

การปรับปรุงสายการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์โดยการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

An Improvement of Hard Disk Drive Assembly Line Using Computer Simulation

^{1*} ญัฐภัก พละพันธุ์, ^{2#} พชร วารินสิทธิกุล และ ^{3#} ยุทธณรงค์ จงจันทร์

^{1, 2} สาขาการจัดการโลจิสติกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

³ สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

^{1*} Nattapak Palaphan, ^{2#} Pachara Warinsitdhikul and ^{3#} Yuthanarong Jongjun

^{1,2} Department of Logistics Management, Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University

³ Department of Industrial Technology, Faculty of Industrial Technology, Rajanagarindra Rajabhat University

*nattapak.p@ubru.ac.th, #pacharawar@gmail.com, #jongjun.2514@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสายการประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ โดยใช้เทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิต เทคนิคการปรับปรุงงาน และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า เกิดปัญหาการว่างงานของพนักงานระหว่างกระบวนการในบางสถานีงาน เนื่องจากความไม่สมดุลของสายการผลิต จึงได้ทำการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ ทั้งหมด 4 แบบจำลอง คือ 1) แบบจำลองก่อนการปรับปรุงที่ใช้ข้อมูลเวลาการทำงานคงที่ 2) แบบจำลองก่อนปรับปรุงที่ใช้ข้อมูลที่มีการกระจายตัวของเวลาการทำงานแบบปกติ เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง 3) แบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง สำหรับกรณีที่ความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นจากปริมาณสูงสุดเดิม ปรับปรุงโดยการจัดลำดับงานใหม่ของคน และเครื่องจักร และ 4) แบบจำลองเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงสำหรับกรณีความต้องการของลูกค้ายังไม่เกินปริมาณสูงสุดเดิม ปรับปรุงโดยการรวมสถานีเข้าด้วยกัน ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองที่ 3 สามารถลดเวลาการผลิตได้ร้อยละ 16.68 อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.97 การใช้ประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตขึ้นร้อยละ 13.16 ตลอดจนสามารถรองรับปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากเดิมได้อีกร้อยละ 20 และแบบจำลองที่ 4 สามารถลดจำนวนพนักงานได้ 7 คน จาก 24 คน คิดเป็นต้นทุนแรงงานที่จะสามารถลดลงได้ 785,400 บาทต่อปี ซึ่งคิดจากค่าแรงขั้นต่ำต่อวันของบริษัท กรณีศึกษา อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.22 การใช้ประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.56 ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.29 จากการใช้เทคนิคต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถทำให้สายการผลิตมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้อัตราผลผลิตด้านแรงงาน ค่าการใช้ประโยชน์ และประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

คำสำคัญ: การเพิ่มผลผลิต, การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์, การจัดสมดุลการผลิต

Received : February 17, 2023

Revised : March 21, 2023

Accepted : June 11, 2023

Abstract

The objective of this research article is to improve the assembly line of hard disk drives using techniques of production line balancing, process improvement, and computer simulation. Through the study and analysis of data from a case study factory, it was found that there were issues of employee idle time during certain process stations due to imbalances in the production line. To address this issue, four computer simulation models were developed, including: 1) a model using data with a constant work time before improvement, 2) a model using data with a normal distribution of work time before improvement, 3) a model for improvement guideline in case of increased customer demand from the previous maximum volume, adjusted by re-sequencing tasks for both workers and machines, and 4) a model for improvement guideline in case of customer demand not exceeding the previous maximum volume, adjusted by combining stations together. The first and second model were used to confirm the accuracy of the model. The study's findings indicate that Model 3 is capable of reducing production time by 16.68%, increasing labor productivity by 19.97%, improving the average utilization rate of machinery by 20%, and enhancing the efficiency of the production line by 13.16%. Additionally, Model 3 can accommodate a 20% increase in production volume from its baseline capacity. Furthermore, Model 4 can reduce the workforce by 7 employees from 24, resulting in a labor cost reduction of THB 785,400 per year, calculated based on the company's minimum wage rate per day in the case study. The application of various techniques, as aforementioned, can further enhance the production line's balance and consequently increase labor productivity, machinery utilization rate, and production line efficiency.

Keywords: Productivity improvement, Computer simulation, Line balancing,

1. บทนำ

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด19 ทั่วโลกได้ก่อให้เกิดกระแสการทำงานที่บ้านหรือทำงานที่ใดก็ได้ (Work From Home / Work From Anywhere) รวมถึงกระแสการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ ทำให้มีความต้องการคอมพิวเตอร์เพิ่มขึ้น ส่งผลให้การส่งออกฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ไปยังหลายตลาดมีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในตลาดจีน สหรัฐอเมริกาและอินเดีย มีอัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 26.81, 19.43 และ 12.54 ตามลำดับ [1] แนวโน้มปีพ.ศ 2565-2567 คาดว่ามูลค่าส่งออก ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ของไทยจะเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 3.0-4.0 ต่อปี ตามความต้องการของฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่มีความจุสูงเพื่อรองรับความต้องการในการใช้งาน Cloud computing และ Data center [2] อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ในตลาดโลกมีสภาพการแข่งขันที่สูงขึ้นทั้งภายในและภายนอกประเทศ ผู้ผลิตแต่ละรายต้องพยายามรักษาส่วนแบ่งทางการตลาดเพื่อการอยู่รอดขององค์กร ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ถูกลง และการเพิ่มปริมาณการผลิตเพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ส่งผลกระทบต่อบริษัทผู้ผลิตโดยรวมเป็นอย่างยิ่ง ไม่ว่าจะเป็นขอคความต้องการสั่งซื้อที่มากขึ้น ราคาขายที่ลดลง รวมทั้งการ

แข่งขันของผู้ผลิตชิ้นส่วนที่มีหลายบริษัททั้งภายในประเทศ และต่างประเทศ

ดังนั้นบริษัทต่างๆ ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจำเป็นต้องตระหนักในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อศักยภาพการแข่งขัน รวมถึงบริษัทที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ ซึ่งเป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภทฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ มีทั้งหมด 12 ผลิตภัณฑ์ โดยผลิตภัณฑ์ A มียอดขายสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 55.22 ของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด กระบวนการผลิตของบริษัทที่ศึกษาเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi Auto) คือ มีการใช้ทั้งเครื่องจักรร่วมกับแรงงานคน ในเบื้องต้นจากการสังเกตสายการผลิตพบว่า เกิดภาวะการรอคอยงานของบางสถานีการผลิต ทำให้เกิดเวลาสูญเปล่า และสะท้อนถึงการใช้ทรัพยากรการผลิตที่ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ รวมทั้งเกิดภาวะการกระจุกตัวของงานในบางกระบวนการ ทำให้เกิดการะงับที่มากเกินไปสำหรับผู้ปฏิบัติงานในกระบวนการนั้นๆ ทั้งนี้เนื่องจากความไม่สมดุลของสายการผลิตนั่นเอง ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นการหาแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และลดการสูญเสียของการผลิต ด้วยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในการประเมินประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้น ทั้งนี้ได้มีการกำหนดจำนวนผลิตต่อวันเป็น 3 กรณี คือ จำนวนการผลิตร้อยละ 100 110 และ 120 ตามลำดับ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาและเลือกแนวทางที่เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์สามารถปรับเปลี่ยนสายการผลิตได้ง่าย โดยไม่จำเป็นต้องทำการปรับเปลี่ยนสายการผลิตจริง ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลา และต้นทุนดำเนินงานที่สูง สายการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นสามารถช่วยให้ทางบริษัทเพิ่มอัตราผลผลิต (Productivity) และเป็นการลดต้นทุนของการผลิตได้

2. ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการปรับปรุงสายการผลิตผลิตภัณฑ์ A โดยการศึกษางานเทคนิคการปรับปรุงงานเพื่อการเพิ่มผลผลิต และการจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ โดยมุ่งเน้นการวางแผนการลดใช้ทรัพยากรการผลิต เช่น การใช้แรงงาน เป็นต้น เพื่อลดการสูญเสียจากการใช้ทรัพยากรที่ไม่มีประสิทธิภาพและเพิ่มอัตราผลผลิต โดยกำหนดขอบเขตงานวิจัยไว้ดังนี้

2.1 ศึกษาและสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ประเภท A ตั้งแต่ขั้นตอนการติดป้าย DCM (DCM Attachment) จนถึงกระบวนการตรวจสอบลักษณะภายนอก (Visual Inspection) โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการจากการสังเกตและจับเวลาในกระบวนการผลิตจริง แล้วนำมาจัดทำเป็นเวลามาตรฐาน (Standard Time) เพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ด้วยโปรแกรม Pro-Model

2.2 กำหนดให้คน และเครื่องจักรประเภทเดียวกัน มีความสามารถในการผลิตเหมือนกัน

2.3 การประเมินผลที่ได้จากการปรับปรุง จะวัดผลจากค่าต่างๆ ดังนี้ อัตราผลผลิต (Productivity), ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากร (Utilization), ประสิทธิภาพ (Efficiency) ของสายการผลิต

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 อัตราผลผลิตและการเพิ่มผลผลิต

อัตราผลผลิตหรือผลิตภาพ (Productivity) คือ อัตราส่วนของหน่วยผลผลิตต่อหน่วยกำลัง หรือ วัสดุที่เข้าสู่กระบวนการผลิต หรือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณหน่วยที่ผลิตได้ต่อหน่วยของทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตนั้นๆ ทรัพยากรที่ใช้รวมถึงที่ดิน สิ่งปลูกสร้าง วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมือ และแรงงาน

$$\text{อัตราผลผลิต (Productivity)} = \frac{\text{จำนวนชิ้นที่ผลิตได้ต่อวัน}}{(\text{เวลาในการผลิตต่อวัน}) \times (\text{จำนวนพนักงาน})} \quad (1)$$

ในปัจจุบันมีการแบ่งประเภทอัตราผลผลิตเป็น 3 ประเภท ดังนี้ [3]

1. อัตราผลผลิตย่อย (Partial Productivity) เป็นอัตราส่วนของผลผลิตต่อทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละชนิด
2. อัตราผลผลิตรวม (Total Productivity) เป็นอัตราส่วนของ ผลผลิตทั้งหมดต่อผลรวมของทรัพยากรที่ใช้ทั้งหมด ดังนั้น อัตราผลผลิตรวมจึงแสดงผลกระทบร่วมของทรัพยากรทั้งหมด
3. อัตราผลผลิตมูลค่าเพิ่ม (Value Added Productivity) อัตราผลผลิตมูลค่าเพิ่ม เป็นอัตราส่วนของผลผลิตสุทธิต่อผลรวมของทรัพยากร (ตัวส่วนของอัตราส่วน ประกอบไปด้วยปัจจัยแรงงานและทุน) ผลผลิตสุทธิ หมายถึง ผลผลิตรวมที่หักสินค้าและบริการระหว่างกระบวนการซื้อออก

3.2 การจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Production Line Balancing) คือ การจัดงานให้กับสถานีงานต่างๆ ในโรงงานที่มีการผลิตต่อเนื่องกันไปตลอดสายการผลิต โดยพยายามให้อัตราการทำงาน และเวลาที่ใช้ในแต่ละสถานีงานเท่ากัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้จำนวนสถานีงานที่จำเป็นในสายการผลิตน้อยที่สุด หรือมีประสิทธิภาพของสายการผลิตสูงสุด ซึ่งจะช่วยให้ต้นทุนการดำเนินงานต่ำที่สุด และทำให้สายการผลิตมีอัตราผลิตสอดคล้องกับความต้องการ [4]

คำจำกัดความที่ใช้สำหรับการจัดสมดุลการผลิต

1. เส้นโซ่ลำดับก่อนหน้า คือ เส้นโซ่ทางกายภาพที่กำหนดลำดับดำเนินงานของสายการประกอบ ในการจัดสมดุลสายการผลิต เส้นโซ่ลำดับก่อนหน้าจะถูกแสดงด้วยแผนผังโดยจะเป็นแผนผังโครงข่ายที่เรียกว่าผังแสดงลำดับขั้นตอน โดยงานแต่ละงานจะแทนด้วยวงกลมหรือเรียกว่าจุดเชื่อม (Node) และลำดับก่อนหน้าจะแสดงด้วยลูกศรที่เชื่อมระหว่างจุดเชื่อม

2. รอบเวลาการผลิต คือ เวลามากที่สุดที่สินค้าจะใช้ในแต่ละสถานีงาน รอบเวลาการผลิตที่กำหนด (Desired Cycle Time : C_d) คำนวณได้จากการหารเวลาสำหรับการผลิตด้วยจำนวนหน่วยที่วางแผนไว้ว่าจะทำการผลิต

$$C_d = \frac{\text{เวลาสำหรับการผลิต}}{\text{จำนวนผลผลิตที่ต้องการ}} \quad (2)$$

3. รอบเวลาการผลิตจริง (Actual Cycle Time: C_a) คือ เวลามากที่สุดในสายการผลิตที่ชิ้นงานแต่ละชิ้นจะทำการผลิตออกมา

$$C_a \geq \max_{k=1, \dots, K} \sum_{i=1}^{S_k} t_i \quad (3)$$

เมื่อ S_k คือ จำนวนงานย่อยในสถานีงาน k ทั้งหมด โดยที่ $k = 1, 2, \dots, S_k$

t_i คือ เวลาของงานย่อย i

4. การประเมินประสิทธิภาพ (Efficiency: E) ของสายการผลิต

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{nC_a} \quad (4)$$

เมื่อ t_i คือ เวลาของงานย่อย i n คือ จำนวนสถานีงาน

i คือ จำนวนงานย่อยทั้งหมด

C_d คือ รอบเวลาจริง

5. การหาจำนวนสถานีงานน้อยที่สุด (N)

$$N = \frac{\sum_{i=1}^i t_i}{C_d} \quad (5)$$

เมื่อ t_i คือ เวลาของงานย่อย i

C_d คือ รอบเวลาที่กำหนด

i คือ จำนวนงานย่อยทั้งหมด

6. การสูญเสียความสมดุล (Balance Delay: d)

$$d = 1 - E \quad (6)$$

เมื่อ E คือ ประสิทธิภาพของสายการผลิต

3.3 หลักการ ECRS

หลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และ การทำให้ง่าย (Simplify) เพื่อลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิต [5] มีหลายงานวิจัยที่ได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพด้วยหลักการ ECRS ซึ่งเป็นการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานที่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม วิเคราะห์ความสมดุลของกระบวนการ จัดทำแผนการปรับปรุงและแก้ไขปัญหา กำหนดเวลามาตรฐานและพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานใหม่ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพหลังการปรับปรุงขึ้นได้ [6] มีการนำเสนอแนวทางการจัดสมดุลสายการผลิต โครงอูมเนียม โดยนำหลักการ ECRS มาใช้ พบว่าจำนวนสถานีงานลดลง 2 สถานีงาน ประสิทธิภาพสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 37.93 [7]

3.4 แผนภูมิคน - เครื่องจักร

แผนภูมิคน - เครื่องจักร (Man-Machine Charts) เป็นแผนภูมิแสดงการทำงานของคนร่วมกับเครื่องจักร ซึ่งอาจมีตั้งแต่หนึ่งคนกับหนึ่งเครื่องขึ้นไป จุดมุ่งหมายเพื่อดูสัดส่วนการเสียเวลาคอยของคน หรือของเครื่องจักร หรือเพื่อศึกษาว่าควรต้องมีการลด หรือเพิ่มจำนวนคนในการทำงานหรือไม่ [8] การคำนวณหาร้อยละการทำงานของคนงานและเครื่อง ดังสมการที่ 7

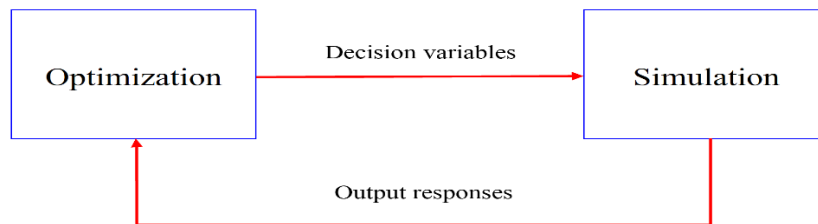
$$\text{ร้อยละการทำงาน} = \frac{\text{เวลาที่มีการทำงาน}}{\text{รอบเวลาในการทำงาน}} \times 100 \quad (7)$$

3.5 การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์

การจำลองสถานการณ์ คือ กระบวนการออกแบบตัวแบบจำลอง (Model) ของระบบการทำงานจริง (Real System) ดำเนินการโดยใช้ตัวแบบจำลอง เพื่อเรียนรู้รูปแบบการทำงานของระบบหรือเพื่อประเมินหาแนวทางการใช้กลยุทธ์ (Strategy) ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนด การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เป็นวิธีการหนึ่งที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการทำการศึกษาและวิเคราะห์หาผลลัพธ์ เพื่อนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในคันต่างๆ ซึ่งมีระบบหรือขั้นตอนการทำงานที่มีความยุ่งยากซับซ้อน [9] โดยรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่ใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบมาไว้บนคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะศึกษาการไหลของกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ โดยมีการเก็บข้อมูล ทำการวิเคราะห์ และการตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบจำลองเพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด [10] ในปัจจุบันการจำลองสถานการณ์

เป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้การจำลองสถานการณ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิต การขนส่ง การกระจายสินค้าหรือแม้กระทั่งธุรกิจบริการต่างๆ เช่น ธนาคาร โรงพยาบาล เป็นต้น [11]

การจำลองสถานการณ์ของระบบถูกสร้างขึ้นด้วยหลายเหตุผล เช่น เพื่อให้เข้าใจระบบดีขึ้นหรือต้องการคาดการณ์ผลลัพธ์ของระบบหรือเพื่อเปรียบเทียบระบบหนึ่งกับอีกระบบหนึ่ง การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเป็นการค้นหาจากปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด [12] ความสัมพันธ์ระหว่างการจำลองสถานการณ์และการหาคำตอบที่ดีที่สุด แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างการจำลองสถานการณ์และการหาคำตอบที่ดีที่สุด [13]

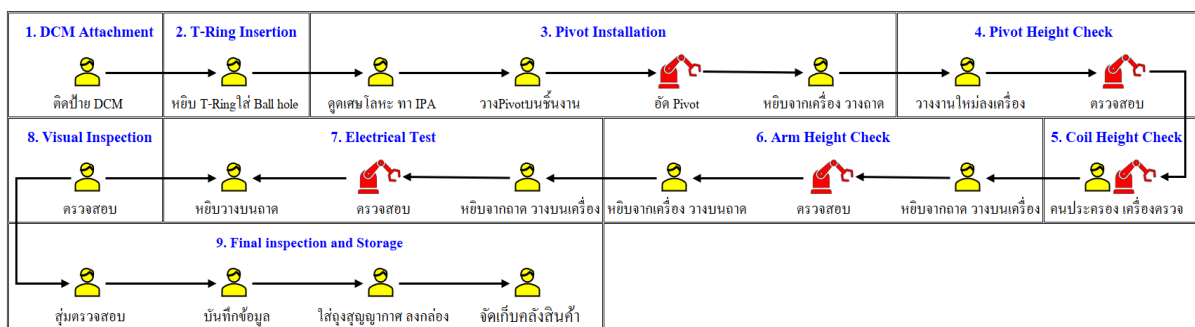
4. การดำเนินการวิจัย

4.1 ศึกษาข้อมูลกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตหลักของผลิตภัณฑ์ประเภท A มีดังนี้

1. FCOF (Flip Chip On Flex)
2. Hook Up หรือ AFA (Actuator Arm Flex Assembly)
3. APFA (Actuator Arm Pivot Flex Assembly)

จากข้อมูลของการผลิตในปัจจุบันพบว่า ขั้นตอนการผลิต APFA เป็นจุดวิกฤติ มีอัตราผลผลิต (Productivity) ต่ำที่สุด และสามารถแสดงแผนภาพของกระบวนการผลิตของแผนกการผลิต APFA ทั้งหมดจะแสดงได้ดัง รูปที่ 2 และขอบเขตในการศึกษานี้จะครอบคลุมตั้งแต่ขั้นตอน การติดป้าย DCM (DCM Attachment) จนถึงกระบวนการตรวจสอบลักษณะภายนอก (Visual Inspection) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้วิจัยสังเกตพบปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิตได้อย่างเด่นชัด

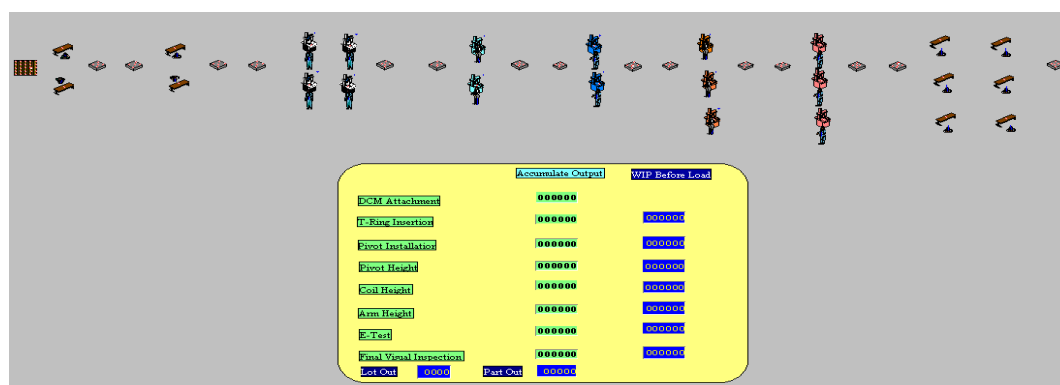


รูปที่ 2 แผนภาพกระบวนการไหลของกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ A

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นกระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ A ในกระบวนการหลัก APFA มี 9 สถานี พบปัญหาความไม่สมดุลของสายการผลิตที่เด่นชัดเริ่มตั้งแต่การติดป้าย DCM (DCM Attachment) ในสถานีที่ 1 จนถึงกระบวนการตรวจสอบลักษณะภายนอก (Visual Inspection) ในสถานีที่ 8 รายละเอียดแสดงได้ดังตารางที่ 1 และมีการวางสายการผลิตดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 รายละเอียดจำนวนพนักงาน และจำนวนเครื่องจักรในแต่ละสถานีงาน

สถานีงาน	จำนวนพนักงาน	จำนวนเครื่องจักร	เวลามาตรฐาน/ชิ้น/คน(วินาที)	เวลามาตรฐาน/ล็อต/คน(วินาที)	เวลามาตรฐานสะสม/คน(วินาที)
1. DCM Attachment	2	0	1.15	115.30	115.30
2. T-Ring Insertion	2	0	3.51	351.30	466.61
3. Pivot Installation	4	4	4.90	490.38	956.98
4. Pivot Height Check	2	2	2.26	226.34	1183.32
5. Coil Height Check	2	2	2.31	230.79	1414.11
6. Arm Height Check	3	3	3.00	299.82	1713.93
7. Electrical Test	3	3	3.96	395.76	2109.69
8. Visual Inspection	6	0	4.18	417.62	2527.31

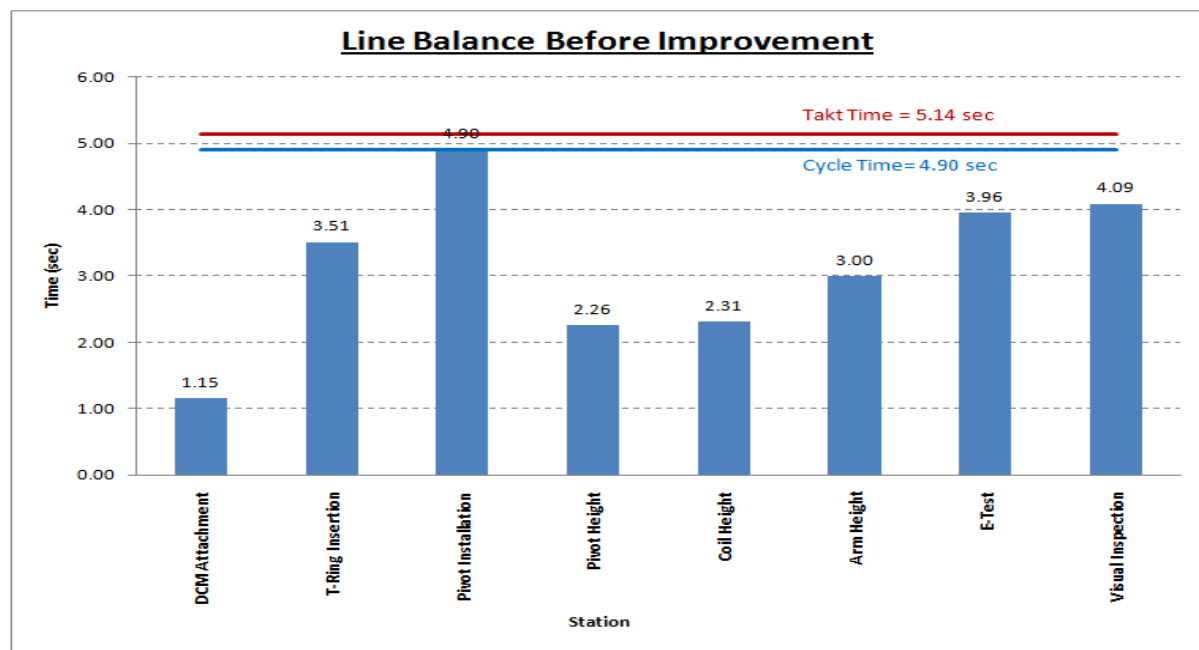


รูปที่ 3 แบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์กระบวนการประกอบผลิตภัณฑ์ A

การประกอบชิ้นส่วนฮาร์ดดิสค์ไครฟ์ของผลิตภัณฑ์ประเภท A จากข้อมูลเวลามาตรฐานจาก ตารางที่ 1 สามารถสร้างเป็นกราฟการจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) (ต่อจำนวนสถานีงาน) ในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงดังรูปที่ 3 โดยเวลาของสถานีงาน ที่ใช้เวลามากที่สุด (Cycle Time) คือ เวลาของสถานีงานที่ 3 ซึ่งเท่ากับ 4.90 วินาที และ Utilization ของพนักงานเท่ากับร้อยละ 44.84 และ Utilization ของเครื่องจักรเท่ากับร้อยละ 38.70 ดังตารางที่ 2 ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรในปัจจุบัน และรูปที่ 4 กราฟการจัดสมดุลสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง

ตารางที่ 2 ค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรในปัจจุบัน

ขั้นตอนการทำงานหลัก	เวลามาตรฐานในการทำงาน (วินาที/ชิ้น/สถานีงาน)		%Utilization	
	พนักงาน	เครื่องจักร	พนักงาน	เครื่องจักร
1. DCM Attachment	1.15	-	23.51%	-
2. T-Ring Insertion	3.51	-	71.64%	-
3. Pivot Installation	2.78	2.13	56.67%	43.33%
4. Pivot Height	1.06	1.2	21.68%	24.47%
5. Coil Height	2.31	-	47.06%	-
6. Arm Height	1.26	1.73	25.79%	35.35%
7. E-Test	1.42	2.53	29.04%	51.66%
8. Visual Inspection	4.09	-	83.34%	-
% Average Utilization			44.84%	38.70%



รูปที่ 4 กราฟการจัดสมดุลสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง

ค่าประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิต ก่อนการปรับปรุงเท่ากับร้อยละ 64.19 แสดงให้เห็นถึงเวลาว่างงานที่เกิดขึ้น ซึ่งเรียกว่าการสูญเสียความสมดุล (Balance Delay) คำนวณได้จาก $(1-E)$ มีค่าเท่ากับร้อยละ 35.81 จากการวิเคราะห์

สายการผลิตในปัจจุบันก่อนปรับปรุงทำงานผู้วิจัยพบว่าจากอัตราผลผลิตต่อชั่วโมงต่อคนที่มีค่าค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับลักษณะความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์ตัวอย่าง รวมถึงค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรประเภทพนักงานและเครื่องจักรที่ค่อนข้างน้อยด้วยเช่นกัน

4.2 การวิเคราะห์สายการผลิตเพื่อการปรับปรุง

จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่าสถานีงานที่ 3 Pivot Installation เป็นสถานีงานที่ใช้เวลาต่อจำนวนพนักงานสูงที่สุด ซึ่งเป็นสถานีที่กำหนด Cycle Time ของการทำงาน และจากการสังเกตพบว่า กิจกรรมในสถานีงานนี้เป็นการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร และสามารถแสดงแผนภูมิคน และเครื่องจักรดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์สายการผลิตก่อนการปรับปรุง

เวลารวม(วินาที)	คน	เวลา (วินาที)	เครื่องจักรอัด Pivot	เวลา (วินาที)
19.62	พนักงานหยิบชิ้นงานจากถาดแล้วทำการดูเศษโลหะออกจากชิ้นงานและทำน้ำยา IPA ในบริเวณ T-Ring	5.73	ว่างงาน	9.82
	พนักงานนำชิ้นงานวางบนเครื่องจักรและนำ Pivot วางบนชิ้นงานและทำการกดปุ่มเดินเครื่องจักร	4.09		
	ว่างงาน	8.5	เครื่องจักรทำงาน	8.5
	พนักงานหยิบงานออกจากเครื่องจักร แล้ววางในถาด	1.29	ว่างงาน	1.29
สรุป				
รายละเอียด	การปฏิบัติงานของคน	การปฏิบัติงานของเครื่องจักร		
เวลาปฏิบัติงาน	11.12	8.5		
เวลาว่างงาน	8.5	11.12		
เวลาครบรอบการปฏิบัติงาน	19.62	19.62		
% การปฏิบัติงาน	56.67%	43.33%		

การปรับปรุงแบบที่ 1 ใช้หลักการ ECRS ในส่วนของการรวมขั้นตอนการทำงานบางส่วนเข้าด้วยกัน (Combine) เราสามารถรวมกิจกรรมในช่วงของพนักงานหยิบชิ้นงานจากถาดแล้วทำการดูเศษโลหะออกจากชิ้นงาน และทำน้ำยา IPA ในบริเวณ T-Ring เข้ากับช่วงเครื่องจักรทำการอัด Pivot เราก็สามารถลดเวลาได้

การปรับปรุงแบบที่ 2 ใช้วิธีการหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด ซึ่งจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุดที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าจำนวนสถานีงานปัจจุบัน จึงควรปรับลดจำนวนสถานีงานลงเหลือเพียง 6 สถานี แต่เนื่องจากสถานีงานที่ 3 (Pivot Installation) ถึงสถานีงานที่ 7 (E-Test) เป็นกระบวนการที่ทำงานร่วมกับเครื่องจักรเป็นหลักจึงไม่สามารถลดจำนวนสถานีงานได้ จึงได้ทำการรวมสถานีงานที่ 1 (DCM Attachment) เข้ากับสถานีงานที่ 2 (T-Ring Insertion) ตามหลักการการรวมขั้นตอนการทำงานบางส่วนเข้าด้วยกัน (Combine) ของหลักการ ECRS ดังนั้น สถานีงานที่ 1 จึงเป็น DCM Attachment และ T-Ring Insertion และมีเวลามาตรฐานเป็น 9.33 วินาที และจำนวนสถานีงานเหลือ 7 สถานีงาน

4.3 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์ในสถานการณ์ปัจจุบัน

4.3.1 เงื่อนไขการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ทางคอมพิวเตอร์

เนื่องจากต้องการให้การจำลองสถานการณ์ให้ผลที่ชัดเจน และสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ง่ายขึ้น จึงมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆให้เป็นสภาวะเดียวกันกับที่เกิดขึ้นในสายการผลิตจริงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการจำลองกับค่าที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานจริงโดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. กำหนดให้พนักงาน และเครื่องจักรประเภทเดียวกัน มีความสามารถในการผลิตเหมือนกัน

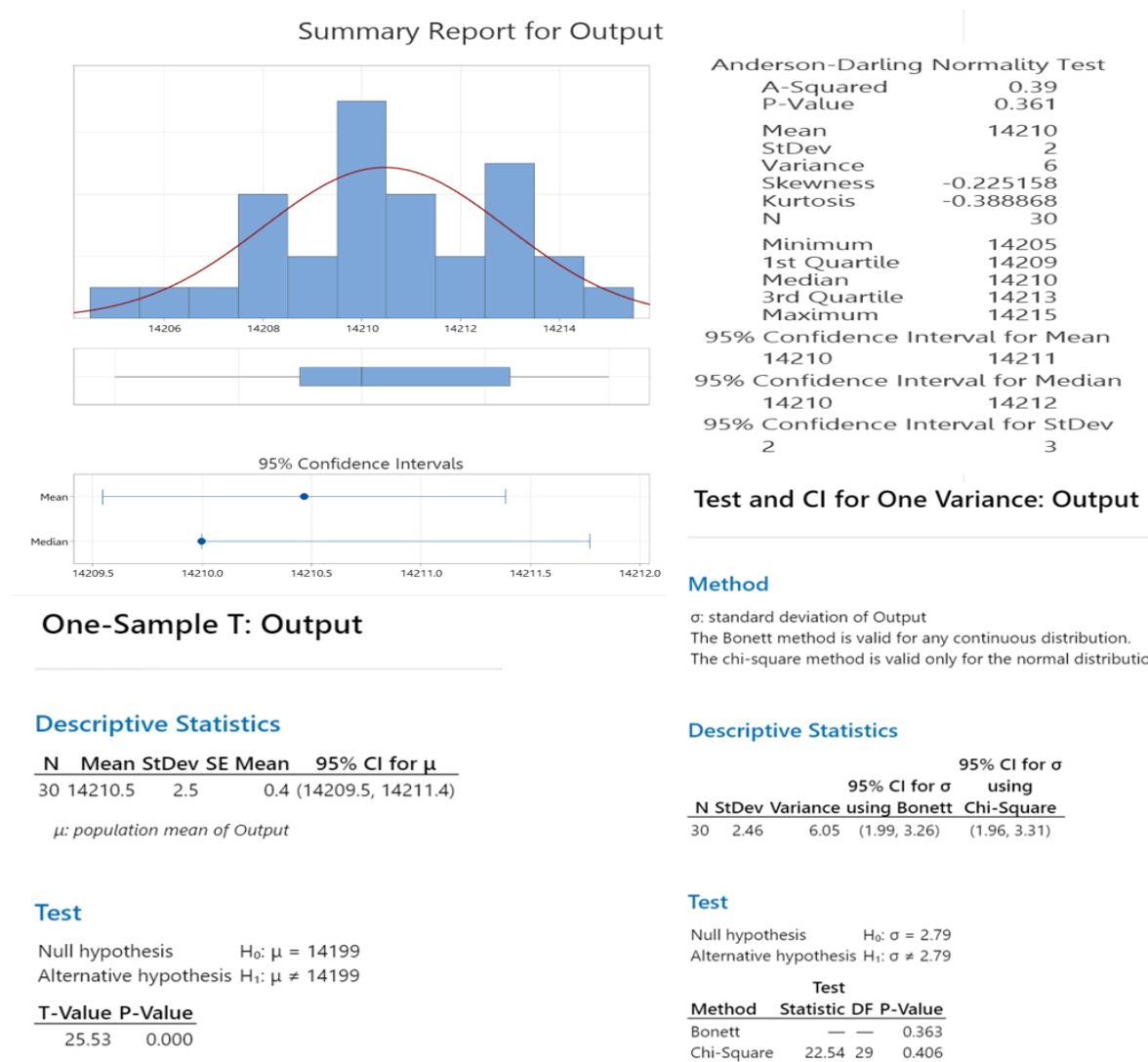
2. กำหนดให้พนักงานทุกคนเริ่มปฏิบัติงานพร้อมกันโดยในสายการประกอบมีการเตรียมการผลิตบางส่วนไว้ล่วงหน้าแล้ว คือการจัดเตรียมวัตถุดิบ และบรรจุภัณฑ์
3. เวลา 1 รอบการผลิต คือ 1 วัน หรือชั่วโมงการปฏิบัติงาน 20 ชั่วโมง (2 กะ กะละ 10 ชั่วโมง)
4. ไม่พบงานเสียระหว่างกระบวนการผลิต
5. % Yield ของแต่ละสายการผลิตเท่ากับ 100%
6. ระยะห่างระหว่างเครื่องจักรหรือสถานีงานมีน้อยมากซึ่งพนักงานสามารถเอื้อมหรือหันตัวเพื่อปฏิบัติงานได้ ดังนั้น จึงไม่น่ามาคิดคำนวณด้วย

4.3.2 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification)

การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมโดยกำหนดให้มีเวลาการผลิตที่ต่างกัน 20 ลักษณะ แล้วพิจารณาชิ้นงานที่ผลิตสำเร็จ โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม และค่าที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งอ้างอิงจากการปฏิบัติงานจริงนั้นมีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าแตกต่างกันมากที่สุดที่ร้อยละ 1.29 แสดงว่าโปรแกรมมีความถูกต้องจึงสามารถนำผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมนี้อำนาจไปใช้งานต่อไปได้

4.3.3 การตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง (Model Validation)

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้น เพื่อแสดงถึงความ น่าเชื่อถือ และความสามารถในการให้ผลลัพธ์ได้ใกล้เคียงกับสายการผลิตจริงเพียงใดซึ่งในที่นี้ใช้การตรวจสอบสมมติฐานค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยให้โปรแกรมทำงานทั้งหมด 30 รอบ กับค่าเฉลี่ยของชิ้นงานจากการผลิตจริงที่เวลา 20 ชั่วโมง เท่ากับ 14,199 ชิ้น และค่าความเบี่ยงเบนเท่ากับ 2.79 ชิ้น จากการทดสอบสมมติฐานด้วย One Sample T-Test และ Chi-Square Test ได้ผลดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 ผลการทดสอบสมมติฐานด้วย One Sample T-Test และ Chi-Square Test

P-value = 0.00 ดังนั้นจึงไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แสดงว่าผลของการจำลองสถานการณ์ด้วยแบบจำลองไม่มีความแตกต่างจากข้อมูลของสายการผลิตจริง

4.3.4 ผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ก่อนการปรับปรุง

โดยแบบจำลองสถานการณ์สายการผลิตก่อนการปรับปรุง แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

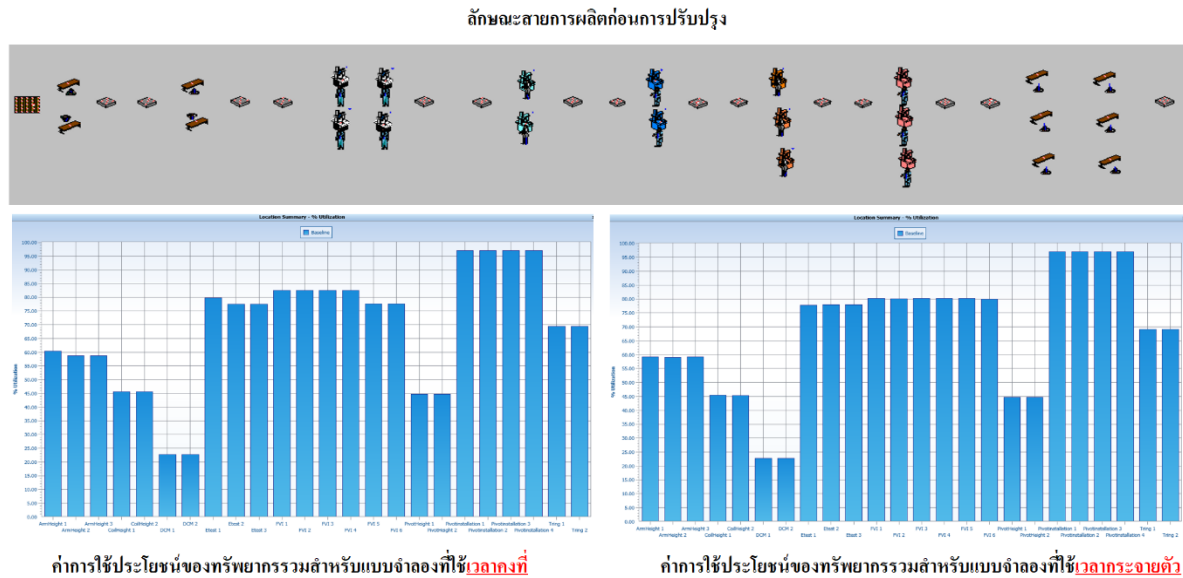
4.3.4.1 แบบจำลองที่ 1 สายการผลิตก่อนการปรับปรุงแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลคงที่

ถ้ากำหนดให้แบบจำลองผลิตชิ้นงานจำนวน 14,000 ชิ้น ซึ่งมาจากการพยากรณ์ความต้องการสูงสุดต่อวันของลูกค้า จะใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 19.64 ชั่วโมง หรือ 1178.38 นาที จะมีอัตราผลิต (Productivity) เป็น 30 ชิ้น / ชั่วโมง / คน ค่าเฉลี่ยของร้อยละ Utilization ของพนักงานเท่ากับ ร้อยละ 49.95 และ Total Utilization เท่ากับร้อยละ 73.41 ประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิตเท่ากับร้อยละ 64.19

4.3.4.2 แบบจำลองที่ 2 สายการผลิตก่อนการปรับปรุงแบบจำลองที่ใช้ข้อมูลการกระจายตัว

ถ้ากำหนดให้แบบจำลองที่ 2 ซึ่งใช้ข้อมูลที่มีการกระจายของข้อมูลการทำงาน จำลองผลิตชิ้นงานจำนวน 14,000 ชิ้น จะใช้เวลาในการผลิตทั้งหมด 19.72 ชั่วโมง หรือ 1183.42 นาที ผลการจำลองสถานการณ์แบบที่ 2 ได้ อัตราผลิต (Productivity) เป็น 30 ชิ้น / ชั่วโมง / คน ค่า Utilization ของพนักงานเท่ากับร้อยละ 49.72 และ Total Utilization

เท่ากับร้อยละ 73.09 ประสิทธิภาพ (Efficiency, E) ของสายการผลิตเท่ากับร้อยละ 64.19 เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองกับแบบจำลองที่ 1 ซึ่งใช้ข้อมูลค่าคงที่ มีค่าใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ลักษณะสายการผลิตก่อนปรับปรุงและค่าการใช้ประโยชน์ของทรัพยากรแบบที่ 1 และแบบที่ 2

4.3.5 การปรับปรุงสายการผลิตโดยอาศัยแบบจำลองสถานการณ์

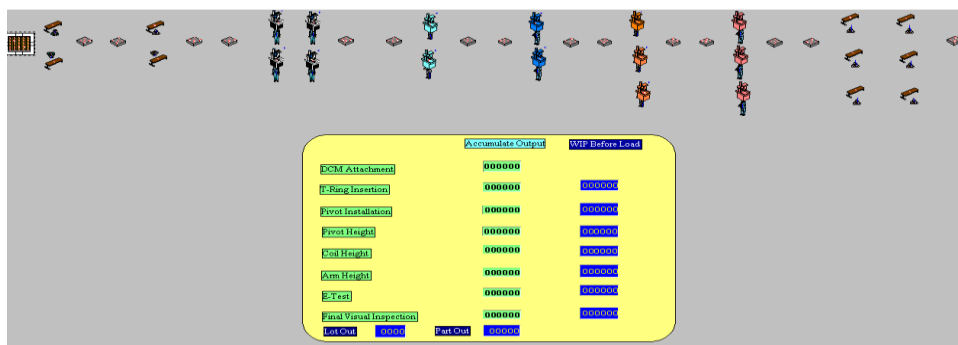
จากการวิเคราะห์ปัญหาของสายการผลิตในปัจจุบัน พบว่า อัตราการใช้ประโยชน์ พนักงานมีค่าค่อนข้างต่ำ และเกิดการดำเนินงานที่ไม่สมดุลกัน ประสิทธิภาพโดยรวมต่ำ ดังนั้นจึงนำเทคนิคการจัดสมดุลสายการผลิตและเทคนิคการปรับปรุงงานมาทำการสร้างแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้ว ดังนี้

4.3.5.1 แบบจำลองที่ 3

จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่าสถานีงานที่ 3 Pivot Installation เป็นสถานีงานที่ใช้เวลาต่อจำนวนพนักงานสูงที่สุด ซึ่งเป็นสถานีที่กำหนด Cycle Time ของการทำงาน และเป็นการทำงานของพนักงานร่วมกับเครื่องจักร ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงทำการปรับขั้นตอนการทำงานในสถานีงานที่ 3 Pivot Installation เพื่อลดเวลาว่างของทั้งพนักงาน และเครื่องจักรโดยใช้หลักการ ECRS และได้แบ่งจำนวนการผลิตต่อวันออกเป็น 3 ระดับคือ จำนวนผลิตต่อวัน 14,000 ชิ้น (การผลิตร้อยละ 100) 15,400 ชิ้น (การผลิตร้อยละ 110) และ 16,800 ชิ้น (การผลิตร้อยละ 120) ตามลำดับ ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 รายละเอียดจำนวนพนักงาน และจำนวนเครื่องจักรในแต่ละสถานีงาน

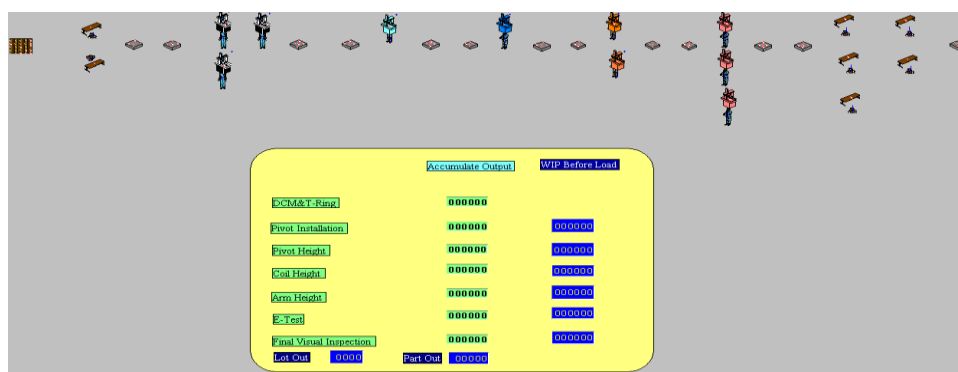
ปริมาณผลิต (ชิ้น)	จำนวนพนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	Labor Productivity (ชิ้น/ชม./คน)	% Labor Utilization เฉลี่ย	% Total Utilization เฉลี่ย	%Efficiency
14,000	24	16.39	35.58	52.96	81.08	72.64
15,400	24	17.98	35.69	53.13	81.33	
16,800	24	19.58	35.75	53.24	81.48	



รูปที่ 7 ลักษณะของสายการผลิตหลังปรับปรุง แบบจำลองที่ 3

4.3.5.2 แบบจำลองที่ 4

แบบจำลองนี้ทำการปรับลดสถานงาน และจำนวนพนักงานต่อสถานงานตามวิธี วิธีการหาจำนวนสถานงานที่น้อยที่สุด จากพนักงานจำนวน 24 คน เหลือ 17 คน คิดเป็นต้นทุนแรงงานที่จะสามารถลดลงได้ 785,400 บาทต่อปี คำนวณจาก 7 (จำนวนคนที่ลดลง) x 300 (วันทำงานต่อปี) x 374 (ค่าแรงขั้นต่ำต่อวัน) ของบริษัทกรณีศึกษา



รูปที่ 8 ลักษณะของสายการผลิตหลังปรับปรุง แบบจำลองที่ 4

กำหนดให้แบบจำลองผลิตชิ้นงาน 14,000 ชิ้น ต่อวัน จะใช้เวลาการผลิต 19.76 ชั่วโมง หรือ 1185.62 นาที สามารถแบ่งตามหัวข้อการวัดผลได้ดังนี้

ตารางที่ 5 รายละเอียดจำนวนพนักงาน และจำนวนเครื่องจักรในแต่ละสถานงาน

การวัดผล	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	Gain (%)
ผลผลิต	14000	14000	-
จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการผลิต (คน)	24	17	29.17%
เวลาที่ใช้ในการผลิต (ชั่วโมง)	19.72	19.76	-0.19%
Productivity (ชิ้น / ชั่วโมง / คน)	29.58	41.68	40.91%
%Utilization รวมเฉลี่ย	73.09%	89.30%	22.18%
%Utilization ของพนักงานเฉลี่ย	49.72%	64.37%	29.45%

%Efficiency ของสายการผลิต	64.19%	92.62%	44.29%
WIP เหลือ	770.88	93.88	87.82%

5. ผลการวิจัย

การสร้างแบบจำลองนั้น สามารถแบ่งออกเป็นได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงของการสร้าง แบบจำลองสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุง 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองที่ 1 ใช้ค่าเวลาเฉลี่ยคงที่ (ค่าเวลามาตรฐาน) และแบบจำลองที่ 2 ใช้ค่าเวลาที่เป็นค่าการกระจายที่มีความใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าแบบจำลองที่ 1 และ 2 มีค่าผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันแตกต่างกันเพียงลักษณะของข้อมูลที่เป็นค่าเฉลี่ย และข้อมูลที่มีการกระจาย และช่วงของการสร้างแบบจำลองสายการผลิตที่ปรับปรุงแล้ว ซึ่งแบ่งตามเงื่อนไขของปริมาณชิ้นงานที่ต้องการตามปริมาณคำสั่งซื้อ 3 ลักษณะ แบ่งเป็นปริมาณคำสั่งซื้อเดิม และปริมาณคำสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และ 20 ตามลำดับ คือ ที่ระดับ 14,000, 15,400 และ 16,800 ชิ้น โดย มีแบบจำลองที่ปรับปรุงแล้ว คือ แบบจำลองที่ 3 แบบจำลองนี้ทำการปรับขั้นตอนการทำงานในสถานีงานที่ 3 Pivot Installation โดยปรับขั้นตอนการทำงานเพื่อลดเวลาว่างของทั้งพนักงาน และเครื่องจักร และแบบจำลองที่ 4 แบบจำลองนี้ทำการปรับลดสถานีงาน และจำนวนพนักงานต่อสถานีงานตามวิธีการหาจำนวนสถานีงานที่น้อยที่สุด ซึ่งสามารถปรับลดจำนวนพนักงานลงจากพนักงานจำนวน 24 คน เหลือ 17 คน หลังจากสร้างแบบจำลองสายการผลิตในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงแล้ว พบว่า แนวโน้มปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น เป็นไปตามที่ได้วิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้นใน 4.1 และ 4.2 ดังนั้นจึงนำแนวทางการปรับปรุงงานมาใช้ในการสร้างแบบจำลองหลังการปรับปรุง เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการปรับปรุงแบบจำลอง

กรณี	ปริมาณ ผลิต (ชิ้น)	ประเภท แบบจำลอง	จำนวน พนักงาน (คน)	เวลาที่ใช้ ในการผลิต (ชั่วโมง)	Labor Productivity (ชิ้น/ช.ม./คน)	%Labor Utilization เฉลี่ย	%Total Utilization เฉลี่ย	%Efficiency
ก่อนการ ปรับปรุง	14,000	2	24	19.72	29.59	49.72	73.09	64.19
หลังการ ปรับปรุง	14,000	3	24	16.39	35.58	52.96	81.08	72.64
	15,400	3	24	17.98	35.69	53.13	81.33	
	16,800	3	24	19.58	35.75	53.24	81.48	
	14,000	4	17	19.76	41.68	64.37	89.3	92.62

6. สรุป

จากผลการวิจัยสรุปได้ว่า แนวทางการปรับปรุงสายการผลิตผลิตภัณฑ์ A ที่เหมาะสมมี 2 แนวทาง ดังนี้ แนวทางที่ 1 สำหรับกรณีที่มีความต้องการของลูกค้าเพิ่มขึ้นจากปริมาณสูงสุดเดิม ปรับปรุงโดยการจัดลำดับงานใหม่ของคน และเครื่องจักร ซึ่งสามารถลดเวลาการผลิตได้ร้อยละ 16.68 อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 19.97 การใช้ประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตขึ้นร้อยละ 13.16 ตลอดจนสามารถรองรับปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้นจากเดิมได้อีกร้อยละ 20 แนวทางที่ 2 สำหรับกรณีที่มีความต้องการของลูกค้ายังไม่เกินปริมาณสูงสุดเดิม ปรับปรุงโดยการรวมสถานีเข้าด้วยกัน สามารถลดจำนวนพนักงานได้ 7 คนจาก 24 คน คิดเป็นต้นทุนแรงงานที่จะสามารถลดลงได้ 785,400 บาทต่อปี ซึ่งคิดจากค่าแรงขั้นต่ำต่อวันของบริษัทกรณีศึกษา อัตราผลผลิตด้านแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 43.22 การใช้ประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นร้อยละ 36.56 ประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 44.29 จากการใช้เทคนิคต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถทำให้สายการผลิตมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้อัตราผลผลิตด้านแรงงาน ค่าการใช้ประโยชน์ และประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มสูงขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

การนำแนวทางการจัดสรรทรัพยากรไปปฏิบัติในการผลิต ควรมีการทบทวนค่ามาตรฐานต่างๆที่เป็นข้อกำหนดในการผลิตเนื่องจากประเภทของชิ้นงานที่อาจจะมีเพิ่มเติมในอนาคตหรือมีการเปลี่ยนแปลงของชิ้นงานที่เคยผลิตรวมทั้งความสามารถของพนักงานอาจไม่เท่ากันจากมีความชำนาญต่างกันหรือการกำหนดอัตราค่าเผื่อต่างๆ ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่นๆทำการเปลี่ยนแปลงของค่าต่างๆ เพื่อความแม่นยำของข้อมูลมากขึ้น

8. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษา ที่ให้การอนุเคราะห์ข้อมูลเพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีที่ให้การสนับสนุนในการดำเนินการวิจัยจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์. (2565). อุตสาหกรรม เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ Factsheet สินค้าอิเล็กทรอนิกส์ ประจำเดือนสิงหาคม 2565. สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2565, จาก https://ditp.go.th/ditp_web61/article_sub_view.php?filename=contents_attach/817469/817469.pdf&title=817469&cate=767&d=0
- [2] ศูนย์วิจัยธนาคารกรุงศรีอยุธยา. (2565). แนวโน้มธุรกิจและอุตสาหกรรมไทยปี 2565-2567. สืบค้น 15 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://www.krungsri.com/th/research/industry/summary-outlook/outlook-2022-2024>
- [3] ชนาภา หันจางสิทธิ. (2560). Increase Productivity เพิ่มผลผลิต พิชิตประสิทธิภาพด้วย Excel. กรุงเทพฯ: โอดีซี พรีเมียร์
- [4] วันชัย วิจิตรวิเศษ. (2552). การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [5] กัณธิริ กิตติภากร. (2553). การจัดสมดุลการผลิตและการวางแผนทรัพยากรโดยใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ กรณีศึกษา อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์อาหาร. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- [6] รัตนพงษ์ พงษ์สุวรรณ. (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอาคารสำเร็จรูป โดยการ

- ประยุกต์ใช้หลักการของอีซีอาร์เอส กรณีศึกษา บริษัท พี.ซี.ทาเคชิมา (ประเทศไทย) จำกัด. การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์, ฉะเชิงเทรา
- [7] วรินทร์ เกียรตินุกูล. (2561). การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการประกอบโครงถักนิยเมม กรณีศึกษา: บริษัท ตัวอย่าง. วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, 4(1): 49-58
- [8] จันทศิริ สิงห์เลื่อน. (2556). เอกสารประกอบการสอนวิชาการศึกษาการทำงาน. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [9] Pegden, C.D., R.E. Shannon, & R.P. Sadowski. (1990). Introduction to Simulation Using SIMAN, New York: McGraw Hill
- [10] ปรัชญา พลพัฒน์. (2560). คู่มือวิเคราะห์และจัดการข้อมูลสถิติด้วย Minitab ฉบับมืออาชีพ. นนทบุรี: โอดีซี พรีเมียร์
- [11] Steffen Bangsow. (2020). Tecnomatix Plant Simulation. 2nd Edition. New York: Springer Verlag New York Inc.
- [12] สิรินาถ จันท์ขาว. (2560). การจำลองสถานการณ์และการหาคำตอบที่ดีที่สุดของระบบจัดส่งยาทางท่อลม กรณีศึกษา หอผู้ป่วยในโรงพยาบาลสงขลานครินทร์. วารสารข่าวงานวิศวกรรมอุตสาหกรรมไทย, 8(1): 72-83
- [13] Royce O. Bowden, Biman K. Ghosh, & Charles R. Harrell. (2012). Simulation Using ProModel. 3rd Edition. New York: McGraw Hill