ในการจัดทำแบบสอบถาม ซึ่งจะสัมภาษณ์จากผู้บริหารและผู้มีส่วนรับผิดชอบในพื้นที่ของโรงงาน จำนวน 30 ราย [8] นำผลคะแนนรวมของปัจจัยที่มากกว่า 80% ขึ้นไปจากแบบสอบถาม พบว่ามีทั้งสิ้น 4 ปัจจัยหลัก ที่มีความสำคัญเพื่อนำมาใช้ในการจัดทำโครงสร้างการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และนำไปใช้ในการจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก ตามรูปที่ 8

รูปที่ 8

ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกผังโรงงานกรณีศึกษา



เมื่อทราบปัจจัยเป้าหมาย จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์เป็นคู่ขององค์ประกอบ เปลี่ยนค่าการตัดสินใจให้อยู่ในระดับคะแนน 1-9 วิเคราะห์หาค่าน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยที่สอดคล้องกับค่าน้ำหนักของผังโรงงานทางเลือกแต่ละแบบ โดยวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) ดังหลักเกณฑ์การให้ค่าน้ำหนักคะแนนของปัจจัยดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2

ค่าน้ำหนักความสำคัญ [4]

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

หลักการการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์จากคะแนนที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนมาแปลงเป็นค่าตัวเลขวัดระดับน้ำหนักตามเกณฑ์ความพึงพอใจ เพื่อระบุในตารางเมตริกซ์ของความสัมพันธแบบเปรียบเทียบของปัจจัยเป็นคู่ๆ สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3

เมตริกซ์ของความสัมพันธแบบเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ

ปัจจัย	ต้นทุนของผังโรงงาน	การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	การไหลของวัสดุมีประสิทธิภาพ	ระยะทางในการขนย้ายวัสดุ
ต้นทุนของผังโรงงาน	1	4	0.5	2
การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	0.25	1	0.2	0.33
การไหลของวัสดุมีประสิทธิภาพ	2	5	1	3
ระยะทางในการขนย้ายวัสดุ	0.5	3	0.33	1
รวม	3.8	13.0	2.0	6.3

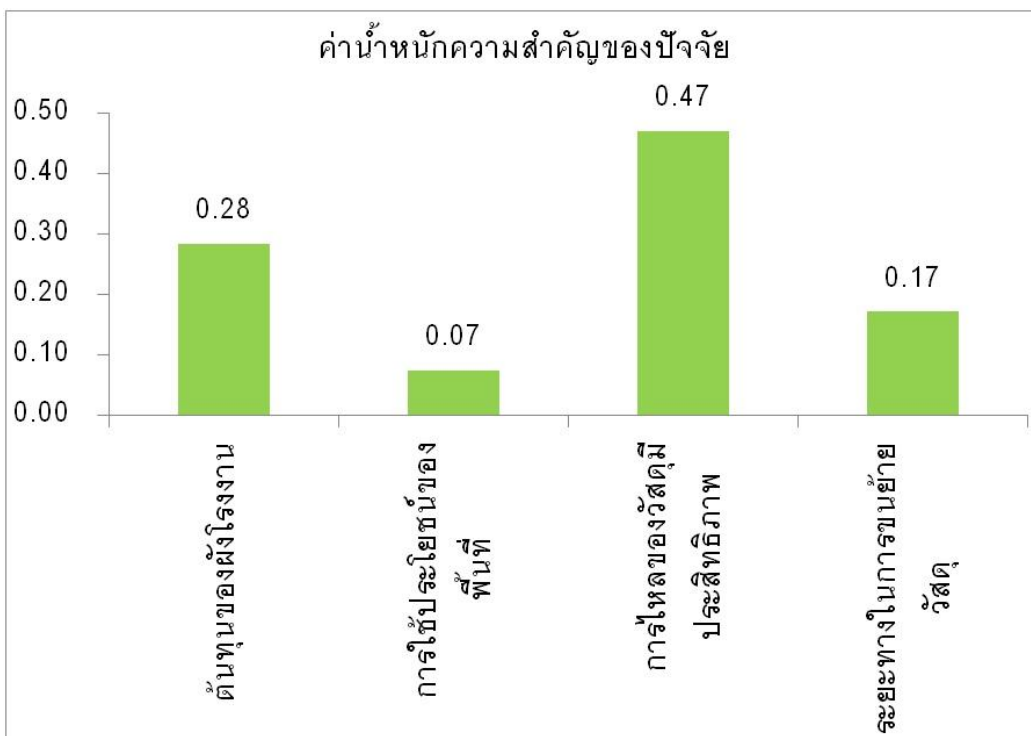
จากนั้นทำการปรับค่าในตารางเมตริกซ์ เพื่อกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยนำเอาตัวเลขแต่ละตัวในแนวตั้งมาหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแนวตั้งแต่ละแถว จากนั้นหาค่าเฉลี่ยตารางเมตริกซ์ในแต่ละแถวในแนวนอน เพื่อกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย โดยนำตัวเลขแต่ละตัวในแถวแนวนอนมาหารด้วยผลรวมของตัวเลขในแถวแนวนอนแต่ละแถว ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4

ปัจจัย	ต้นทุนของผังโรงงาน	การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	การไหลของวัสดุมีประสิทธิภาพ	ระยะทางในการขนย้ายวัสดุ	ผลรวม	ลำดับความสำคัญ
ต้นทุนของผังโรงงาน	0.27	0.31	0.25	0.32	1.15	0.28
การใช้ประโยชน์ของพื้นที่	0.07	0.08	0.10	0.05	0.30	0.07
การไหลของวัสดุมีประสิทธิภาพ	0.53	0.38	0.49	0.47	1.87	0.47
ระยะทางในการขนย้ายวัสดุ	0.13	0.23	0.16	0.16	0.68	0.17

ตารางที่ 4

เมตริกซ์ของความสัมพันธ์แบบเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ

จากผลการคำนวณสามารถแสดงค่าได้ดังรูปที่ 9 พบว่าเกณฑ์การตัดสินใจที่ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องต่อผังโรงงานให้ความสำคัญที่สุด คือการไหลของวัสดุต้องมีประสิทธิภาพสูงถึง 47% และต้องตรวจสอบการวิเคราะห์น้ำหนักของปัจจัยมีความสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลกันหรือไม่ โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency: C.I) และอัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R)



รูปที่ 9

ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยกรณีศึกษา

ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency: C.I) ดังสมการที่ 2 [6]

$$C.I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad (2)$$

อัตราส่วนของความสอดคล้อง (Consistency Ratio: C.R) ดังสมการที่ 3 [6]

$$C.R = C.I \text{ จากการคำนวณ} / RCI \quad (3)$$

โดยในการคำนวณหาค่า C.R นั้นต้องนำผลลัพธ์ของ C.I จากการคำนวณที่ได้มาทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์กับค่า RCI ซึ่ง RCI (Random Consistency Index) [6] ซึ่งเป็นค่า C.I จากการสุ่มตัวอย่างไว้จำนวนมากกว่า 64000 ตาราง เมื่อคำนวณได้ค่าเท่ากับ 1.7% ดังนั้นค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด และค่า C.R นี้ไม่ควรเกิน 9% สำหรับปัจจัย 4 ปัจจัย แสดงว่าการวินิจฉัยสอดคล้องเป็นเหตุเป็นผลซึ่งกันและกัน จากนั้นทำการประเมินค่าทางเลือกด้านผังโรงงานจากการจัดทำแบบสอบถามต่อผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องต่อผังโรงงานจำนวน 30 รายอีกครั้งเพื่อประเมินผลของผังโรงงานทางเลือกที่มีต่อปัจจัยทั้ง 4 แบบ ด้วยการวิเคราะห์วิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ โดยนำลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยมาจัดตารางเมตริกซ์ โดยใช้ผลคูณของลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ กับน้ำหนักของผังโรงงานทางเลือก ดังที่แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5

เมตริกซ์ลำดับความสำคัญ
ของแต่ละปัจจัยของแต่ละ
ผังโรงงาน

ปัจจัย	ต้นทุนของผัง โรงงาน (0.28)	การใช้ประโยชน์ ของพื้นที่ (0.07)	การไหลของวัสดุมี ประสิทธิภาพ (0.47)	ระยะทางในการขน ย้ายวัสดุ (0.17)
ผังแบบที่ 1	0.42	0.34	0.32	0.30
ผังแบบที่ 2	0.38	0.45	0.41	0.36
ผังแบบที่ 3	0.20	0.21	0.27	0.34

ซึ่งจะใช้น้ำหนักของผังโรงงาน คูณกับค่าลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยในแนวตั้ง และหาผลรวมในแถวแนวนอน จะได้ผลลัพธ์ความสัมพันธ์รวมที่ใช้สนับสนุนการเลือกผังโรงงานทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด สามารถสรุปผลได้ว่า ผังโรงงานทางเลือกที่ 2 เป็นผังโรงงานที่มีความเหมาะสมที่สุด จากค่าคะแนนน้ำหนักที่ได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6

ผลลัพธ์ความสัมพันธ์รวม
ของแต่ละปัจจัยกับผัง
โรงงานทางเลือก

ปัจจัย	ต้นทุนของผัง โรงงาน (0.28)	การใช้ ประโยชน์ของ พื้นที่ (0.07)	การไหลของวัสดุ มีประสิทธิภาพ (0.47)	ระยะทางใน การขนย้ายวัสดุ (0.17)	ผลรวม
ผังแบบที่ 1	0.12	0.03	0.15	0.05	0.34
ผังแบบที่ 2	0.11	0.03	0.19	0.06	0.40
ผังแบบที่ 3	0.06	0.02	0.13	0.06	0.26

V. สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากยอดการสั่งผลิตที่เพิ่มสูงขึ้นในอีก 3 ปีข้างหน้า จึงจำเป็นต้องทำการติดตั้งสายการผลิตชุดบังคับ เลี้ยวล้อหน้าเพิ่มขึ้นอีก 1 สายการผลิต ดังนั้นจากการวางแผนผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning, SLP) เพื่อรองรับสายการผลิตที่เพิ่มขึ้นนั้น สามารถวางแผนผังโรงงานทางเลือกได้ 3 แบบ จากนั้น ผู้วิจัยได้พิจารณาใช้แนวทางการวิเคราะห์เพื่อหาทางเลือกรูปแบบของผังโรงงานที่เหมาะสม 2 วิธี ได้แก่ วิธีวิเคราะห์งานระหว่างกระบวนการผลิต (WIP) ตามทฤษฎีของ Little's Law และกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) ได้ผลดังตารางที่ 7

ผังโรงงานทางเลือก	ทฤษฎี	
	WIP	AHP
ผังโรงงานแบบที่ 1	5.24	0.34
ผังโรงงานแบบที่ 2	4.11	0.40
ผังโรงงานแบบที่ 3	4.33	0.26

ตารางที่ 7

ผลการวิเคราะห์ผังโรงงาน
ทางเลือก

โดยการศึกษาวิจัยพบว่า ผลการวิเคราะห์ตามทฤษฎีของ Little's Law ผังโรงงานแบบที่ 2 เป็นผังโรงงาน ที่มีปริมาณงานระหว่างกระบวนการผลิต (Work in Process, WIP) น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 ทางเลือกที่เหลือ และการวิเคราะห์ในวิธีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) พบว่าผังโรงงานแบบที่ 2 ให้ค่า AHP สูงสุด ซึ่งเป็นผังโรงงานที่มีการไหลของกระบวนการผลิตสูงสุด ตามปัจจัยที่มีความสำคัญอันดับแรก อันดับ 2 คือ ต้นทุนของผังโรงงาน และอันดับที่ 3 และ 4 จะเป็นระยะทางในการขนย้ายวัสดุ และการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในกรณีที่การวิเคราะห์ผังโรงงานทางเลือกจากทฤษฎีทั้ง 2 แบบ ได้ผลลัพธ์ในรูปแบบที่แตกต่างกัน การนำไปใช้ควรพิจารณาจากความเหมาะสมตามนโยบายของแต่ละโรงงาน และควรนำการพิจารณาด้วยรูปแบบและทฤษฎีอื่นๆ เพิ่มเติมเพื่อเพิ่มทางเลือกในการตัดสินใจ

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานวิจัยเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. *สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมปี 2554 และแนวโน้มปี 2555*. ธันวาคม 2554. [ออนไลน์]. เผยแพร่: http://www.oie.go.th/industrystatus1_th.asp
- [2] ชัยนนท์ ศรีสุกีนานนท์, *การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต*, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ไอกรีนเพรส จำกัด, 2552.
- [3] N. Fafandjel, R. Rubesa, and T. Matulja, "Improvement of industrial production process design using systematic layout planning," *Strojarstvo*, vol. 51, no. 3, pp. 177-186, 2009.
- [4] W. J. Hopp and M. L. Spearman, *Factory Physics*. Chicago: Irwin, 1996.
- [5] S. Benjaafar, "Design of manufacturing plant layouts with queuing effects," in *Proceedings of the 1998 IEEE International Conference on Robotics & Automation*, Leuven, Belgium, May 1998.
- [6] R. G. Coyle, "A mission-orientated approach to defense planning," *Defense Planning*, vol. 5, no. 4, pp. 353-367, 1989.
- [7] E. Triantaphyllou and S. H. Mann, "Using the analytic hierarchy process for decision making in engineering application: Some challenges," *International Journal of Industrial Engineering: Applications and Practice*, vol. 2, no. 1, pp. 35-44, 1995.
- [8] เสกสรรค์ ตันตระกูล, "การประยุกต์เทคนิค AHP ในการประเมินทางเลือกสำหรับการขนส่งผลิตภัณฑ์เหล็ก," *วิทยานพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการด้านโลจิสติกส์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ*, 2550.

