การปรับปรุงสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ด้วยเทคนิคของลีนและจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

Supercomputer Production Line Improvement by Lean Techniques and Computer Simulation

ภนิตา พรประเสริฐภัทรา, กัญฏิณิษฐ์ ยิ่งวุฒิวรกุล, วรรณวิภา ชวาลสันตติ, บุษบา พฤกษาพันธุ์รัตน์*
หน่วยวิจัยทางด้านการวิจัยดำเนินงานและสถิติอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
99 หมู่ 18 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Panita Pornprasertpattra Kuntinid Yingwuttiworakul Wanwipa Chavansantati
Busaba Pruksaphanrat*
Industrial Statistics and Operational Research Unit (ISO-RU), Faculty of Engineering,
Thammasat School of Engineering, Thammasat University.
99 Moo 18, Phaholyothin Rd., Klong Nueng, Khlong Luang, Pathumthani 12120
*Corresponding author Email: lbusaba@engr.tu.ac.th
(Received: May 30, 2025; Revised: October 2, 2025 ; Accepted: February 19, 2026)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A ซึ่งเป็นสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ประกอบไปด้วยสถานีงานจำนวน 18 สถานีงาน ทำการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปร่วมกัน โดยในสายการผลิตพบความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย วัสดุคงคลัง และการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตด้วยเทคนิคของลีนคือการติดตั้งที่รวดเร็ว คัมบัง และการจัดผังแบบเซลล์ที่นำหลักการการจัดผังโรงงานโดยวิธีคราฟท์มาช่วยวิเคราะห์การจัดผังสถานีงาน การปรับปรุงวิธีการการป้อนชิ้นส่วนด้วยหลักการการติดตั้งที่รวดเร็วสามารถกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย โดยออกแบบกล่องสำหรับการป้อนชิ้นส่วนที่บรรจุชิ้นส่วนที่สามารถประกอบงานได้หนึ่งหน่วยพอดี มีการเตรียมไว้ล่วงหน้าตามขนาดของคัมบังในการเคลื่อนย้ายและกำหนดการป้อนกล่องบรรจุชิ้นส่วนเข้าที่แต่ละสถานีโดยตรง ทำให้สามารถลดความสูญเปล่าจากวัสดุคงคลังลงได้คิดเป็น 14.87% ส่วนผังสายการผลิตที่วิเคราะห์โดยการจัดผังโรงงานโดยวิธีคราฟท์ สามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่ลงได้ 216.8 เมตร คิดเป็น 26% ผลจากการศึกษาพบว่าโดยรวมสายการผลิตหลังการปรับปรุงสามารถผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A ได้เพิ่มขึ้น 20 ชิ้นต่อเดือน มีค่าอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น 33% ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 191% ค่าอรรถประโยชน์ของสถานีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 12%

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ การผลิตแบบลีน การปรับปรุงสายการผลิต การจัดผังโรงงานโดยวิธีคราฟท์

ABSTRACT

This research presents an approach to improving the production line of the supercomputer Model A, which is a new product line consisting of 18 workstations used for producing both components

and finished products. The production line was found to have waste arising from waiting, inventory, and transportation. Therefore, lean techniques were applied to improve the line, including quick setup, kanban, and cellular layout design using the Computerized Relative Allocation Facilities Technique (CRAFT) to analyze and optimize the workstation layout. The improvement of the parts feeding method using the quick setup principle eliminated waste caused by waiting. A parts feeding box was designed to contain exactly the number of parts needed to assemble one unit, prepared in advance according to the kanban size and scheduled to be delivered directly to each workstation. This reduced inventory waste by 14.87%. The production layout analyzed by CRAFT reduced movement distance by 216.8 meters, equivalent to 26%. As a result of the study, the improved production line was able to produce 20 more supercomputer Model A units per month, with a 33% increase in output rate. The overall production line efficiency increased by 191%, and the average workstation utilization improved by 12%.

Keyword: Computer simulation, lean production, production line Improvement, Computerized Relative Allocation Facilities Technique (CRAFT).

1. บทนำ

ปัจจุบันเป็นยุคของข้อมูลข่าวสารที่มีการส่งต่ออย่างรวดเร็ว ทำให้มีการแข่งขันที่จะนำเสนอข้อมูลเป็นที่แรก จึงเกิดความต้องการที่จะหาตัวช่วยในการดำเนินงานที่สามารถประมวลผลและนำเสนอข้อมูลให้ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำที่สุด ก่อให้เกิดการพัฒนาซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ (Supercomputer) ที่ถูกนำมาใช้เพื่อการประมวลผลและการคำนวณเลขหลายล้านตัวภายในเวลาอันรวดเร็วด้วยความแม่นยำสูง ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในงานหลายๆ งาน เช่น การพยากรณ์อากาศ งานประมวลผลภาพทางการแพทย์ ด้านการทหาร และวิศวกรรมเคมีภัณฑ์ปิโตรเลียม

สำหรับโรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานที่มีความเชี่ยวชาญในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และเป็นที่รู้จักทางด้านความสามารถในการผลิต จัดการผลิตภัณฑ์ที่มีความซับซ้อนและมีมาตรฐานสูง โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมที่ต้องการความแม่นยำและความน่าเชื่อถือ ทางโรงงานจึงมีแนวคิดในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการผลิตให้มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการของลูกค้าให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด โดยเฉพาะสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์

จากการศึกษาสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ ประกอบไปด้วยสถานีงานจำนวน 18 สถานีงาน ทำการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปร่วมกัน จากการสังเกตพบว่ามีความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย [1]-[3] เนื่องจากการป้อนชิ้นส่วนที่ไม่มีระบบระเบียบ ป้อนชิ้นงานครั้งละจำนวนมาก ทำให้เกิดความสูญเปล่าในเรื่องของวัสดุคงคลัง และไม่มีการจัดเตรียมวัสดุอย่างเป็นระบบทำให้พนักงานต้องเดินหาชิ้นส่วนที่ต้องการเอง ซึ่งระยะทางระหว่างพื้นที่เก็บของและสถานีงานมีระยะทางค่อนข้างมาก มีการเดินหลายรอบ ต้องใช้เวลานานในการหาชิ้นส่วนและนับชิ้นส่วนให้ครบตามจำนวนที่ต้องการ ทำให้เกิดความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายเนื่องจากการจัดวางสถานีงานที่ไม่เหมาะสม [1]-[3]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเทคนิคที่สามารถช่วยลดความสูญเปล่าในเรื่องของการรอคอยคือ หลักการการติดตั้งที่รวดเร็ว จากงานวิจัยเรื่องการลดเวลาปรับตั้งในกระบวนการผลิตกล่องถาดพับได้ชนิดสี่มุมด้วยเทคนิคการ

ปรับตั้งเครื่องจักรอย่างรวดเร็วได้ถูกนำมาปรับตั้งเครื่องจักรโดยทำการเปลี่ยนกิจกรรมการปรับตั้งบนตัวเครื่องจักร มาสู่กิจกรรมการปรับตั้งนอกเครื่องจักร ซึ่งผลลัพธ์หลังจากการปรับปรุงงาน สามารถลดเวลาการปรับตั้งเครื่องลงคิดเป็นร้อยละ 40 ของเวลาการปรับตั้งที่ลดลง [4] นอกจากนั้นเทคนิคคัมบังก็เป็นเทคนิคที่สามารถช่วยลดความสูญเปล่าในเรื่องการจัดการวัสดุคงคลังได้ จากงานวิจัยที่ผ่านมีมีการประยุกต์ใช้การผลิตแบบดึง [5] เพื่อลดปริมาณวัตถุดิบคงคลัง และใช้ระบบการผลิตแบบดึงเพื่อควบคุมปริมาณการสั่งซื้อและรอบการส่งมอบวัตถุดิบโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena มาช่วยแสดงผลซึ่งพบว่าแนวทางในการปรับลดรอบในการจัดส่งวัตถุดิบดังกล่าวสามารถลดปริมาณวัตถุดิบคงคลังได้ถึง 63.32% เมื่อเปรียบเทียบกับระบบการผลิตปัจจุบันของโรงงานตัวอย่าง ส่วนเทคนิคที่สามารถช่วยลดความสูญเปล่าในเรื่องของการเคลื่อนย้าย พบว่ามีการใช้เทคนิค CRAFT (Computerized Relative Allocation Facilities Technique) ในการปรับปรุงและสามารถแก้ปัญหาการจัดผังโรงงานกรณีศึกษาได้ [6]

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการทำการวิเคราะห์และปรับปรุงสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A เพื่อลดความสูญเปล่าของกระบวนการ โดยใช้เทคนิคต่างๆ ของการผลิตแบบลีน (Lean Production) [1]-[3] การจัดผังโรงงาน [7], และการจำลองสถานการณ์ [8]-[9] เพื่อปรับปรุงกระบวนการและแสดงผลการปรับปรุงของสายสายการผลิต

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การผลิตแบบลีน (Lean production)

การผลิตแบบลีนเป็นการผลิตที่เน้นลดความสูญเปล่าของกระบวนการประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก คือ ทรัพยากรที่ปรับเปลี่ยนได้ง่าย การจัดผังโรงงานแบบเซลล์ ระบบการผลิตแบบดึง การควบคุมด้วยคัมบัง การผลิตที่ขนาดล็อตเล็กๆ การติดตั้งที่รวดเร็ว การจัดระดับการผลิตให้คงที่ คุณภาพ ณ จุดกำเนิด การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา และโครงข่ายผู้ส่งมอบ [1]-[3] โดยในงานวิจัยนี้จะใช้การติดตั้งที่รวดเร็ว การควบคุมด้วยคัมบัง และการจัดผังแบบเซลล์เพื่อลดเวลารอคอยในการผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังและการเคลื่อนย้าย

2.2 การจัดผังโรงงานโดยวิธีคราฟท์

การจัดผังโรงงานโดยวิธีคราฟท์ (Computerized Relative Allocation Facilities Technique, CRAFT) [4], [7]-[8] เป็นวิธีการคำนวณเพื่อช่วยในการออกแบบผังโรงงาน โดยวิธีสับเปลี่ยนตำแหน่งของแผนกให้ได้รูปแบบผังโรงงานหลายๆ แบบขึ้นมาเพื่อหารูปแบบผังโรงงานที่ค่าใช้จ่ายต่ำสุด สมการเป้าหมาย คือการลดค่าใช้จ่ายโดยรวมของการจัดวางผัง ตามสมการ (1)

$$\text{Minimize } C = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=i+1}^{n} f_{ij} c_{ij} d_{ij} \quad (1)$$

เมื่อ

C คือค่าให้จ่ายโดยรวมของการเคลื่อนที่ในผังโรงงาน

f_{ij} คือความถี่ของการไหลจากสถานี i ไปสถานี j (ครั้ง)

c_{ij} คือค่าใช้จ่ายของการไหลจากสถานี i ไปสถานี j

d_{ij} คือระยะทางระหว่างสถานี i ไปสถานี j โดยวัดจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละสถานี

2.3 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ [8] คือ การนำเสนอวิธีการและการประยุกต์โดยเลียนแบบพฤติกรรมจริงของระบบด้วยโปรแกรมที่หมาะสมบนคอมพิวเตอร์ การจำลองสถานการณ์ถูกนำมาใช้ในด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม ภาคบริการ หรือแล้วแต่จะประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาเชิงระบบ

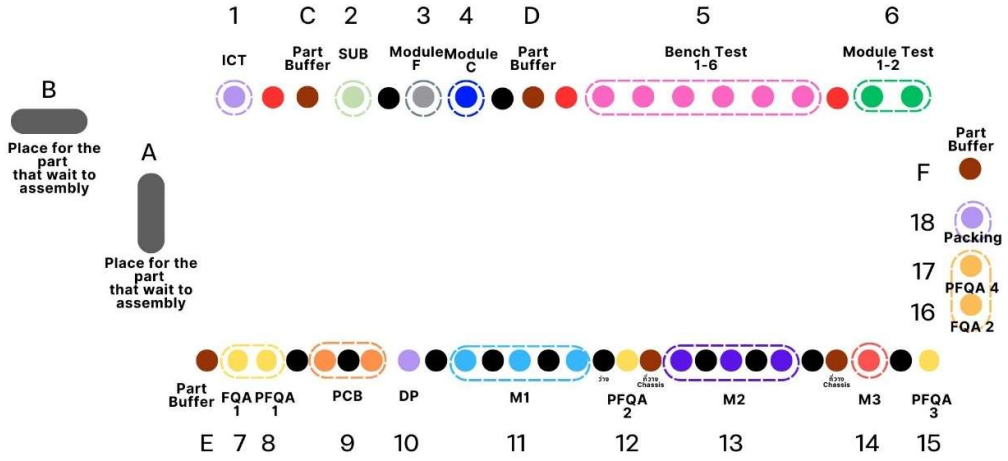
3. วิธีดำเนินงานวิจัย

ผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาคือ ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 เก็บข้อมูลผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A

1) ในการศึกษาสายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A โดยส่วนประกอบของหน่วยประมวลผลซุปเปอร์

คอมพิวเตอร์ 1 ตัว ประกอบด้วยชิ้นส่วนหลัก 1 ชิ้นส่วน คือ โครงหลักและชิ้นส่วนย่อย 6 ชิ้นส่วน ได้แก่ Module C, Module F, PCB I, PCB D, PCB Z, PCB M โดยชิ้นส่วนย่อยจะต้องทำการประกอบและผ่านการตรวจสอบคุณภาพก่อน จากนั้นจึงจะนำชิ้นส่วนย่อยมาประกอบเข้ากันกับชิ้นส่วนหลักสายการผลิตประกอบด้วย 18 สถานีงานดังแสดงในผังสถานีงานก่อนปรับปรุง ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพแสดงผังสถานีการทำงาน

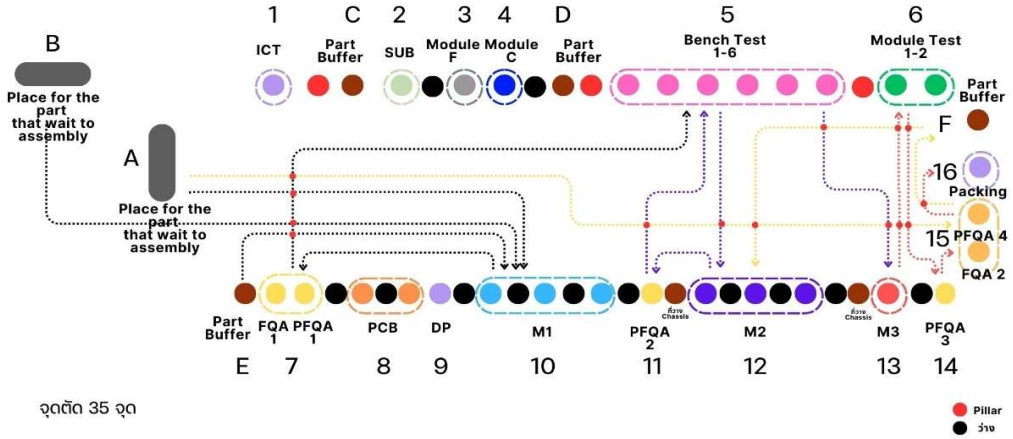
จากสายการผลิตของซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A มีการดำเนินงานแบ่งเป็นการประกอบชิ้นส่วนหลักและการประกอบชิ้นส่วนย่อยรูปแสดงการไหลของชิ้นส่วนหลักและชิ้นส่วนย่อยแสดงดังรูปที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยชิ้นส่วนย่อย 6 ชิ้นส่วนจะทำการประกอบที่สถานีงานหมายเลข 1, 2, 3, 4, 9 ทำการตรวจสอบคุณภาพที่สถานีหมายเลข 7, 8, 16,17 ชิ้นส่วนจะถูกนำไปวางรอในจุดที่กำหนดคือจุด A, E, D, F เพื่อรอนำไปประกอบในโครงหลัก (Chassis) โดยมีการผลิตไว้ล่วงหน้าเพื่อให้ทันต่อการประกอบชิ้นส่วนหลัก จากนั้นประกอบชิ้นส่วนหลัก ทำการแกะโครงหลักออกเพื่อทำการประกอบ PCB M, PCB Z, PCB 1, PCB D และสายไฟเบื้องต้นที่สถานีหมายเลข 11 และส่งไปที่สถานีตรวจสอบคุณภาพที่สถานีหมายเลข 8 จากนั้นส่งทำการทดสอบระบบครั้งที่ 1 ที่สถานีหมายเลข 5 แล้วส่งต่อไปที่สถานี M2 หมายเลข 13 เพื่อประกอบ Heatsink, Module C และ Module F จากนั้นส่งไปที่สถานีตรวจสอบคุณภาพหมายเลข 12 แล้วส่งทำการทดสอบระบบครั้งที่ 2 ที่สถานีหมายเลข 5 ที่ว่างอยู่ จากนั้นไปที่สถานี M3 หมายเลข 14 เพื่อทำการประกอบปิดโครงหลักและทำการทดสอบระบบครั้งสุดท้ายที่สถานีหมายเลข 6 เมื่อทำการทดสอบเสร็จแล้ว จะทำการทดสอบคุณภาพด้วยพนักงานประจำสายการผลิต 1 ครั้งที่สถานีหมายเลข 15 ต่อด้วยเจ้าหน้าที่จากฝ่าย QA ตรวจสอบอีก 1 ครั้งที่สถานีหมายเลข 16 จึงจะทำการบรรจุสินค้าลงกล่องที่สถานีหมายเลข 18

2) ทำการศึกษาเวลาการปฏิบัติงานในแต่ละกระบวนการตามหลักการศึกษางาน (work study) [10] เพื่อกำหนดเป็นเวลามาตรฐานและนำเวลานี้ไปวิเคราะห์ปัญหาของกระบวนการต่อไป

3.2 วิเคราะห์ปัญหาของสายการผลิตและหาแนวทางในการปรับปรุงการผลิต

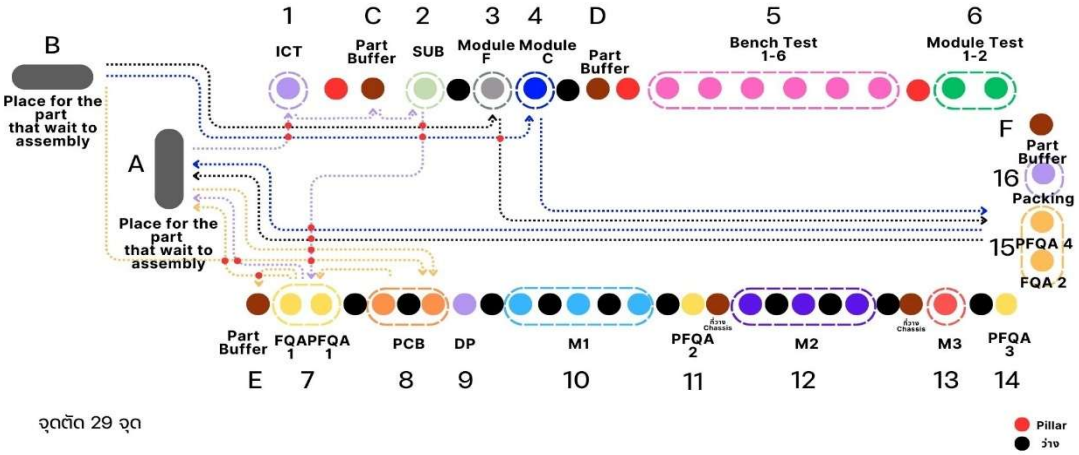
ในปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษามีชั่วโมงการทำงานคือ 7 ชั่วโมง/กะ 3 กะต่อวัน ก่อนการปรับปรุงกระบวนการมีเวลาการทำงาน (processing time) แสดงในตารางที่ 1 โดยรอบเวลา (cycle time) คือ 66,198.77 วินาที หลังจากทำการวิเคราะห์สายการผลิตพบว่าสายการผลิตมี

ความสูญเปล่าเกิดขึ้น ได้แก่ความสูญเปล่าที่เกิดจาก การรอคอย วัสดุคงคลัง และการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงพิจารณาการปรับปรุงการป้อนชิ้นงาน กำหนดขนาดการป้อนและจัดผังสถานีงานใหม่



รูปที่ 2 ภาพแสดงการไหลของชิ้นส่วนหลัก

original sub



รูปที่ 3 ภาพแสดงการไหลของชิ้นส่วนย่อย

3.2.1 ความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย

เกิดจากการป้อนชิ้นส่วนที่ไม่มีระบบระเบียบมีการป้อนชิ้นงานครั้งละจำนวนมาก ไม่มีการแบ่งจ่ายไปตามสถานีทำการปรับปรุงตามหลักการการติดตั้งที่รวดเร็ว โดยออกแบบกล่องสำหรับป้อนชิ้นส่วนโดยทำการบรรจุชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบได้ 1 ตัวต่อ 1 กล่อง และมีการเตรียมชิ้นส่วนไว้ล่วงหน้าก่อนการผลิตทำให้สามารถกำจัดเวลาในการหาชิ้นส่วนด้วยกล่องบรรจุชิ้นส่วนแสดงดังรูปที่ 4

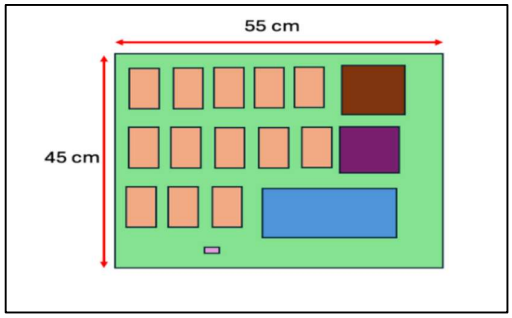
3.2.2 ความสูญเปล่าที่เกิดจากวัสดุคงคลัง

การป้อนชิ้นส่วนที่ไม่มีระบบระเบียบ การป้อนชิ้นงานครั้งละจำนวนมากไม่มีการแบ่งจ่ายไปตามสถานีทำให้เกิดความสูญเปล่าของวัสดุคงคลังจากข้อมูลในอดีตของการผลิตจริง 1 เดือนพบข้อมูลวัสดุคงคลังเฉลี่ยตามตารางที่ 2 สามารถปรับปรุงได้โดยการจัดระเบียบการป้อนชิ้นงานใหม่จากเดิมป้อนรวมกันที่หน้าสายการผลิตเป็นป้อนเข้าแต่ละสถานีโดยตรงตามขนาดกล่องสำหรับ

ป้อนชิ้นงาน โดยกำหนดจำนวนช่องใส่วัตุถดิบตามจำนวนที่ต้องผลิตใน 1 วัน

ตารางที่ 1 รอบเวลาการทำงานของสายการผลิตของซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A

สถานีงาน	เวลามาตรฐาน (วินาที)
ICT	173.8
Station Sub	305.04
Module F	1441.08
Module C	2182.15
Bench test	17400
Module test	66198.77
FQA1	2091.81
PFQA1	3040.79
Station PCB	1295.9
M1	7907.01
PFQA2	1351.19
M2	8220.26
M3	914.77
PFQA3	539.86
FQA2	2527.67
PFQA4	1668.7
Packing	1321.36



รูปที่ 4 กล่องสำหรับป้อนชิ้นงาน

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลวัสดุคงคลังก่อนการปรับปรุง

จุดกองงาน	ค่าเฉลี่ย WIP
A	581.05
B	283.94
C	67.23
D	25.47
E	210.43
F	1,272.88
รวม	2,441

3.2.3 ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้าย

เกิดจากการจัดวางสถานีงานที่ไม่เหมาะสมทำให้การไหลของงานกลับไปกลับมา และเกิดระยะทางการเดินระหว่างสถานีค่อนข้างมาก ดังปรากฏตามตารางที่ 3 โดยสถานีที่เกิดระยะทางการเดินจะเป็นสถานีที่มีการใช้แผงวงจรในการประกอบเท่านั้น เนื่องจากแผงวงจรมีความจำเป็นจะต้องวางแยกกับสถานีอื่นๆ โดยมีจุดวางพักที่กำหนดไว้ด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัยและคุณภาพของแผงวงจร ส่วนสถานีที่ไม่มีการใช้แผงวงจรในการประกอบก็จะไม่มีการเคลื่อนที่เกิดขึ้น โดยความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายสามารถปรับปรุงได้โดยการจัดผังสถานีงานใหม่ ในงานวิจัยนี้เลือกใช้หลักการของ CRAFT ในการวิเคราะห์เพื่อหาผังสถานีงานที่ทำให้เกิดระยะทางการเคลื่อนที่ที่น้อยที่สุด ทำการวิเคราะห์โดยใช้ Excel Solver และใช้วิธีการ Evolutionary ช่วยในการแก้ไขปัญหามีสมการเป้าหมายดังนี้

Min Total Distance = $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=i+1}^{n} f_{ij}d_{ij}$ (2)

มีเงื่อนไข $i \neq j$ เมื่อ i , j = 1,2,3,...,19

f_{ij} คือความถี่ของการไหลจากสถานี i ไปสถานี j (ครั้ง) วัดจากขั้นตอนการทำงานว่ามีรอบการเคลื่อนที่ระหว่างสถานีมากน้อยเท่าใด

d_{ij} คือระยะทางระหว่างสถานี i ไปสถานี j โดยวัดจุดศูนย์กลาง (Centroid) ของแต่ละสถานี

ในโมเดลมีการเพิ่มจุดวางอีก 1 ตำแหน่งรวมตำแหน่งทั้งหมดเป็น 19 สถานี จากการใช้วิธี CRAFT ในการปรับปรุงช่วยให้สามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่จาก 826.2 เมตร เหลือ 609.4 เมตร

ตารางที่ 3 ตารางแสดงระยะทางการเดินก่อนปรับปรุง

Station	module	ระยะทางรวม (m)
3	Module F	75
4	Module C	64
9	PCB D	25.2
	PCB I	25.6
	PCB M	42
2	PCB Z	48.5
11	M1	298.6
13	M2	157.3
14	M3	90
รวม		826.2

3.3 ตัวชี้วัดของสายการผลิตก่อนปรับปรุง

ในการวิเคราะห์จะทำการหาอัตราผลผลิตด้านแรงงาน (Labor Productivity) โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$\text{อัตราผลผลิต} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ต่อวัน}}{\text{เวลาในการผลิตต่อวัน } \mathbf{X} \text{ จำนวนพนักงาน}} \quad (3)$$

การคำนวณค่าอัตราผลผลิตด้านแรงงาน โดยจำนวนชิ้นงานที่ได้จากสายการผลิต คือ 5 ชิ้น/วัน ใช้เวลาในการทำงานต่อวันคือ 21 ชั่วโมง หรือ 75,600 วินาที มีจำนวนพนักงาน 16 คน ต่อ สามารถคำนวณอัตราผลผลิตได้โดย

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\mathbf{5} \text{ ชิ้นต่อวัน}}{\mathbf{21} \text{ ชั่วโมง} \times \mathbf{16} \text{ คน}} =$$

0.015 ชิ้น / ชั่วโมง / คน

อรรถประโยชน์ (%Utilization) ก่อนการปรับปรุงคำนวณจากสมการที่ 4

$$\text{อรรถประโยชน์} = \frac{\mathbf{Output}}{\boldsymbol{Input}} \times 100 \quad (4)$$

ตัวอย่างการคำนวณค่าการใช้อรรถประโยชน์ของสถานี M1 มีเวลามาตรฐานในการทำงานเท่ากับ 7,907.01 วินาทีต่อชิ้น และสามารถผลิตสินค้าได้ 5 ชิ้นต่อวัน โดยเวลาที่ใช้ในการทำงานอยู่ที่ 21 ชั่วโมง หรือ 75600 วินาที สามารถคำนวณค่าการใช้อรรถประโยชน์ของสถานีได้โดย

$$\text{อรรถประโยชน์} = \frac{\mathbf{7907.01 \times 5 \times 100}}{\mathbf{75600}} = 52.30\ \%$$

สามารถสรุปค่าเฉลี่ยอรรถประโยชน์ของสถานีงานต่างๆ ได้เป็น 26.56%

การคำนวณประสิทธิภาพ (Efficiency) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 5

$$\text{ประสิทธิภาพ (E)} = \frac{\sum_{i=1}^{j} t}{nCa} \quad (5)$$

โดย t คือเวลาของงานย่อย, j คือจำนวนงานย่อยทั้งหมด, n คือจำนวนสถานีงาน ,Ca คือรอบเวลาในการทำงาน (เวลามากที่สุดที่ใช้ในสายการผลิตชิ้นงานแต่ละชิ้น)

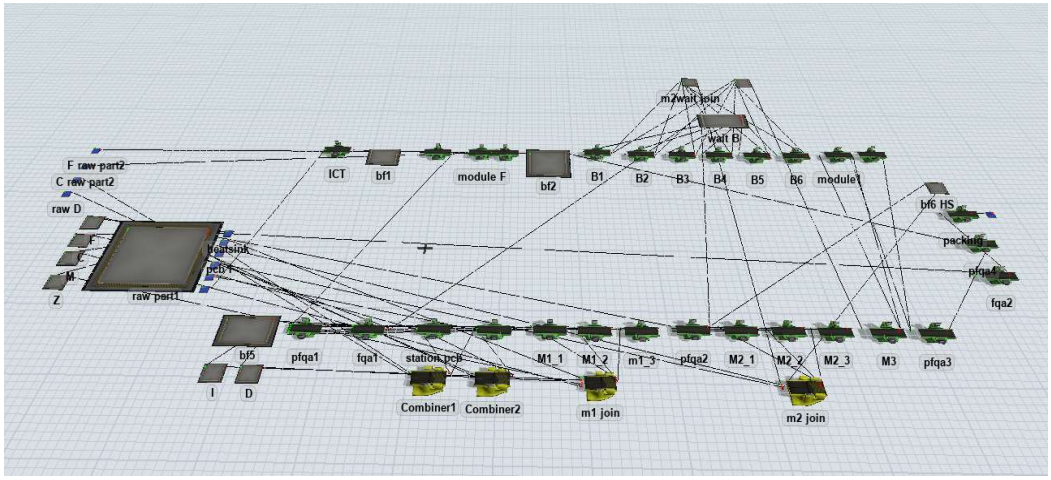
ดังนั้นการคำนวณค่าประสิทธิภาพสายการผลิตคือ E=(173.80+305.04+3040.8+3040.8+1441.08+2182.15+1668.7+1295.9+7907.01+8220.26+1351.19+914.77+539.86+2900+2758.28 +1321.36+1668.7) x100/ (17 * 8220.26) = 29.53 %

3.4 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อวิเคราะห์ผลก่อนและหลังปรับปรุง

การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ของสายการผลิตใช้โปรแกรม Flexsim ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาในแต่ละกระบวนการตามหลักการศึกษางานและนำข้อมูลไปทดสอบทางด้านสถิติเพื่อหาการแจกแจงที่เหมาะสมโดยใช้โปรแกรม Expertfit [11] ตัวอย่างข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4 ทำการจำลองระบบก่อนปรับปรุง (แบบจำลองที่ 1) แบบจำลองแสดงได้ดังรูปที่ 5

ตารางที่ 4 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ข้อมูลของซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A

สถานี	Module	เวลามาตรฐาน (วินาที/ชิ้น)	ความเป็นอิสระต่อกัน P-value	ความเป็นหนึ่งเดียวกัน P-value	ความเหมาะสมของการแจกแจง	พารามิเตอร์
M1		7907.01	1	0.733	Johnson bounded	Johnsonbounded (5627.035061, 9049.843859, -1.276427, 1.711326)
M2		8220.26	0.168	0.883	Loglogistic	Loglogistic (7114.673796, 1041.093025, 4.879665)
M3		914.77	0.168	0.732	Weibull	Weibull (0.000000, 924.620452, 51.560003)
Packing		1321.36	0.646	0.925	Beta	Beta (1185.532633, 1553.100152, 4.427267, 7.553892)
ICT	PCB Z	173.8	0.646	0.925	Johnson bounded	Johnsonbounded (163.475819, 186.008065, 0.251106, 1.332682)
Station Sub	PCB Z	305.04	0.067	0.981	Beta	Beta (288.979245, 322.170834, 1.547306, 1.657742)
Module F	Module F	1441.08	0.168	0.920	Beta	Beta (1416.044184, 1477.783851, 6.383292, 9.370464)
Module C	Module C	2182.15	0.168	0.901	Inverse gaussian	Inversegaussian (1423.616419, 758.538581, 23131.667192)
Station PCB	PCB M	1078.8	0.358	0.802	Beta	Beta (971.506368, 1124.763718, 6.886647, 2.934510)
PFQA 1	PCB Z	220.72	0.168	0.764	Beta	Beta (206.956961, 236.445686, 1.224725, 1.395466)



รูปที่ 5 แผนผังการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง แบบจำลองที่ 1

การทดสอบการจำลองสถานการแบ่งเป็น

1. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification) โดยตรวจสอบจากภาพเคลื่อนไหว ตรวจสอบข้อผิดพลาดจากการเขียนโปรแกรม (Trace and debug) และจากจำนวนที่ผลิตได้เทียบกับผลการจำลองพบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า 1.64% [12,13] ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จำนวนเดือน	จำนวนชิ้นงาน		ผลต่าง	
	ข้อมูลการผลิตจริง	แบบจำลอง	ชิ้น	เปอร์เซ็นต์
1	122	120	-2	-1.64%
2	244	240	-4	-1.64%
3	366	365	-1	-0.27%
4	488	487	-1	-0.20%
5	610	611	+1	0.00%
6	732	734	+2	0.27%

2. ทำการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation) โดยเปรียบเทียบกับการผลิตจริงที่อยู่ที่ 732 ชิ้นต่อ 6 เดือนกับระบบที่จำลองสถานการณ์โดยใช้ t-test รันโปรแกรมจำนวน 12 รอบ (ได้จากการคำนวณด้วยความเชื่อมั่น 95%) จากการจำลองสถานการณ์ 6 เดือน พบว่าจำนวนสินค้าที่ผลิตได้คือ $\bar{x}$ = 734 ชิ้นมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น s = 230.11 ทำการทดสอบสมมุติฐานโดยใช้สมการที่ 6 โดยมีสมมุติฐานคือ

H_0 : μ = 732 ชิ้นต่อ 6 เดือน

H_1 : μ ≠ 732 ชิ้นต่อ 6 เดือน

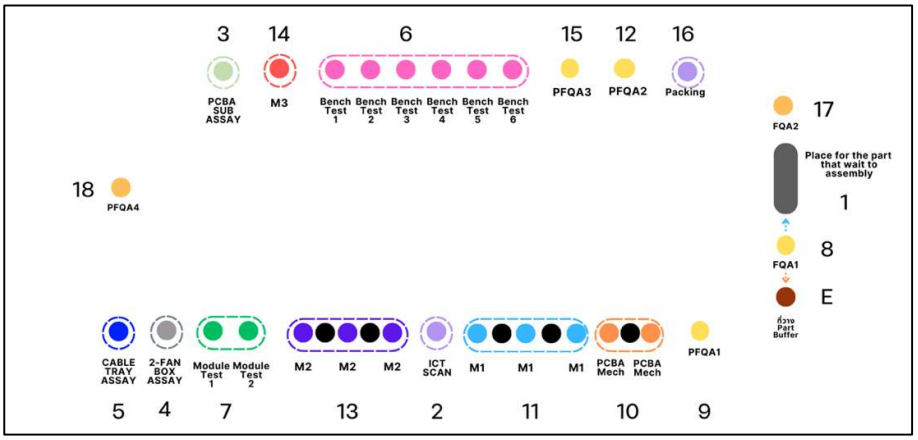
จาก
$$t_0 = \frac{\bar{x}-\mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad (6)$$

$$t_0 = \frac{734-732}{\frac{230.11}{\sqrt{12}}} = 0.021289$$

$$t_{Critical} = t_{\frac{\alpha}{2},n-1} = t_{0.025,11}$$

$$t_{Critical} = 2.20099$$

จากการทดสอบพบว่าได้ช่วงความเชื่อมั่นคือ -2.20099 ≤ 0.021289 ≤ 2.20099 ซึ่งยอมรับสมมุติฐานหลักแสดงว่าค่าเฉลี่ยของระบบจริงไม่แตกต่างจากระบบที่จำลองอย่างมีระดับนัยสำคัญ หลังจากนั้นจำลองระบบที่ทำการปรับปรุงดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ภาพแสดงผังสถานีหลังการปรับปรุง

4. ผลงานการวิจัย

การปรับปรุงโดยใช้หลักการของการติดตั้งที่รวดเร็ว โดยการออกแบบกล่องสำหรับการป้อนชิ้นส่วนใหม่ ทำให้ช่วยลดเวลาในการหาชิ้นส่วนและการนับชิ้นส่วนลงได้โดยเดิมเวลาที่เพิ่มมูลคือ 31% ไม่เพิ่มมูลค่า 69% ปรับปรุงเป็นเวลาที่เพิ่มมูลค่า 57% ไม่เพิ่มมูลค่า 43% ลดเวลาที่ไม่เพิ่มมูลค่าลง 26%

การกำหนดขนาดคัมบังโดยเปลี่ยนจากการป้อนชิ้นส่วนรวมกันที่หน้าสายการผลิตเป็นป้อนเข้าแต่ละสถานีในจำนวนที่ต้องผลิตในแต่ละวันช่วยลดปริมาณ WIP ในกระบวนการส่งผลให้เกิดการลดปริมาณ WIP จากเดิม 2,441 ชิ้นต่อวันเป็น 2,078 ชิ้นต่อวัน ลดลง 14.87%

การปรับปรุงความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนย้ายและจัดผังแบบเซลล์โดยปรับปรุงตำแหน่งสถานีด้วยหลักการของ CRAFT วิเคราะห์ผ่าน Excel Solver ได้เป็นผังสถานีงานใหม่ ดังรูปที่ 4 ผังสถานีงานใหม่สามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่จาก 826.2 เมตร เหลือ 609.4 เมตร คิดเป็น 26%

ผลการจำลองสถานการณ์สายการผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A ที่ใช้เวลาในการจำลองสถานการณ์ทั้งสิ้น 6 เดือนและสามารถเปรียบเทียบตัวชี้วัดของแต่ละแนวทางหลังการปรับปรุงได้ผลดังตารางที่ 6 จากการนำผลการปรับปรุงของแบบจำลองทั้ง 2 แบบ

จากผลการจำลองสถานการณ์แนวทางการปรับปรุงให้สายการผลิตมีอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น 33%จากสายการผลิตก่อนการปรับปรุง ให้ค่าอรรถประโยชน์ของสถานีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 12% และให้ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 191% ดังนั้นแนวทางการปรับปรุงในงานวิจัยนี้จึงมีความเหมาะสมในการปรับปรุงสายผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A

ตารางที่ 6 ผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์รายเดือนแบบสะสม

ปริมาณที่ผลิตได้จากแบบจำลองก่อนปรับปรุง (ชิ้น)	ปริมาณที่ผลิตจากแบบจำลองหลังปรับปรุง (ชิ้น)	ความแตกต่างหลัง-ก่อนปรับปรุง (ชิ้น)
120	140	20
240	285	45
365	430	65
487	563	76
610	706	96
734	860	126

5. สรุปและอภิปายผล

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปัญหาของสายการผลิตผลิตภัณฑ์ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่น A เป็นสายการผลิตสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่ ประกอบไปด้วยสถานีงานจำนวน 18 สถานีงาน ทำการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปร่วมกัน โดยในสายการผลิตพบความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย วัสดุคงคลัง และการเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์หาแนวทางการปรับปรุงสายการผลิต โดยใช้หลักการของลีนประกอบไปด้วยการติดตั้งที่รวดเร็วทำการออกแบบกล่องสำหรับการป้อนชิ้นส่วน การควบคุมด้วยคัมบังปรับปรุงวิธีการป้อนชิ้นส่วนเป็นการป้อนเข้าแต่ละสถานีโดยตรงตามปริมาณที่ได้คำนวณไว้ และการจัดผังแบบเซลล์โดยในการจัดผังได้ใช้หลักการของ CRAFT มาคำนวณหาตำแหน่งสถานีงานที่เหมาะสมเพื่อลดระยะทางการเคลื่อนที่ จากการจำลองสถานการณ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการปรับปรุงสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตให้สายการผลิตได้โดยเฉลี่ย 20 ชิ้นต่อเดือน มีค่าอัตราผลผลิตเพิ่มขึ้น 33% ค่าประสิทธิภาพของสายการผลิตหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้น 191% ค่าอรรถประโยชน์ของสถานีเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 12%

งานวิจัยในอนาคตสามารถประยุกต์ใช้หลักการของลีนในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆในสายการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ในโรงงานได้ นอกจากนั้นการพิจารณาคำนวณหาตำแหน่งสถานีงานด้วยวิธีการอื่นๆ สามารถนำมาเปรียบเทียบเพื่อปรับปรุงผังสายการผลิตเพิ่มเติมได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] N. Buakaew, *Introduction to Lean Manufacturing*. Bangkok, Thailand: Technology Promotion Association (Thailand –Japan), 2004.

[2] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*, 2nd ed. New York, NY, USA: Simon & Schuster, 2003.

[3] S. Panigrahi, K. K. Al Ghafri, W. R. Al Alyani, M. W. A. Khan, T. Al Madhagy and A. Khan, “Lean manufacturing practices for operational and business performance: A PLS-SEM modeling analysis,” *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 15, pp. 1–16, 2023.

[4] P. Boonma, S. Theerathammakorn, and S. Chianrabutra, “Setup time reduction of four-corner folding paperboard box process by quick changeover technique,” *Journal of King Mongkut’s University of Technology North Bangkok*, vol. 33, no. 1, pp. 4–11, 2023.

[5] N. Khongudomkiat, C. Khompatraporn, C. Jaturanonda and T. Wuttipornpun, “Raw materials reduction by pull production system and simulation,” *MUT Journal of Business Administration*, vol. 9, no. 2, pp. 12–20, 2012.

[6] V. A. Deshpande and I. K. Chopade, “Facility layout design by CRAFT technique,” in *Proc. National Conf. Computational Method in Mechanical Engineering*, Hyderabad, India, 2005, pp. 108–113.

[7] S. Trisat, *Plant Layout and Design*, 19th ed. Bangkok, Thailand: Technology Promotion Association (Thailand–Japan), 2007. (In Thai)

[8] B. Pruksaphanrat, *Simulation Using ProModel*. Bangkok, Thailand: Thammasat University Printing House, 2019.

[9] B. Phruksaphanrat and S. Duangburong, “Lean techniques and simulation-based optimization for improving wood plastic

composite manufacturing," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 41, no. 3, pp. 559–566, 2019.

[10] A. F. O. Pertivi and R. D. Astuti, "Increased line efficiency by improved work methods with the ECRS concept in a washing machine production: A case study," *Journal of Systems Management and Industry*, vol. 4, no. 1, pp. 13–29, Jul. 2020.

[11] M. Beaverstock, A. Greenwood and W. Nordgren, *Applied Simulation: Modeling and Analysis Using FlexSim*, 5th ed. USA: BookBaby, 2018.

[12] K. Kongcharoen, P. Suksamai and B. Phruksaphanrat, "Computer simulation for enhancing gear production line with flow smoothing," *Srinakharinwirot University Engineering Journal*, vol. 21, no. 1, pp. 16–27, 2025. (In Thai)

[13] B. Phruksaphanrat, I. Wipuseree and P. Benjaphongwattana, "Internal logistics simulation based on AGV system in assembly section of an automotive manufacturer," *Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, vol. 32, no. 2, pp. 355–365, 2022.