

การปรับปรุงผังโรงงานของกระบวนการผลิตเครื่องครัวสแตนเลส ด้วย CORELAP และวิธีกราฟ

Plant layout improvement of the stainless-steel cookware manufacturing using CORELAP and graph-based method

ชัยวัฒน์ กิตติเดชา^{1*} สมหมาย สารมารถ¹ และ พุทสาयัน นราพินิจ¹
Chaiwat Kittidecha^{1*}, Sommai Saramath¹ and Puttasayan Narapinij¹

บทคัดย่อ

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้การออกแบบผังโรงงานใหม่มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงนั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้เลือกศึกษากระบวนการผลิตอุปกรณ์ครัวเรือนจากสแตนเลสของโรงงานขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ยังพบปัญหาการวางตำแหน่งเครื่องจักรไม่เหมาะสม เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกันควรจัดวางในตำแหน่งที่ใกล้กันแต่กลับถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ห่างกันทำให้ใช้เวลานานในการขนย้าย ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสินค้าสูงตาม นอกจากนี้จากสภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันที่ยังไม่ดี การแข่งขันในตลาดสูง โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ต้องการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต งานวิจัยนี้ต้องการออกแบบและปรับปรุงผังโรงงานดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นโดยใช้หลักการวางผังด้วย CORELAP (computerized relationship layout planning) และวิธีกราฟ (graph-based method) จากนั้นนำมาเปรียบเทียบกับด้วยค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์ (adjacency based scoring) พบว่ามีคะแนนสูงสุดเท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยเลือกผังโรงงานรูปแบบ CORELAP เนื่องจากกระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear น้อยกว่าและมีพื้นที่เหลือมากกว่าผังโรงงานรูปแบบวิธีกราฟ สามารถลดระยะทางการขนย้ายโดยรวมเปรียบเทียบกับผังปัจจุบันจากเดิม 97.50 เมตร เหลือเป็น 60 เมตร หรือลดลงร้อยละ 38.50 ซึ่งจะลดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการขนย้ายวัสดุหรือต้นทุนการผลิตนั่นเอง

คำสำคัญ: การออกแบบผังโรงงาน CORELAP วิธีกราฟ

Abstract

Improving production efficiency by using new plant layout design as a guideline for improvements can be applied in a variety of industries. We studied the small stainless-steel cookware manufacturing in Chiang Mai province. This factory still had problems with the improper placement of machines. Machines used in successive production processes should be positioned close to each other, but instead of long-distance positions, which cause to use a long time of transportation. As a result, the production cost is high. In addition, the current economic situation is not good

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

¹ Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna

* Corresponding author. E-mail: chaiwatkit@rmuul.ac.th

Received: December 2, 2022; Revised: January 25, 2023; Accepted: February 13, 2023

and market competition is high. Most industrial factories want to increase productivity and reduce production costs. This study was aimed to improve the plant layout to be more efficient by using CORELAP (computerized relationship layout planning) and graph-based method. The adjacency-based scorings were compared and it was found that the highest scores were the same. Therefore, we chose the CORELAP plant layout because the total rectilinear transport distance was less and the remaining space was more than the graph-based method plant layout. It was revealed that the total transportation distance compared with the current layout was reduced from 97.50 meters to 60 meters, or decreased by 38.50 percent. This reduces the overall cost of material handling or manufacturing costs.

Keywords: plant layout design, CORELAP, graph-based method

บทนำ

ประเทศไทยมีการดำเนินการพัฒนาประเทศไปสู่การเป็นสังคมแห่งการอุตสาหกรรมใหม่ ภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง โรงงานส่วนใหญ่ได้มีการนำเอาเครื่องจักรเครื่องมืออุปกรณ์ที่ทันสมัยมาใช้ในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากขึ้น รวมถึงมีกลุ่มอุตสาหกรรมรายย่อยต่าง ๆ มากมาย เช่น อุตสาหกรรมผลิตสินค้าที่ทำจากสแตนเลส เหล็กกล้าออสเทนนิติกสแตนเลส AISI304 (มาตรฐานอเมริกัน) หรือ SUS304 (มาตรฐานญี่ปุ่น) เป็นโลหะที่ใช้มากในอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ ที่มีโครงสร้างจุลภาคเป็นออสเตไนท์ (Lertwichitpan, 2006) เป็นโลหะผสมที่มีส่วนผสมสำคัญคือ นิเกิล โครเมียม คาร์บอน และโลหะอื่น ๆ อีกประมาณ 10 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติเด่น คือ ความแข็งแรง ความทนทาน และต้านทานต่อการกัดกร่อนสูง จึงไม่เป็นที่นิยมไม่ทำปฏิกิริยากับกรดและเกลือที่มีอยู่ในอาหาร รวมทั้งสแตนเลสยังทนความร้อน ความเย็น และการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยฉับพลันได้ดี มีความงาม ดูสวยงาม ง่ายต่อการดูแลรักษาและทำความสะอาด นอกจากนี้สแตนเลสยังเป็นที่วัสดุที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม กล่าวคือสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ด้วยปัจจัยต่าง ๆ

ดังกล่าวจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่สแตนเลสได้รับความนิยมนำมาใช้กันอย่างรวดเร็ว และมีบทบาทในกลุ่มอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Yongthaimetal, 2013)

ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้การออกแบบผังโรงงานใหม่มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงนั้นสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายอุตสาหกรรม เช่น ปรับปรุงผังโรงงานสำหรับการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้โดยออกแบบผังโรงงานออกมาทั้งหมด 3 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 ใช้หลักการ CORELAP รูปแบบที่ 2 ใช้หลักการการวิเคราะห์ข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างแผนก และรูปแบบที่ 3 ใช้หลักการตามกระบวนการผลิต การตัดสินใจเลือกผังที่เหมาะสมใช้วิธีการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นจากการพิจารณา 6 เกณฑ์ ประกอบด้วยค่าระยะทาง ค่าคะแนนความใกล้ชิด ความยืดหยุ่น ความสะดวกสบายและความปลอดภัย (Boonmee, Pichailar, & Matpan, 2022) โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวมีความต้องการที่จะขยายกำลังการผลิตให้เพิ่มมากขึ้น ได้ใช้เทคนิคแผนภูมิความสัมพันธ์ในการหาแนวทางการปรับปรุงการจัดวางผังโรงงาน (Pinchaimoon, Jinta-amomchai, & Sirirak, 2021) หรือกรณีศึกษาโรงงานทำการผลิตชิ้นส่วนช่วงล่างรถบรรทุกที่ประยุกต์วิธีการวางผัง

อย่างเป็นระบบโดยวิเคราะห์การไหลของวัสดุและความสัมพันธ์ของกิจกรรม นำกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ร่วมกับตัวแบบการโปรแกรมเป้าหมายในการตัดสินใจคัดเลือกผังโรงงาน (Chantrasa, 2021) เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมผลิตผลไม้แปรรูปที่มีหลายผลิตภัณฑ์พบว่ามีปัญหาการไหลของวัสดุคือเส้นทางการขนถ่ายวัสดุตัดกันและย้อนกลับมากเกินไป ทำให้เกิดความไม่ปลอดภัยและก่อให้เกิดระยะทางการขนถ่ายวัสดุจึงได้ปรับปรุงผังโรงงานขึ้นมาทั้งหมด 6 แบบ (Chainavakul, Muangwai, & Khanongnuch, 2019) หรือกรณีศึกษากระบวนการผลิตหม้อแปลงไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ปัญหาของผังโรงงานปัจจุบันเพื่อหาความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรมที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่ของโรงงาน โดยนำข้อมูลมาออกแบบผังโรงงานใหม่ตามหลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบให้ได้จำนวน 3 ทางเลือก (Boonrak, Cheewaworanontree, & Tantibadaro, 2021) กรณีศึกษาผู้ผลิตคอมพิวเตอร์โดยรวบรวมข้อมูลพื้นฐานของแต่ละแผนก เช่น ระยะทางและเวลาในการขนย้ายวัสดุ สร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ของกิจกรรมและเขียนแผนภาพในการออกแบบผังโรงงานใหม่ (Homsri, 2021) หรือการจัดผังพื้นที่จัดเก็บในคลังสินค้ากรณีศึกษาโรงงานผลิตยางรถยนต์ด้วยทฤษฎีการแบ่งกลุ่มสินค้าตามลำดับความสำคัญ ABC analysis ร่วมกับทฤษฎี SLP (systematic layout planning) เป็นต้น (Niemsakul, 2019)

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการผลิตอุปกรณ์ครัวเรือนจากสแตนเลสของโรงงานขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่ ที่ยังพบปัญหาการวางเครื่องจักรไม่เหมาะสม เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตที่ต่อเนื่องกันซึ่งควรจัดวางในตำแหน่งที่ใกล้กัน

แต่กลับถูกติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ห่างกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่ไกลและใช้เวลาเคลื่อนที่นาน ผู้วิจัยต้องการออกแบบและปรับปรุงผังกระบวนการผลิตในโรงงานดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากยิ่งขึ้นโดยใช้หลักการวางผังด้วยตรรกะ computerized relationship layout planning : CORELAP และ graph-based method: วิธีกราฟ ซึ่งยังใช้กันไม่แพร่หลายนักในประเทศไทย แต่ในต่างประเทศมีการใช้แพร่หลาย เช่นเดียวกับหลักการวางผังด้วยวิธี computerized relative allocation of facilities technique: CRAFT หรือ automated layout design program: ALDEP และวิธีสลับเปลี่ยนคู่ (pairwise exchange method) ทั้งนี้ในการประเมินคัดเลือกผังโรงงานนี้ ผู้วิจัยนำการประเมินด้วยค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์ (adjacency based scoring) ของแต่ละผังทางเลือกโดยจะเลือกจากค่าที่มีผลรวมสูงสุดซึ่งผังดังกล่าวจะมีระยะทางการไหลของวัสดุที่สั้นลงอีกด้วย

วิธีการศึกษา

1. การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.1 แผนภูมิความสัมพันธ์ (relationship chart) เป็นแผนภูมิแสดงถึงความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม โดยจำแนกระดับความสัมพันธ์เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ A: absolutely necessary เป็นระดับความสัมพันธ์สมบูรณ์แบบที่สุด มีจำนวนไม่เกินร้อยละ 5 ของจำนวนคู่ความสัมพันธ์ E: especially improvement เป็นระดับความสัมพันธ์พิเศษ มีจำนวนไม่เกินร้อยละ 10 ของจำนวนคู่ความสัมพันธ์ I: important เป็นระดับความสัมพันธ์ปานกลาง มีจำนวนไม่เกินร้อยละ 15 ของจำนวนคู่ความสัมพันธ์

O: ordinary เป็นระดับความสัมพันธ์แบบน้อย มีจำนวนไม่เกินร้อยละ 25 ของจำนวนคู่ความสัมพันธ์
 U: unimportant เป็นระดับความสัมพันธ์ที่ไม่มี ความสำคัญ และ X: not desirable เป็นระดับ ความสัมพันธ์ที่ห้ามอยู่ใกล้กัน ทั้งคู่ไม่มีการจำกัด จำนวน จากนั้นก็เปลี่ยนเป็นแผนภูมิเป็นรูปสัญลักษณ์ แทนโดยเขียนในรูปของแผนภาพความสัมพันธ์ ของกิจกรรม (relationship diagram) และคำนวณหา พื้นที่ที่ต้องการโดยสมมูลกับพื้นที่ที่หาได้ แล้วนำ รูปลักษณะพื้นที่ดังกล่าวมาเขียนแผนผังต่อไป (Treesat, 2011)

1.2 Computerized relationship layout planning (CORELAP) เป็นตรรกะในการวางผังโรงงาน โดยใช้ในการสร้างผังตำแหน่งเบื้องต้น (block layout design) โดยนำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม และพื้นที่คือ แผนภูมิความสัมพันธ์ของแต่ละกิจกรรม (relationship chart) เปลี่ยนระดับความสัมพันธ์ เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษเป็นตัวเลขเชิงปริมาณ ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าคะแนนคือ A=4, E=3, I=2, O=1, U=0 และ X=-1 นำมาคำนวณค่าคะแนน ความใกล้ชิดรวมของแต่ละแผนก (total closeness rating: TCR) ในการคำนวณค่า TCR ระดับคะแนน ของความสัมพันธ์แบบ X จะต้องเปลี่ยนเป็นค่าบวก หรือค่าสมบูรณ์ (absolute) จากนั้นพิจารณาเลือก ลำดับการวางแต่ละแผนก (placement sequence) ลำดับที่ 1 เลือกจากแผนกที่มีค่า TCR สูงสุด หากมี ค่าเท่ากันจะเลือกจากแผนกที่มีความต้องการเนื้อที่ สูงกว่า จากนั้นตรวจสอบแผนภูมิความสัมพันธ์เลือก แผนกที่มีระดับความสัมพันธ์เป็น A กับแผนกลำดับ แรกให้อยู่ในลำดับที่ 2 หากมีมากกว่า 2 แผนกให้

เปรียบเทียบค่า TCR ที่แผนกใดที่ TCR สูงกว่าจะถูก เลือก กรณีไม่มีระดับความสัมพันธ์ A จะเลือกระดับ ความสัมพันธ์รองลงมาตามลำดับคือ $A > E > I > O > U$ และต้องตรวจสอบระดับความสัมพันธ์เป็น X กับแผนกที่ถูกจัดเข้ามาในลำดับการวางแล้ว หากพบ ให้กำหนดลำดับแผนกนั้น ๆ อยู่ในลำดับสุดท้าย ดำเนินการเช่นนี้ต่อไปจนวางลำดับครบทุกแผนก จึงเริ่มวางตำแหน่งของแต่ละแผนกโดยกำหนดพื้นที่ แต่ละแผนกเท่ากับ 1 บล็อก วางแผนกลำดับแรก อยู่ตรงกลางของแผนผัง สร้างตำแหน่งทางเลือกจาก ด้านตะวันตกเวียนทวนเข็มนาฬิกาล้อมรอบ คำนวณค่าคะแนนที่ได้จากการวาง (placing rating: PR) ของแต่ละตำแหน่งทางเลือกโดยค่า PR เท่ากับ ผลรวมของค่าคะแนนความสัมพันธ์คูณค่าน้ำหนัก โดยค่าน้ำหนักเท่ากับ 1 กรณีที่ตำแหน่งทางเลือก มีด้านที่ติดกับแผนกที่เลือกวางแล้วเต็มด้าน และค่าน้ำหนักเท่ากับ 0.5 กรณีที่ตำแหน่งทางเลือก มีด้านที่ติดกับแผนกที่เลือกวางแล้วเพียงบางส่วน ตำแหน่งที่มีค่า PR สูงสุดจะถูกเลือก หากพบว่า มีตำแหน่งที่มีค่า PR สูงสุดมากกว่า 2 ตำแหน่งจะ เลือกจากตำแหน่งที่ค่าสูงสุดพบก่อน เมื่อวาง ตำแหน่งครบทุกแผนกจะให้เป็นแผนผังกล่อง ตามความต้องการของแต่ละพื้นที่ (Klomjit, 2012)

1.3 Graph-based method หลักการ ของวิธีกราฟคือการโยงความสัมพันธ์โดยใช้ประโยชน์ จากทฤษฎีกราฟในเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการที่ลดความยุ่งยากของปัญหาในการ วางแผนตั้งแต่ปลายปี 1960 จนถึงปี 1970 (Klomjit, 2012) โดยใช้คะแนนจากแผนภูมิความสัมพันธ์มี รายละเอียด ดัง (Figure 1)

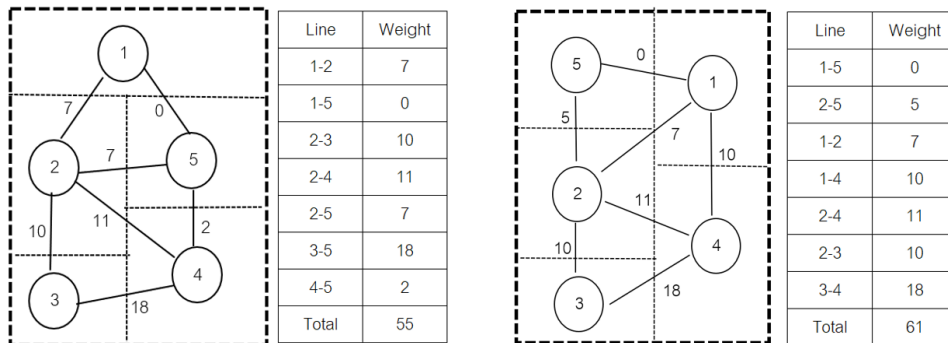


Figure 1 Connecting graphs (Klomjit, 2012).

จาก (Figure 1) ด้านซ้ายสร้างกราฟเชื่อมโยงซึ่งทุก ๆ วงกลมแสดงถึงแผนกและการเชื่อมโยงระหว่างวงกลม 2 วงกลมที่มีติดกันและได้คะแนนรวมเท่ากับ 55 จากนั้นปรับปรุงการวางผังใหม่เส้นกรavnน้ำหนัkd้านขวาได้คะแนนรวมเท่ากับ 61 การรวมค่าน้ำหนักจากกฎการเชื่อมของกราฟคือ

1. ค่าความสัมพันธ์จะไม่คำนึงถึงระยะทาง (แต่ละแผนกอยู่ติดกัน)
2. ขนาดและความยาวของแผนกที่อยู่ติดกันไม่นำมาพิจารณา
3. เส้นกราฟต้องไม่ตัดกัน
4. คะแนนได้จากค่าน้ำหนักในแผนภูมิความสัมพันธ์

ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าคะแนนระดับความสัมพันธ์เหมือนกับวิธี CORELAP คือ A=4, E=3, I=2, O=1, U=0 และ X=-1 โดยมีขั้นตอนการสร้างกราฟดังนี้

1. เลือกคู่แผนกแรกโดยใช้ค่าน้ำหนักค่าสัมพันธ์กันระหว่างแผนกที่สูงที่สุด หากมีมากกว่า 1 คู่ให้เลือกคู่ไหนก็ได้

2. เลือกแผนกที่ 3 โดยใช้ค่าน้ำหนักค่าสัมพันธ์กันระหว่างแผนกกับ 2 แผนกแรกที่มีผลรวมสูงที่สุด

3. เลือกแผนกที่ 4 โดยกำหนดวางลงในหน้าของกราฟที่มีค่าน้ำหนักค่าสัมพันธ์กันระหว่างแผนกกับ 3 แผนกที่มีผลรวมสูงที่สุด

4. เลือกแผนกถัดไปวางลงวางลงในหน้าของกราฟจนครบทุกแผนก

5. สร้างเส้นเชื่อมโยงและคำนวณค่าคะแนนรวม

6. สร้างแผนผังกล่องตามความต้องการของแต่ละพื้นที่

1.4 การประเมินด้วยค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์ (adjacency based scoring) พิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างแผนกที่อยู่ติดกันซึ่งจะนำค่าคะแนนระดับความสัมพันธ์ที่ได้จากแผนภูมิความสัมพันธ์และแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรมมาใช้คำนวณ ดัง (สมการที่ 1) (Klomjit, 2012)

$$\max Z = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=1+1}^m f_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

โดยที่ z คือค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์

f_{ij} คือค่าคะแนนระดับความสัมพันธ์
ระหว่างแผนก i และ j

x_{ij} เท่ากับ 1 กรณีแผนก i และ j มีด้าน
ติดกัน หรือเท่ากับ 0 กรณีเป็นอย่างอื่น

2. วิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนการปรับปรุงผังโรงงานใหม่มี 4
ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานและผังโรงงานปัจจุบัน
ประกอบด้วยกระบวนการผลิต ผังโรงงานปัจจุบัน
จำนวนแผนก พื้นที่ของแต่ละแผนก และระยะทาง
ระหว่างแผนกคิดแบบ rectilinear โดยคำนวณระยะทาง
จากจุดศูนย์กลางของแต่ละแผนกตามแนวนอนและ
แนวตั้ง

2. วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่าง
กิจกรรมและสร้างเป็นแผนภูมิความสัมพันธ์และ
แผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม

3. ออกแบบผังโรงงาน โดยผังที่ 1 หลักการ
CORELAP และผังที่ 2 หลักการของวิธีการภาพ

4. เลือกผังที่ดีที่สุดด้วยค่าคะแนนรวม
ความสัมพันธ์

5. เปรียบเทียบผังปัจจุบันกับผังที่เลือก
ด้วยระยะทางที่ใช้ในการผลิตและสรุปผล

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

1. ข้อมูลพื้นฐานและผังโรงงานปัจจุบัน

ผู้วิจัยได้สำรวจและวัดขนาดพื้นที่จริง นำมา
วาดแปลนโรงงาน กระบวนการผลิตในปัจจุบันเป็น
ระบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า และผลิตภัณฑ์ของ
โรงงานซึ่งเป็นเครื่องครัวสเตนเลสมีหลากหลายชนิด
และหลากหลายขนาดเช่น อ่างล้างจาน หม้อ ช้อนวางจาน
เป็นต้น ทางผู้วิจัยได้เลือกอ่างล้างจาน ดัง (Figure 2)
เป็นผลิตภัณฑ์ในการศึกษาครั้งนี้เนื่องมาจากเป็น
ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณการผลิตสูงและบ่อยครั้งมากที่สุด



Figure 2 Sinks.

ผังโรงงานในปัจจุบันมีความล่าช้าในการขนส่ง
ชิ้นงานและระยะทางในการเคลื่อนย้ายแต่ละงานมี
ระยะทางที่มากดังจะเห็นได้จากแผนภูมิกระบวนการ
ผลิตแบบต่อเนื่อง (flow process chart) ดัง (Figure 3)
และแผนภาพสปาเก็ตตี้ (spaghetti diagram) แสดง
เส้นทางของกิจกรรมต่าง ๆ โดยใช้เส้นการไหล
อย่างต่อเนื่อง ระบุความซ้ำซ้อนในกระบวนการทำงาน
หรือเส้นทางการไหลที่ไม่จำเป็น (Pakdeewanich, &
Thongprom, 2020) ดัง (Figure 4)

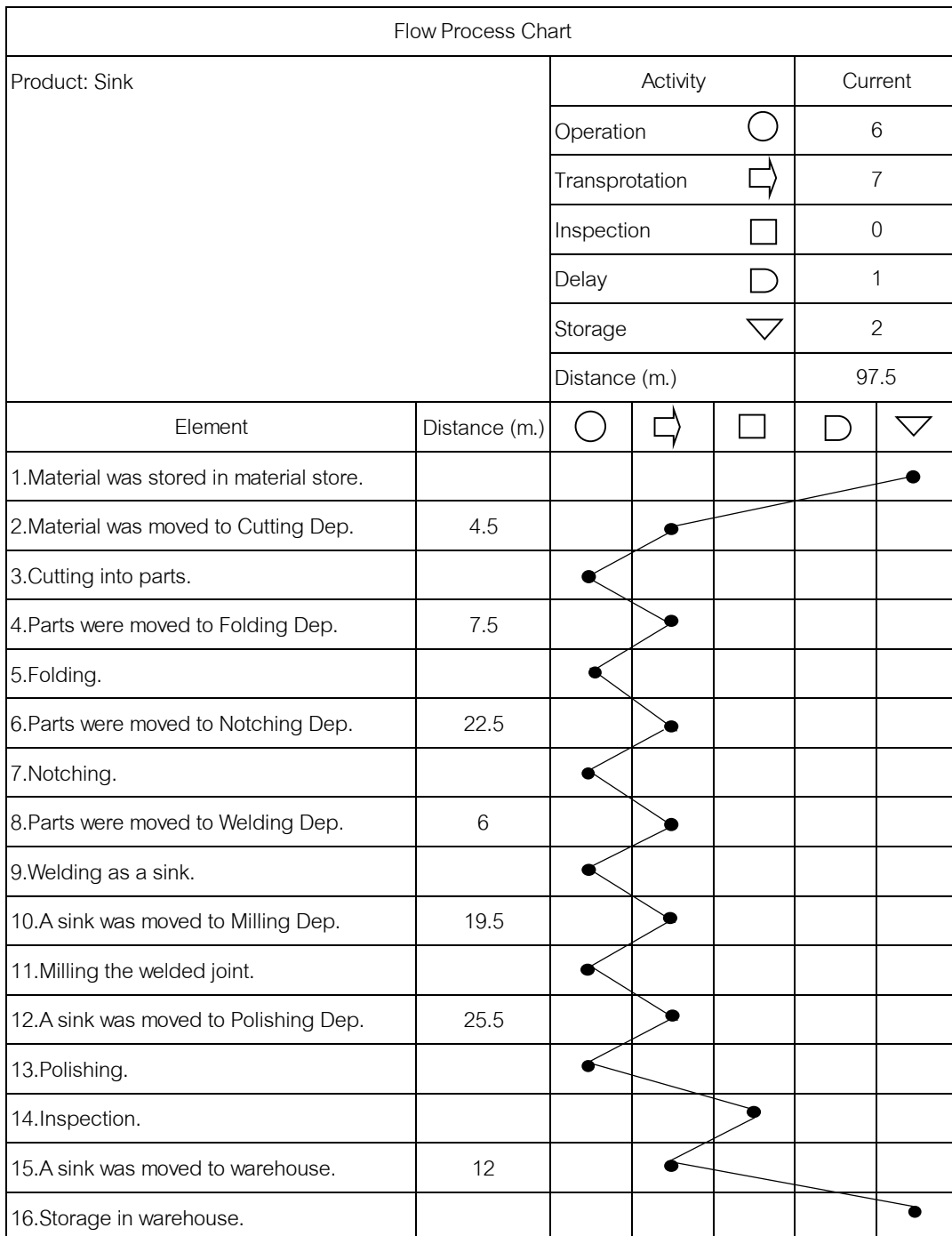
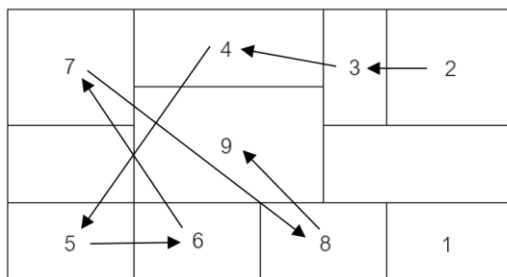


Figure 3 Flow process chart.

จาก (Figure 3) พบว่ามีกิจกรรมงานย่อยทั้งหมด 16 กิจกรรม ประกอบด้วย 1) การปฏิบัติงาน 6 กิจกรรม 2) การขนย้าย 7 กิจกรรม 3) การตรวจสอบ 1 กิจกรรม 4) การรอคอยไม่มี และ 5) การจัดเก็บ 2 กิจกรรม โดยมีระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear 97.5 เมตร



Drawing room (1) Material store (2) Cutting Dep. (3) Folding Dep. (4) Notching Dep. (5) Welding Dep. (6) Milling Dep. (7) Polishing Dep. (8) Warehouse (9).

Figure 4 Spaghetti diagram of the current plant layout.

จาก (Figure 4) พบว่าการไหลมีระยะทางที่มากโดยเฉพาะจากขั้นตอนพับ (4) ไปขั้นตอนบาก (5) หรือจากขั้นตอนเชื่อม (6) ไปขั้นตอนกัด (7) และจากขั้นตอนกัด (7) ไปขั้นตอนขัด (8) ทั้งนี้พื้นที่สีขาวเป็นพื้นที่ว่างเปล่าไว้สำหรับแผนกผลิตต่าง ๆ ที่ต้องการพื้นที่มากขึ้นในกรณีที่มีคำสั่งซื้อเข้ามาปริมาณมาก

2. แผนภูมิความสัมพันธ์และแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรมการผลิตที่เกิดขึ้นในโรงงานตัวอย่างได้กำหนดเป็น 9 แผนก โดยแผนกที่ 1 ห้องเขียนแบบเป็นส่วนสนับสนุนการผลิต แผนกที่ 2 และ 9 เป็นคลังเก็บวัสดุ

และสินค้า แผนกที่ 3-8 เป็นแผนกการผลิตตามลำดับขั้นตอน ดัง (Figure 4) นำมาสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ดัง (Figure 5) และสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ของกิจกรรม ดัง (Figure 6)

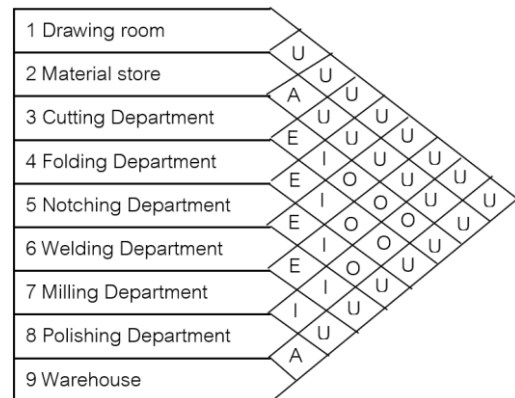


Figure 5 Relationship chart.

จาก (Figure 5) ระดับความสัมพันธ์ที่เป็น A มีจำนวน 2 คู่ ระดับความสัมพันธ์ที่เป็น E มีจำนวน 4 คู่ ระดับความสัมพันธ์ที่เป็น I มีจำนวน 5 คู่ ระดับความสัมพันธ์ที่เป็น O มีจำนวน 6 คู่ และระดับความสัมพันธ์ที่เป็น U มีจำนวน 19 คู่

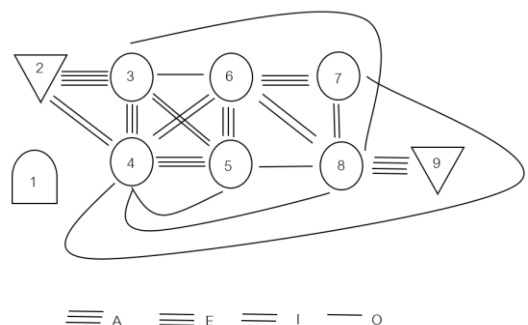


Figure 6 Relationship diagram.

จาก (Figure 6) แผนกคู่ที่ควรอยู่ใกล้กันที่สุด คือ 1) แผนกคลังวัสดุ (2) กับแผนกตัด (3) และ 2) แผนกขัด (8) กับแผนกคลังสินค้า (9) โดยแผนกเขียนแบบ (1) สามารถไว้ที่ใดก็ได้

3. ผลการออกแบบและวางผังโรงงาน

ผู้วิจัยออกแบบผังโรงงานจำนวน 2 รูปแบบคือ

3.1 รูปแบบที่ 1 หลักการ CORELAP

จากแผนภูมิความสัมพันธ์แปลงเป็นค่าคะแนน คือ $A=4$, $E=3$, $I=2$, $O=1$, $U=0$ และ $X=-1$ ในการคำนวณค่า TCR ได้ ดัง (Table 1) ซึ่งแผนกตัด (3) มีค่าสูงสุดจึงกำหนดเป็นลำดับที่ 1 ในการวางตำแหน่ง เลือกแผนกคลังวัสดุดิบ (2) เป็นลำดับที่ 2 เพราะมีความสัมพันธ์ระดับ A กับแผนกตัด (3) ลำดับที่ 3 คือแผนกพับ (4) เพราะมีความสัมพันธ์ระดับ E กับแผนกตัด (3) พิจารณาต่อไปจนครบจะได้ลำดับการวางแผนกคือ 3-2-4-5-6-7-8-9-1

Table 1 TCR values.

department	A	E	I	O	U	X	TCR
1					8		0
2	1				7		4
3	1	1	1	3	2		12
4		2	1	2	3		10
5		2	2	1	3		11
6		2	2	1	3		11
7		1	2	2	3		9
8	1		2	3	2		11
9	1				7		4

เริ่มวางตำแหน่งของแต่ละแผนกโดยกำหนดแผนกตัด (3) อยู่ตรงกลาง ตำแหน่งที่จะวางแผนก

คลังวัสดุ (2) จะพิจารณาจากค่า PR จุดที่ 1 ถึง 8 โดยค่า PR จุดที่ 1, 3, 5 และ 7 เท่ากับ 4 (ค่าคะแนน $E=4$ คุณค่าน้ำหนัก = 1) ค่า PR จุดที่ 2, 4, 6 และ 8 เท่ากับ 2 (ค่าคะแนน $E=4$ คุณค่าน้ำหนัก = 0.5) ดังนั้นกำหนดลงในจุดที่ 1 เนื่องจากมีค่า PR สูงสุด และพบก่อนจุดอื่น ๆ ดัง (Figure 7) จากนั้นดำเนินการเช่นนี้ไปจนครบทุกแผนกจะได้ผังกล่องเบื้องต้นดัง (Figure 8) และเมื่อพิจารณาจากความต้องการพื้นที่จริงร่วมกับลักษณะสี่เหลี่ยมผืนผ้าของอาคารโรงงาน แผนกห้องเขียนแบบ (1) ไม่สามารถย้ายได้ เพราะกั้นผนังและติดเครื่องปรับอากาศไว้ ดังนั้นผู้วิจัยได้เสนอแบบแผนผังโรงงาน ดัง (Figure 9)

8	7	6
1	C(3)	5
2	3	4

2	4	2
4	C(3)	4
2	4	2

8	7	6
M(2)	C(3)	5
2	3	4

Figure 7 Example of choosing a location for material store (2).

1	2	3
	5	4
	6	7
	8	9

Figure 8 The CORELAP block layout.

8	6	5	2
9	7	4	3
			1

Figure 9 The CORELAP plant layout.

จาก (Figure 9) ผู้วิจัยได้ขยายพื้นที่ของแผนกตัด (3) และแผนกคลังสินค้า (9) โดยไม่มีผลกระทบเนื่องจากมีพื้นที่ที่มีอยู่มากกว่าความต้องการ มีระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear 60 เมตร มีพื้นที่เหลือ 72 ตารางเมตร

3.2 รูปแบบที่ 2 หลักการของวิธีการ

จากแผนภูมิความสัมพันธ์แปลงเป็นค่าคะแนนคือ $A=4$, $E=3$, $I=2$, $O=1$, $U=0$ และ $X=-1$ ผู้วิจัยสร้างกราฟเริ่มจากเลือกคู่แผนกแรกที่มีคะแนนสูงสุดคือแผนกคลังวัสดุ (2) กับแผนกตัด (3) ทั้งนี้มีอีกคู่ที่คะแนนสูงสุดเท่ากันแต่ผู้วิจัยไม่ได้เลือกคือแผนกขัด (8) กับแผนกคลังสินค้า (9) จากนั้นเลือกแผนกที่ 3 คือแผนกปั๊ม (4) มีผลรวมค่าน้ำหนักสูงสุดคือ 4 เลือกแผนกที่ 4 คือแผนกбак (5) โดยกำหนดวางลงในหน้าของกราฟแผนก 2, 3 และ 4 มีผลรวมค่าน้ำหนักสูงสุดคือ 5 ดัง (Figure 10)

จากนั้นเลือกแผนกถัดไปวางลงในหน้าของกราฟจนครบทุกแผนก จะได้กราฟที่การเชื่อมโยงทุกแผนกดัง (Figure 11) คำนวนค่าคะแนนรวมได้เท่ากับ 33 คะแนน สุดท้ายสร้างผังโรงงาน ดัง (Figure 12)

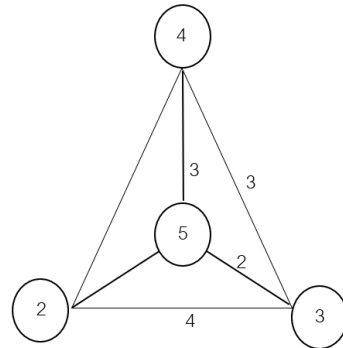


Figure 10 The connecting graph of 4 departments.

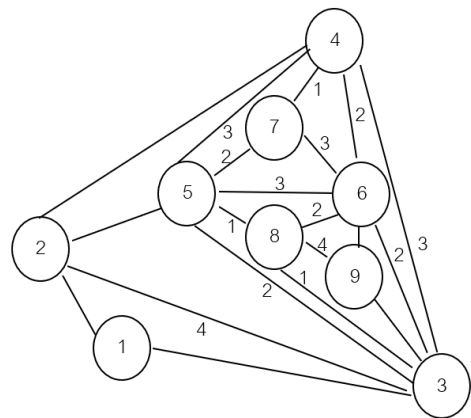


Figure 11 The connecting graph of all departments.

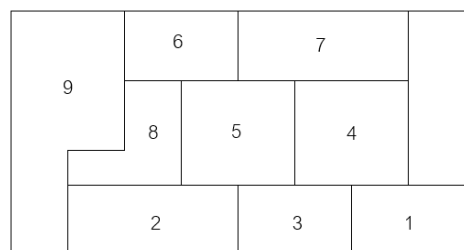


Figure 12 The graph-based method plant layout.

จาก (Figure 12) ผู้วิจัยได้ขยายพื้นที่ของแผนกตัด (3) และแผนกคลังสินค้า (9) เช่นเดียวกับรูปแบบที่ 1 โดยไม่มีผลกระทบในเรื่องพื้นที่แผนกเชื่อม (6) และแผนกขัด (8) ไม่สามารถวางติดแผนกตัด (3) ได้เนื่องจากข้อจำกัดของรูปทรงแผนกโดยรวมผังโรงงานตามวิธีนี้มีระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear 66 เมตร และมีพื้นที่เหลือ 45 ตารางเมตร

3.3. ผลการเลือกผังโรงงานด้วยค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์

จาก (Figure 4) (Figure 9) และ (Figure 12) นำมาคำนวณค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์ตามสมการที่ 1 ได้ ดัง (Table 2) ผู้วิจัยขอยกตัวอย่าง

การคำนวณคือจาก (Figure 12) แผนกพับ (4) มีด้านติดกับ 4 แผนกคือ 1) แผนกเขียนแบบ (1) มีระดับความสัมพันธ์เป็น U มีค่าคะแนนเท่ากับ 0 คะแนน 2) แผนกตัด (3) มีระดับความสัมพันธ์เป็น E มีค่าคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน 3) แผนกปาก (5) มีระดับความสัมพันธ์เป็น E มีค่าคะแนนเท่ากับ 3 คะแนน และ 4) แผนกกัด (7) มีระดับความสัมพันธ์เป็น O มีค่าคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน ดังนั้นจาก (Table 2) ผังทางเลือกทั้งสองแบบพบว่ามีค่าคะแนนสูงสุดเท่ากันคือ 23 คะแนน ผู้วิจัยจึงเลือกผังโรงงานรูปแบบที่ 1 CORELAP เนื่องจากระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear น้อยกว่าและมีพื้นที่เหลือมากกว่ารูปแบบที่ 2 วิธีการ

Table 2 The adjacency-based scorings.

type of plant layout	the adjacency-based scoring
the current plant layout	17
alternative 1 The CORELAP plant layout	23
alternative 2 The graph-based method plant layout	23

3.4. ผลการเปรียบเทียบผังปัจจุบันกับผังที่เลือก

จาก (Table 3) พบว่าระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear ของผังปัจจุบันเท่ากับ 97.5 เมตร ส่วนผังที่ออกแบบใหม่คือรูปแบบที่ 1 CORELAP เท่ากับ 60 เมตร และรูปแบบที่ 2 วิธีการเท่ากับ 66 เมตร โดยที่ผู้วิจัยเลือกผังรูปแบบที่ 1 CORELAP ในการปรับปรุงผังโรงงานใหม่มีผลทำให้ระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear ลดลง 37.5 เมตร หรือร้อยละ 38.5

ผลการวิจัยโดยภาพรวมพบว่า สามารถเพิ่มผลประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้การออกแบบผังโรงงานใหม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonmee,

Pichailar, & Matpan (2022) ที่ใช้หลักการ CORELAP ในการสร้างผังโรงงานทางเลือกเช่นเดียวกัน ผังโรงงานที่ผู้วิจัยเสนอแนะสามารถลดระยะทางการขนย้ายสอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยการออกแบบและวางผังโรงงานกรณีศึกษาโรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว (Pinchaimoon, Jinta-amornchai, & Sirirak, 2021) หรืองานวิจัยการประเมินผังโรงงานแบบหลายปัจจัยด้วยวิธีกระบวนการลำดับขั้นเชิงวิเคราะห์ร่วมกับตัวแบบการโปรแกรมเป้าหมายกรณีศึกษาอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ (Chantrasa, 2021)

Table 3 The total rectilinear transport distance (m).

from Dfep. - To Dep.	the current plant layout	alternative 1 CORELAP	alternative 2 graph-based
		plant layout	method plant layout
2 - 3	4.50	7.50	7.50
3 - 4	7.50	7.50	10.50
4 - 5	22.50	7.50	6.00
5 - 6	6.00	6.00	10.50
6 - 7	19.50	7.50	7.50
7 - 8	25.50	13.50	18.00
8 - 9	12.00	10.50	6.00
total	97.50	60.00	66.00

สรุป

จากการศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิตและผังโรงงานปัจจุบันนำไปสู่การออกแบบและวางผังโรงงานใน 2 รูปแบบ คือ รูปแบบที่ 1 CORELAP และรูปแบบที่ 2 วิธีกราฟ จากนั้นนำมาเปรียบเทียบด้วยด้วยค่าคะแนนรวมความสัมพันธ์ซึ่งพบว่า มีคะแนนเท่ากัน ดังนั้นผู้วิจัยเลือกผังโรงงานรูปแบบที่ 1 CORELAP เนื่องจากระยะทางการขนย้ายรวมแบบ rectilinear น้อยกว่าและมีพื้นที่เหลือมากกว่า โดยสามารถลดระยะทางการขนย้ายรวมเปรียบเทียบกับผังปัจจุบันจากเดิม 97.50 เมตร เหลือเป็น 60 เมตร หรือลดลง 37.50 เมตร เท่ากับร้อยละ 38.50 จากผลการวิจัยนี้สรุปได้ว่าสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่กำหนดไว้ หากต้องการนำไปประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาอื่น ๆ ควรพิจารณาข้อมูลอย่างละเอียด โดยเฉพาะการกำหนดระดับความสัมพันธ์ของคู่กิจกรรมซึ่งจะมีผลต่อการวางผังในหลาย ๆ รูปแบบ ทั้ง CORELAP และวิธีกราฟ ที่ได้นำเสนอในงานวิจัย

นี้หรือรูปแบบอื่น ๆ เช่น ALDEP, CRAFT, pairwise exchange method เป็นต้น

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจากโรงงานผลิตเครื่องครัวสแตนเลสแห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

- Boonmee, C., Pichailar, K., & Matpan, S. (2022). Factory layout improvement for wood furniture manufacturing. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 8(1), 39-51. (in Thai)
- Boonrak, N., Cheewaworanontree, Y., & Tantibadaro, V. (2021). A selection of plant layouts with analytical hierarchy process: A case study of transformer manufacturing process. *Journal of Energy and Environment Technology*, 8(2), 68-78. (in Thai)
- Chainavakul, A., Muangwai, A., & Khanongnuch, T. (2019). Efficiency improvement of material flow

- by using plant layout improvement. *Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal*, 1(2), 12-19. (in Thai)
- Chantrasa, R. (2021). Multi-criteria for plant layout evaluation using analytic hierarchy process combined with goal programming model: A case study of an automotive part industry. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 6(2), 28-41. (in Thai)
- Homsri, P. (2021). A plant layout improvement to increasing productivity: A case study downlight manufacturer. *Journal of Engineering and Digital Technology*, 9(2), 25-36. (in Thai)
- Klomjit, P. (2012). *Industrial plant design for safety and productivity*. Bangkok: SE-Education. (in Thai)
- Lertwichitpan, M. (2006). Stress corrosion cracking of welded AISI 304 austenitic stainless steel. *The Journal of Industrial Technology*, 2(Special Issue: the 60th Anniversary Celebration of His Majesty's Accession to the Throne), 101-106. (in Thai)
- Niemsakul, J. (2019). Storage layout arrangement in warehouse: A case study of tire manufacturing company. *Sripatum Chonburi Journal*, 15(4), 67-77. (in Thai)
- Pakdeewanich, C., & Thongprom, S. (2020). Inspection process improvement for automotive parts: A case study of chassis. *Industrial Technology and Engineering Pibulsongkram Rajabhat University Journal*, 2(2), 37-51. (in Thai)
- Pinchaimoon, A., Jinta-amornchai, K., & Sirirak, N. (2021). Plant layout and design of noodle factory. *Thai Industrial Engineering Network Journal*, 7(2), 13-20. (in Thai)
- Treesat, S. (2011). *Plant layout and design*. Bangkok: S. Asia-place. (in Thai)
- Yongthaimetal. (2013). *Knowledge of stainless steel*. Retrieved 26 October 2022, from <https://www.yongthaimetal.com/> (in Thai)