

การจัดสมดุลสายการผลิตกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์เสริมอาหารด้วย โปรแกรมจำลองสถานการณ์

พิชญานิน มิ่งขวัญ^{*1} และ วิภาวี ธรรมภรณ์พิลาศ²

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

Received: 25 April 2025; Revised: 21 July 2025; Accepted: 4 August 2025

บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโรงงานบรรจุผลิตภัณฑ์เสริมอาหารผ่านการปรับสมดุลสายการผลิตให้เหมาะสมกับแต่ละสถานการณ์โดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS และการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Simio เดิมหน่วยงานออกแบบสายการบรรจุมาตรฐานสำหรับพนักงาน 24 คนเพื่อรองรับการทำงานของสายการบรรจุ 3 สายการบรรจุ อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีพนักงานเพียง 15 คน ทำให้ในบางสถานการณ์ไม่สามารถดำเนินการบรรจุได้ครบตามคำสั่งเนื่องจากข้อจำกัดด้านกำลังคน อีกทั้งยังไม่สามารถเพิ่มพนักงานได้ เพราะมากกว่าร้อยละ 70 ของช่วงเวลาตลอดปีต้องการพนักงานเพียง 15 คน ดังนั้นการปรับสมดุลสายการบรรจุภายใต้ข้อจำกัดด้านจำนวนพนักงานและปริมาณคำสั่งบรรจุในแต่ละวันจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ผลผลิตสูงสุด ผลการศึกษาพบว่าเมื่อปรับปรุงกระบวนการด้วยหลักการ ECRS สามารถลดรอบเวลาการทำงานได้ถึงร้อยละ 44.70, 41.12 และร้อยละ 25.49 สำหรับสายการบรรจุที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ขณะเดียวกันการประยุกต์ใช้แนวทาง ECRS ร่วมกับการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม Simio เพื่อจัดสรรพนักงานในแต่ละวันในแต่ละสายการบรรจุ ยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการทำงานในปี 2023 โดยมีอัตราการปรับปรุงอยู่ที่ร้อยละ 17.07, 18.14, 16.07 และร้อยละ 17.63 สำหรับการปฏิบัติงานใน 3 สายการบรรจุพร้อมกันภายใต้เงื่อนไขที่มีพนักงานจำนวน 15 คน 14 คน 13 คน และ 12 คนตามลำดับ

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, การจัดสมดุลสายการผลิต, โรงงานบรรจุ, เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน

* Corresponding author. E-mail: Pichyanin.m@gmail.com

¹ นักศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Line Balancing in Food Supplement Packing Process Using Simulation Program

Pichyanin Mingkwan^{*1} and Wipawee Tharmmaphornphilas²

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University

Wang Mai, Pathum Wan, Bangkok 10330, Thailand

Received: 25 April 2025; Revised: 21 July 2025; Accepted: 4 August 2025

Abstract

This paper focuses on enhancing the efficiency of a dietary supplement packaging factory by optimizing the balance of packaging lines according to different scenarios. This is achieved through the application of the ECRS principle and simulation using the Simio software. Originally, the organization designed a standard packaging line for 24 operators to support three packaging lines. However, the current workforce consists of only 15 operators, making it impossible to fulfill all packaging orders in certain situations due to manpower limitations. Additionally, hiring more employees is not feasible, as more than 70% of the operational period throughout the year requires at most 15 operators. Therefore, balancing the packaging lines under workforce and daily order constraints is essential to maximize final production output. The study found that the application of ECRS principles significantly reduced the cycle time of operations by 44.70%, 41.12%, and 25.49% for packaging lines 1, 2, and 3, respectively. Furthermore, applying the ECRS principles in conjunction with Simio simulation modeling to allocate daily workforce distribution improved operational efficiency compared to the performance in 2023. The improvement rates were 17.07%, 18.14%, 16.07%, and 17.63% for three packaging lines operating with 15, 14, 13, and 12 operators, respectively.

Keywords: simulation, line balancing, packing factory, efficiency improvement

* Corresponding author. E-mail: pichyanin.m@gmail.com

¹ Student in Faculty of engineering, Chulalongkorn University

² Associate Professor in Faculty of engineering, Chulalongkorn University

1. บทนำ

ปัจจุบันแนวโน้มความต้องการผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากประชากรให้ความสำคัญกับการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันและดูแลสุขภาพให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง ส่งผลให้โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์เสริมอาหารต้องเผชิญกับการแข่งขันที่สูงขึ้น กิจกรรมในกระบวนการผลิตจึงต้องได้รับการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้สามารถส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ ตรงตามมาตรฐาน และตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างทันทั่วถึง

จากการศึกษาพบว่า หนึ่งในหน่วยงานของโรงงานบรรจุผลิตภัณฑ์เสริมอาหารมีแนวโน้มประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพดังกล่าวคือความไม่สมดุลของการจัดสรรกำลังคนภายในสายการบรรจุ โดยพบว่า จำนวนพนักงานไม่เพียงพอ ส่งผลให้กระบวนการผลิตไม่สามารถดำเนินไปอย่างราบรื่น และส่งผลกระทบต่อตรงต่อปริมาณผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้ เพื่อแก้ไขปัญหานี้ งานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร โดยใช้แนวคิดในการปรับสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) และนำซอฟต์แวร์จำลองกระบวนการผลิตมาประยุกต์ใช้ เพื่อวิเคราะห์และปรับปรุงการจัดสรรทรัพยากรภายในสายการบรรจุให้เหมาะสมที่สุด ภายใต้ข้อจำกัดด้านกำลังคนและทรัพยากรที่มีอยู่

การศึกษานี้คาดหวังว่าจะช่วยให้กระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์เสริมอาหารสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพิ่มกำลังการผลิตของโรงงานให้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้ดียิ่งขึ้น

2. การทบทวนวรรณกรรม

2.1 แนวคิดการจัดสมดุลสายการผลิต

การจัดสมดุลสายการผลิต (Line Balancing) หมายถึง การกระจายงานในแต่ละกระบวนการผลิตให้มีความใกล้เคียงกัน เพื่อให้สามารถดำเนินการผลิตได้อย่างต่อเนื่อง ลดปัญหาคอขวด และเพิ่มประสิทธิภาพการ

ผลิตโดยรวม โดยมีเป้าหมายหลักในการลดเวลาการผลิต ผ่านการจัดสรรงานอย่างเหมาะสมในแต่ละสถานี เพื่อหลีกเลี่ยงการสะสมของงาน ลดเวลารอคอย และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรในสายการผลิต [1,2]

Teshome et al. [3] ศึกษาการปรับสมดุลสายการผลิตโดยใช้ซอฟต์แวร์จำลองกระบวนการผลิตพบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพและผลผลิตของสายการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ ขณะที่ Kustiyawan et al. [4] ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสายการผลิตในอุตสาหกรรมยา โดยระบุว่า การนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้งานสามารถลดระยะเวลาในการทำงานและเพิ่มกำลังการผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ Abdulmalek et al. [5] ศึกษาแนวทางการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยใช้แนวคิด Lean Manufacturing ร่วมกับการจำลองกระบวนการผลิต พบว่าการลดความสูญเสียในกระบวนการผลิตช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของโรงงานได้อย่างเด่นชัด

แม้ว่าการปรับสมดุลสายการผลิตจะมีข้อดีในด้านการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต แต่ในทางปฏิบัติมักมีข้อจำกัดในเรื่องต้นทุนที่อาจเพิ่มขึ้น เช่น การลงทุนในเครื่องจักรหรือแรงงาน รวมถึงความเสี่ยงจากการทดลองเปลี่ยนแปลงกระบวนการจริง ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้น การจำลองกระบวนการผลิต (Simulation) จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินผลลัพธ์ของแนวทางการปรับปรุงก่อนการดำเนินการจริง

2.2 การจำลองสถานการณ์ (Simulation) และการจำลองแบบเหตุการณ์ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Event Simulation)

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการศึกษาระบบที่มีความซับซ้อน โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ซึ่งจำลองพฤติกรรมของระบบภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ โดยอิงจากข้อมูลจริง เช่น เวลาทำงาน (Processing Time) เวลารอคอย (Waiting Time) หรือรูปแบบการกระจายของข้อมูล แบบจำลองเหล่านี้ช่วยให้สามารถวิเคราะห์ ประเมิน และเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงได้โดยไม่กระทบต่อกระบวนการจริง [6]

หนึ่งในรูปแบบที่นิยมใช้ในการจำลองคือ Discrete Event Simulation (DES) ซึ่งเป็นการจำลองที่อิงตามเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลา เช่น การเข้าสู่สถานีกาน การเริ่มกระบวนการ หรือการรอคอย ซึ่งเหมาะกับระบบที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนและต้องการติดตามสถานะของหน่วยงานหรือทรัพยากรในแต่ละช่วงเวลา

Jordaan and Matope [7] ใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อวิเคราะห์การไหลของงานและการปรับปรุงผังโรงงานในอุตสาหกรรมขนมหวาน โดยพบว่าการปรับเปลี่ยนผังโรงงานช่วยลดระยะทางในการเคลื่อนที่ของพนักงาน ส่งผลให้เกิดการใช้แรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ Vieira et al. [8] ได้ใช้การจำลองสถานการณ์ร่วมกับเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization) เพื่อระบุปัญหาคอขวดและหาแนวทางที่ดีที่สุดในการปรับปรุงกระบวนการผลิต

นอกจากนี้ Pethers et al. [9] ยังประยุกต์ใช้การจำลองกับระบบบริการในร้านค้าปลีก เพื่อลดเวลารอคอยของลูกค้าและเพิ่มความพึงพอใจในการให้บริการ ส่วน D. Kitaw et al. [10] ได้นำเสนอการใช้การจำลองเพื่อช่วยเลือกกลยุทธ์การจัดสมดุลสายการผลิตที่เหมาะสม โดยผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจำลองช่วยลดเวลาในการรอคอยและเพิ่มผลผลิตได้อย่างมีนัยสำคัญ

2.3 โปรแกรม Simio

Simio (Simulation Modeling framework based on Intelligent Objects) เป็นซอฟต์แวร์สำหรับจำลองสถานการณ์ประเภท Discrete Event Simulation ที่ได้รับความนิยมในอุตสาหกรรมและการวิจัย โดยมีจุดเด่นในการสร้างแบบจำลองในลักษณะ Object-Oriented ซึ่งผู้ใช้สามารถออกแบบกระบวนการโดยใช้วัตถุสำเร็จรูป และปรับแต่งพฤติกรรมของวัตถุเหล่านั้นให้สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงได้อย่างยืดหยุ่น Simio มีฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลาย เช่นการสร้างแบบจำลองแบบ 2D และ 3D และการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลจาก Simulation Output

Simio เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการประเมินผลลัพธ์จากแนวทางการปรับปรุงก่อนนำไปใช้งานจริง เช่น การปรับเปลี่ยนผังโรงงาน การจัดสมดุลสายการผลิต การวิเคราะห์คอขวด หรือการประเมินความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพของสายการบรรจุในโรงงานผ่านการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ร่วมกับการใช้โปรแกรม Simio ในการจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินผลลัพธ์ของแต่ละแนวทางการปรับปรุง โดยใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จริงมาเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลอง การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจำลองสถานการณ์ในการช่วยตัดสินใจวางแผนกระบวนการผลิต ทั้งในแง่ของการลดเวลา เพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน และเพิ่มความพึงพอใจของลูกค้า ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของงานวิจัยนี้อย่างชัดเจน

3. กรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลพื้นฐาน

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานขนาดใหญ่ที่จัดทำและแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์สุภาพ มีการผลิตและจำหน่ายผลิตภัณฑ์มากกว่า 300 ประเภท โรงงานแห่งนี้ประกอบไปด้วย 2 โรงงานย่อย คือโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์และโรงงานแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์ โดยที่โรงงานแบ่งบรรจุผลิตภัณฑ์จะมีหน่วยงานแบ่งย่อยออกเป็น 4 หน่วยงานใหญ่ ได้แก่ หน่วยงาน A, B, C, และ D ผลิตภัณฑ์ได้รับการจัดแบ่งบรรจุในแต่ละหน่วยย่อย การทำงานของแต่ละสายการบรรจุในแต่ละหน่วย จะได้รับการประเมินประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละเดือน ประสิทธิภาพการทำงานของผลิตภัณฑ์ในโรงงานกรณีศึกษานี้คำนวณตามสมการที่ 1

ประสิทธิภาพการทำงาน

$$= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานจริงที่ผลิตได้ต่อชั่วโมงต่อคน}}{\text{จำนวนชิ้นงานมาตรฐานต่อชั่วโมงต่อคน}} \times 100 \quad (1)$$

จำนวนชิ้นงานมาตรฐานคำนวณจากชั่วโมงการทำงานของพนักงานทุกคนในทุกๆรุ่นผลิตภัณฑ์ซึ่งถูกบันทึกไว้ในปีที่เริ่มจัดตั้งสมดุลสายการบรรจุ รายงานประสิทธิภาพ

ในปี 2023 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน D ลดลงอย่างต่อเนื่องและต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งแตกต่างจากหน่วยงาน A-C ที่ประสิทธิภาพมีแนวโน้มสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน จึงทำให้ในงานวิจัยนี้สนใจศึกษาวิธีการดำเนินการของหน่วยงาน D เพื่อปรับปรุงและแก้ไขประสิทธิภาพการทำงานให้ดีขึ้น โครงสร้างองค์กรของโรงงานบรรจุผลิตภัณฑ์หน่วย D แบ่งสายการบรรจุออกเป็น 3 สาย โดยทั้ง 3 สายการบรรจุ บรรจุผลิตภัณฑ์ที่แตกต่าง ซึ่งแต่ละสายการบรรจุมีมาตรฐานการวางแผนผังการทำงานดังนี้

3.1.1 สายการบรรจุที่ 1 มาตรฐานแผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 1 ประกอบไปด้วยสถานี 3 สถานี ซึ่งต้องการพนักงานทั้งหมดประจำแต่ละสถานีทั้งหมด 6 คน ดังรูปที่ 1

3.1.2 สายการบรรจุที่ 2 มาตรฐานแผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 2 ประกอบไปด้วยสถานี 5 สถานี ซึ่งต้องการพนักงานทั้งหมดประจำแต่ละสถานีทั้งหมด 9 คน ดังรูปที่ 2

3.1.3 สายการบรรจุที่ 3 มาตรฐานแผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 3 ประกอบไปด้วยสถานี 6 สถานี ซึ่งต้องการพนักงานทั้งหมดประจำแต่ละสถานีทั้งหมด 9 คน ดังรูปที่ 3

ตารางที่ 1 ตารางสรุปรอบเวลาทำงานของแต่ละสถานีก่อนการปรับปรุง

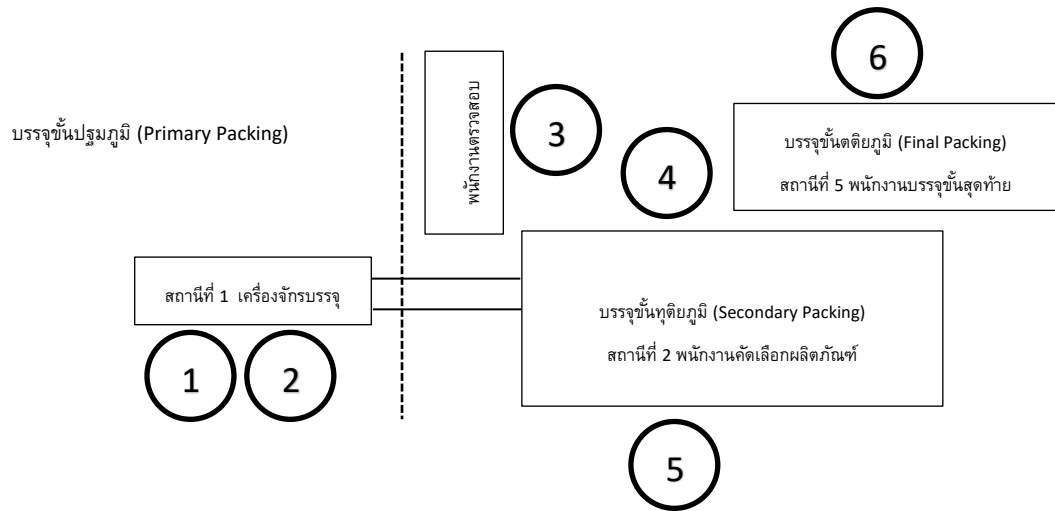
สายการบรรจุ	สถานี	รอบเวลาการทำงาน (วินาทีต่อหน่วย)
1	1	23.72
	2	32.56
	3	38.13
2	1	48.30
	2	7.53
	3	3.15
	4	14.96
	5	5.41
3	1	14.62
	2	15.34
	3	17.96
	4	12.39
	5	11.35
	6	10.49

รอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีของแต่ละสายการบรรจุสรุปดังตารางที่ 1 ซึ่งสามารถสังเกตได้ว่ารอบเวลาการทำงานของแต่ละสถานีของแต่ละสายการบรรจุมีความไม่สมดุลกัน ส่งผลให้เกิดจุดคอขวดและการรอชิ้นงานระหว่างสถานี ทำให้ระยะเวลาการทำงานโดยรวมยาวนานขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้พนักงานบางสถานีมีช่วงเวลารว่างเนื่องจากต้องรอชิ้นงานจากสถานีที่ล่าช้า ซึ่งเป็นการสูญเสียทรัพยากรโดยไม่จำเป็น และอาจทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้นจากเวลาการผลิตที่ยืดออก รวมทั้งลดความสามารถในการตอบสนองต่อคำสั่งผลิตได้อย่างทันท่วงที

3.2 ปัญหาและสาเหตุของปัญหา

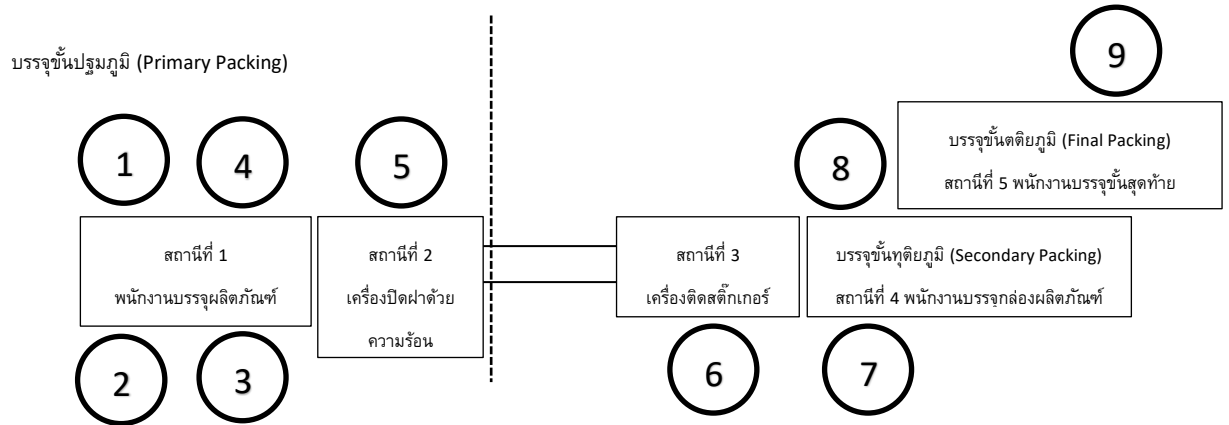
ในปี 2023 พบว่าแนวโน้มประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน D ลดลงเมื่อเทียบกับมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์แล้วพบว่า ปัจจัยที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของหน่วยงาน D ลดลงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือ การที่ไม่สามารถแจกแจงพนักงานให้ทำงานในแต่สายการบรรจุได้อย่างเหมาะสมเนื่องจากจำนวนพนักงานไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตามหน่วยงานไม่สามารถรับพนักงานให้ครบทุกตำแหน่งสำหรับสายการบรรจุทั้ง 3 สายงานซึ่งเท่ากับ 24 คนได้ เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของรายการคำสั่งบรรจุสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้สายการบรรจุที่ 3 ซึ่งมีรายการคำสั่งบรรจุประมาณ 9 รายการต่อปี ซึ่งถ้าหากช่วงใดไม่มีรายการคำสั่งบรรจุของสายการบรรจุที่ 3 พนักงานจะเกิดการว่างงานและสูญเสียค่าใช้จ่ายในการจ้างคนโดยไม่จำเป็น ทางหน่วยงานจึงจำกัดพนักงานรวม 15 คนเท่านั้น

จากข้อมูลสถิติที่ผ่านมาในปี 2023 พบว่าเมื่อมีคำสั่งบรรจุทั้ง 3 สายการบรรจุพร้อมกัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพลดลง เนื่องจากจำนวนพนักงานในหน่วยงาน D มีจำกัดที่ 15 คน เพราะฉะนั้นสามารถกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพการทำงานลดลงเนื่องจากพนักงานไม่เพียงพอและทำให้การแจกแจงสายการทำงานไม่สมดุล งานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาวิธีการบริหาร

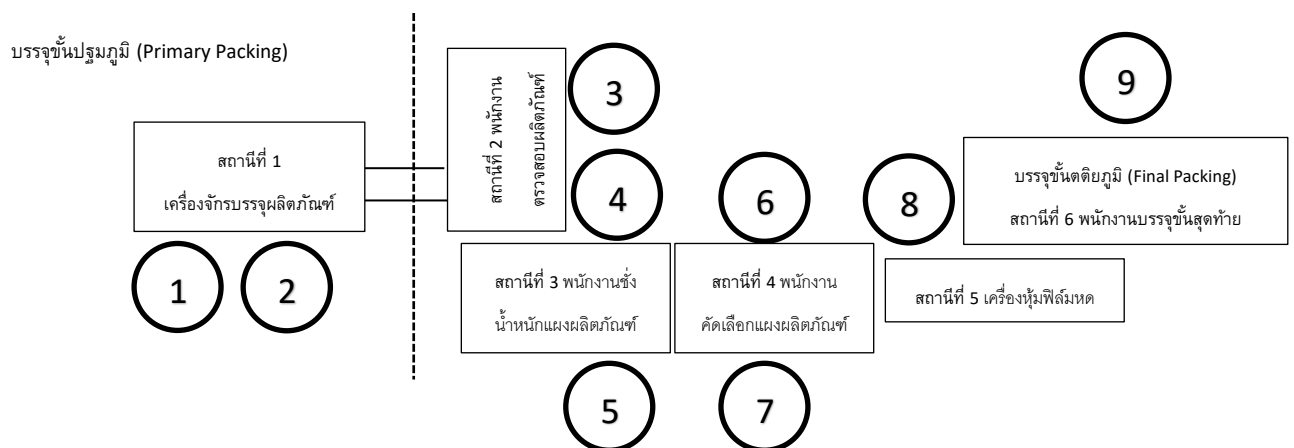


รูปที่ 1 แผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 1

หมายเหตุ: พนักงานคนที่ 3 ทำหน้าที่ตรวจสอบ จึงไม่นับรวมเข้ามาในสถานีงานบรรจุ



รูปที่ 2 แผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 2



รูปที่ 3 แผนผังการทำงานของสายการบรรจุที่ 3

แจกแจงพนักงานให้มีความสมดุลที่สุดเพื่อให้ได้จำนวนผลิตภัณฑ์สูงสุดภายใต้เงื่อนไขจำนวนพนักงานที่มี ซึ่งส่งผลให้ตัวชี้วัดด้านประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น

3.3 ขั้นตอนและผลการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงาน ประกอบด้วยวิธีการ และขั้นตอนที่ใช้ในการเก็บข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลจากการเก็บข้อมูลเพื่อปรับกระบวนการผลิตตามหลักการ ECRS รวมไปถึงการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการแจกแจงพนักงานในสายการบรรจุต่างๆ ของหน่วยงาน D เพื่อให้จำนวนผลิตภัณฑ์ที่สามารถผลิตได้มากที่สุด

3.3.1 การปรับปรุงกระบวนการผลิตด้วยหลักการ ECRS

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลของงานในแต่ละสถานีของสายการบรรจุ ดังนั้นจึงมีการนำหลักการ ECRS เข้ามาเพื่อช่วยปรับปรุงสมดุล โดยการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เพื่อให้งานเร็วมากขึ้น และรวมขั้นตอนการทำงานในบางตำแหน่งเข้าด้วยกัน เพื่อให้เวลาในการทำงานของแต่ละสถานีสมดุลกันมากยิ่งขึ้น

สายการบรรจุที่ 1: ได้มีการรวมตำแหน่งคัดเลือกผลิตภัณฑ์กับตำแหน่งบรรจุขั้นสุดท้ายเข้าด้วยกัน เพื่อให้การทำงานของทั้งสองตำแหน่งมีความสมดุลกัน โดยพนักงานในตำแหน่งคัดเลือกผลิตภัณฑ์จะต้องคัดเลือกผลิตภัณฑ์จำนวน 600 ชิ้น ก่อนที่จะส่งให้พนักงานตำแหน่งบรรจุขั้นสุดท้าย หากยังคัดเลือกผลิตภัณฑ์ไม่ครบ พนักงานในตำแหน่งบรรจุขั้นสุดท้ายจะช่วยคัดเลือกผลิตภัณฑ์ระหว่างรอ เมื่อครบ 600 ชิ้นแล้ว พนักงานในตำแหน่งบรรจุขั้นสุดท้ายจะทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ถุงและใส่กล่องเพื่อการขนส่ง

สายการบรรจุที่ 2: มีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ในการบรรจุขวดโดยใช้แม่พิมพ์ที่เหมือนเม็ดยาแทนการนับเม็ดยาทีละเม็ด ซึ่งช่วยให้พนักงานไม่ต้องนับเม็ดยาและลดข้อผิดพลาดในการนับ นอกจากนี้ยังมีการรวมตำแหน่งต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น การรวมตำแหน่งใส่ซองกันชื้นกับพนักงานบรรจุผลิตภัณฑ์ การรวมตำแหน่งชั่งน้ำหนักและ

การวางฝากันชื้น รวมถึงการกำหนดให้พนักงานที่ควบคุมเครื่องติดสติ๊กเกอร์และปิดฝาขวดเป็นคนเดียวกัน

สายการบรรจุที่ 3: ได้มีการลดขั้นตอนและตำแหน่งงานที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน เช่น ตำแหน่งตรวจสอบผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 3 ที่ซ้ำกับขั้นตอนการคัดเลือกผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนที่ 6 และ 7 จึงได้มีการปรับปรุงให้พนักงานตรวจสอบผลิตภัณฑ์ทำการชั่งหลังจากที่เครื่องจักรบรรจุผลิตภัณฑ์ออกมาโดยตรง ส่งผลให้จำนวนพนักงานที่จำเป็นสำหรับการทำงานในสายการบรรจุที่ 3 ลดลงเหลือ 8 คน

ซึ่งการปรับปรุงสายการบรรจุทั้ง 3 สายโดยปรับลำดับวิธีการทำงาน เพิ่มอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น รวมถึงการตัดขั้นตอนที่ไม่จำเป็น ส่งผลให้กระบวนการทำงานในแต่ละสถานีของทุกสายการบรรจุมีความสมดุลมากขึ้น โดยเฉพาะในสายการบรรจุที่ 1 ซึ่งจำนวนสถานีลดลงจาก 3 สถานี เหลือเพียง 2 สถานี และสายการบรรจุที่ 3 ซึ่งจำนวนสถานีลดลงจาก 6 สถานี เหลือ 5 สถานี นอกจากนี้ จำนวนพนักงานที่ใช้ในสายการบรรจุที่ 3 ยังลดลงจาก 9 คน เหลือเพียง 8 คน เมื่อเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานรวมของแต่ละสายการบรรจุพบว่า เมื่อปรับปรุงด้วยหลักการ ECRS สามารถลดรอบเวลาการทำงานร้อยละ 44.70, 41.12, และร้อยละ 25.49 ตามลำดับ

3.3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อจำลองสถานการณ์

ตารางที่ 2 ตารางสรุปหน้าที่การทำงานของแต่ละสถานี

สายการบรรจุ	สถานี	หน้าที่การทำงาน
1	1	เครื่องจักรบรรจุผลิตภัณฑ์
	2	พนักงานตรวจสอบลักษณะภายนอกของผลิตภัณฑ์ พร้อมบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ถุงและใส่กล่องเพื่อการขนส่ง
2	1	พนักงานบรรจุเม็ดยาและใส่ซองกันชื้นในขวดผลิตภัณฑ์
	2	พนักงานตรวจสอบน้ำหนักขวดผลิตภัณฑ์และวางฝากันชื้น
	3	พนักงานซีลปิดฝากันชื้นด้วยเครื่องให้ความร้อน

สายการ บรรจุ	สถานี	หน้าที่การทำงาน
	4	พนักงานติดสติ๊กเกอร์รอบขวดบรรจุ ภัณฑ์ด้วยเครื่องติดสติ๊กเกอร์ พร้อมปิด ฝาขวดบรรจุภัณฑ์
	5	พนักงานนำขวดบรรจุภัณฑ์ใส่กล่องบรรจุ ภัณฑ์ และกล่องขนส่ง
3	1	เครื่องจักรบรรจุผลิตภัณฑ์
	2	พนักงานตรวจสอบน้ำหนักผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากเครื่องบรรจุ
	3	พนักงานตรวจสอบลักษณะภายนอกของ ผลิตภัณฑ์
	4	พนักงานบรรจุใส่กล่องผลิตภัณฑ์ หุ้ม ด้วยพลาสติกฟิล์มห่อ พร้อมนำเข้าเครื่อง หุ้มฟิล์มห่อ
	5	พนักงานบรรจุใส่กล่องขนส่ง

การเก็บข้อมูลจะทำการบันทึกเวลาเริ่มต้นจน
สิ้นสุดการทำงานในแต่ละสถานีของแต่ละสายการบรรจุ
หลังจากมีการปรับวิธีการทำงานตามข้อ 3.3.1 ซึ่งสรุปหน้าที่
แต่ละสถานีดังตารางที่ 2 โดยจะสุ่มเก็บข้อมูลเวลาที่ใช้ใน
การผลิตในทุกขั้นตอน วันละ 10 ครั้ง ครั้งละ 5 นาที เป็น
ระยะเวลา 7 วัน ซึ่งจะช่วยในการตรวจสอบความถูกต้อง
ของการทำงานขณะพนักงานกำลังปฏิบัติงาน การเก็บข้อมูล
นี้จะได้รับการดูแลโดยหัวหน้าสายการบรรจุ ผู้รับผิดชอบใน
การตรวจสอบและเก็บข้อมูล เพื่อให้แน่ใจว่าการทำงาน
สอดคล้องกับหลักการและวิธีการที่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน

3.3.3 การวิเคราะห์และประมวลผลด้วยการกระจาย ตัวของข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาแล้วผ่านรูปแบบการ
กระจายตัวเป็นวิธีที่ช่วยให้เราเข้าใจลักษณะการทำงานและ
การกระจายของข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถใช้เป็น
เครื่องมือในการวิเคราะห์และพัฒนากระบวนการให้มี
ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เมื่อนำข้อมูลรอบเวลาการทำงานในแต่ละสถานี
ของแต่ละสายการบรรจุวิเคราะห์รูปแบบการกระจายตัว
ของเวลาที่ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยด้วยโปรแกรม
Minitab สรุปได้ดังตารางที่ 3

ข้อมูลเวลาทำงานจากแต่ละสถานีถูกรวบรวมและ
นำมาวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงโดยใช้การทดสอบ
Anderson-Darling ผ่านโปรแกรม Minitab เพื่อประเมิน
ความเหมาะสมของการแจกแจงที่ใช้ในแบบจำลอง ผลการ
ทดสอบพบว่าข้อมูลมีลักษณะการแจกแจงแบบ
Exponential เนื่องจากค่า P-value มีค่ามากกว่า 0.05 ซึ่ง
แสดงว่าไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานที่ว่าข้อมูลมีการแจก
แจงแบบ Exponential ได้ ดังนั้นจึงเลือกใช้การแจกแจง
แบบ Exponential ในการจำลองสถานการณ์ต่อไป

ตารางที่ 3 รูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเวลาที่ใช้ในการ
ผลิตผลิตภัณฑ์ต่อหน่วยของแต่ละสถานีในแต่ละสายการบรรจุ

สายการบรรจุ	สถานี	รูปแบบการกระจาย ตัวของข้อมูล(วินาที)	A-D Value	P- value
1	1	Exponential(23.72)	0.48	0.511
	2	Exponential(28.49)	0.338	0.748
2	1	Exponential(6.07)	0.324	0.779
		Exponential(4.90)	0.447	0.553
	2	Exponential(10.64)	0.699	0.272
	3	Exponential(7.08)	0.346	0.739
	4	Exponential(9.58)	0.39	0.654
3	5	Exponential(8.45)	0.648	0.317
	1	Exponential(14.62)	0.63	0.363
	2	Exponential(12.36)	0.523	0.464
	3	Exponential(12.39)	0.602	0.364
	4	Exponential(11.35)	0.421	0.596
	5	Exponential(10.49)	0.639	0.326

3.3.4 การสร้างและตรวจสอบความถูกต้องของ แบบจำลอง

นำข้อมูลที่จากข้อ 3.3.2 วิเคราะห์ผลเพื่อหา
รูปแบบการกระจายของข้อมูลผ่านโปรแกรม Minitab เพื่อ
นำมาจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรม Simio ทั้ง 3 สาย
การบรรจุ ดังรูปที่ 4, 5, และ 6

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกศึกษารูปแบบการทำงานของ
สายการบรรจุ 3 สายการบรรจุ ซึ่งแต่ละสายมีจำนวน
กระบวนการย่อยแตกต่างกัน การจำลองสถานการณ์ในแต่ละ
สายการบรรจุได้รับการตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบ
จำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ต่อวันในแต่ละสายการบรรจุ

ภายใต้การจัดวางตำแหน่งหน้าที่ของพนักงานใหม่เป็นระยะเวลา 26 วัน หรือ 1 เดือน จากการจำลองสถานการณ์ผ่านโปรแกรมจำลอง

พบว่าผลลัพธ์ของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรันทั้งหมด 30 replicate ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยใช้สมมติฐาน T-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยมีสมมติฐานดังนี้

H_0 : จำนวนผลผลิตจาก Simio = จำนวนผลผลิตจริงเฉลี่ย

H_1 : จำนวนผลผลิตจาก Simio $\neq$ จำนวนผลผลิตจริงเฉลี่ย

ถ้าหาก P-value > 0.05 ยอมรับ H_0

ผลการตรวจสอบและยืนยันแบบจำลองโดยใช้สมมติฐาน t-test และ Welch's t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 สำหรับแต่ละสายการบรรจุ โดยอ้างอิงจากค่า p-value ที่ได้ ได้แก่ 0.17 สำหรับสายการบรรจุที่ 1, 0.23 สำหรับสายการบรรจุที่ 2 และ 0.99 สำหรับสายการบรรจุที่ 3 ดังตารางที่ 4 พบว่าจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จริงและจำนวนผลิตภัณฑ์จากการจำลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น จึงสามารถยืนยันได้ว่าแบบจำลองของทั้ง 3 สายการบรรจุมีความถูกต้อง

3.3.5 การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมจำลองสถานการณ์

จำลองสถานการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นอ้างอิงตามจำนวนพนักงานที่เข้าทำงานและคำสั่งการบรรจุในแต่ละวัน เพื่อหาวิธีการแจกแจงพนักงานที่สามารถทำให้เกิดผลิตภัณฑ์มากที่สุดต่อชั่วโมง โดยมีขอบเขตการจำลองดังนี้

- หากเปิดทั้ง 3 สายการบรรจุพร้อมกัน จะทำการจำลองสถานการณ์โดยกำหนดจำนวนพนักงานตั้งแต่ 12 ถึง 15 คน ตามเงื่อนไขที่กำหนด ได้แก่ สายการบรรจุที่ 1 ต้องมีจำนวนพนักงานอย่างน้อย 5 คน, สายการบรรจุที่ 2 จำนวน 4 คน และสายการบรรจุที่ 3 จำนวน 3 คน นอกจากนี้ ต้องมีพนักงานควบคุมเครื่องจักรบรรจุอย่างน้อย 4 คน

- จำลองสถานการณ์สำหรับการทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน

เนื่องจากภายในหน่วยงานที่มีสายการบรรจุ 3 สายการบรรจุ พบว่ามีความเป็นไปได้ในการกระจายพนักงานเข้าสู่แต่ละสายการบรรจุรวม 16 วิธี เมื่อมีการ

ดำเนินงานทั้ง 3 สายการบรรจุพร้อมกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อระบุวิธีที่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้มากที่สุดภายในระยะเวลา 8 ชั่วโมง ภายใต้ข้อกำหนดจำนวนพนักงานระหว่าง 12-15 คน

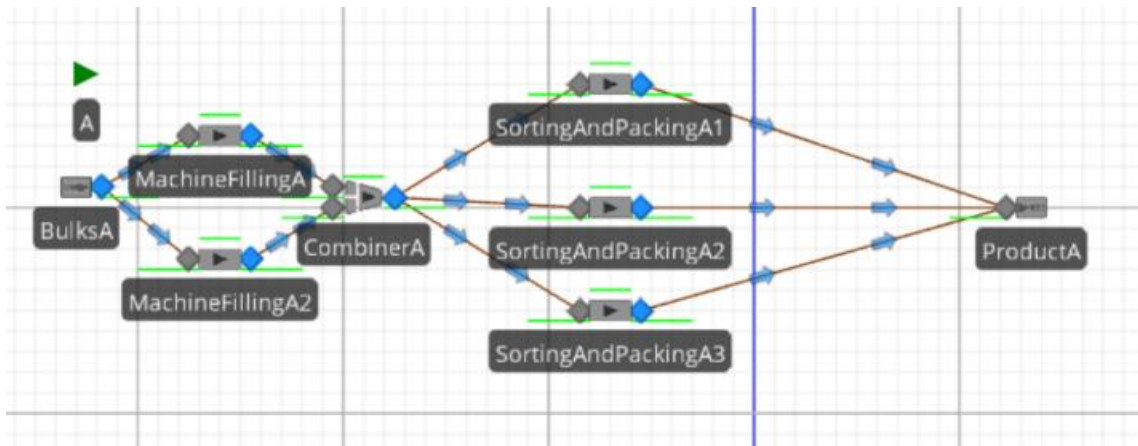
เพื่อให้ผลการจำลองมีความน่าเชื่อถือและแม่นยำ งานวิจัยได้คำนวณจำนวนรอบในการรันจำลอง (Replication) โดยอ้างอิงหลักการทางสถิติในการประมาณค่าความแม่นยำของค่าเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองสุ่มซ้ำหลายรอบ โดยจำนวนรอบที่เหมาะสมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \sigma}{\epsilon} \right)^2 \quad - (2)$$

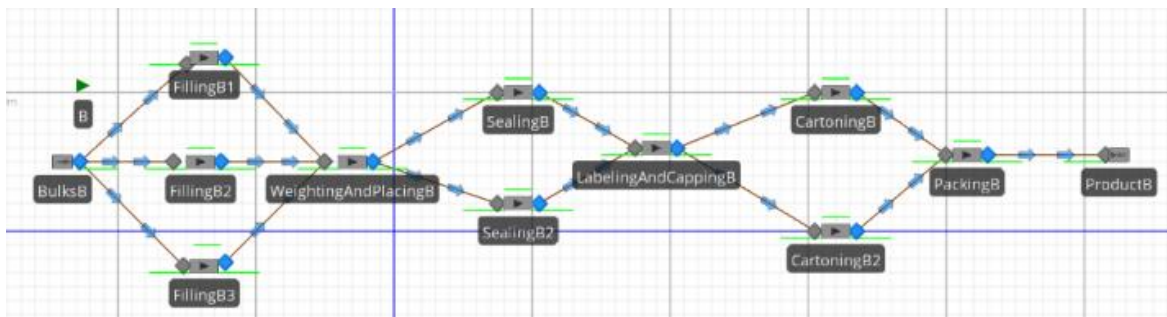
โดยที่

- n หมายถึงจำนวนรอบในการจำลอง (Replication)
- $Z_{\alpha/2}$ หมายถึงค่า Z จากการแจกแจงปกติ สำหรับระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ (เช่น 1.96 สำหรับระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95)
- σ หมายถึงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง (ประเมินจากการทดลองเบื้องต้นหรือข้อมูลที่ผ่านมา)
- ϵ หมายถึงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Precision)

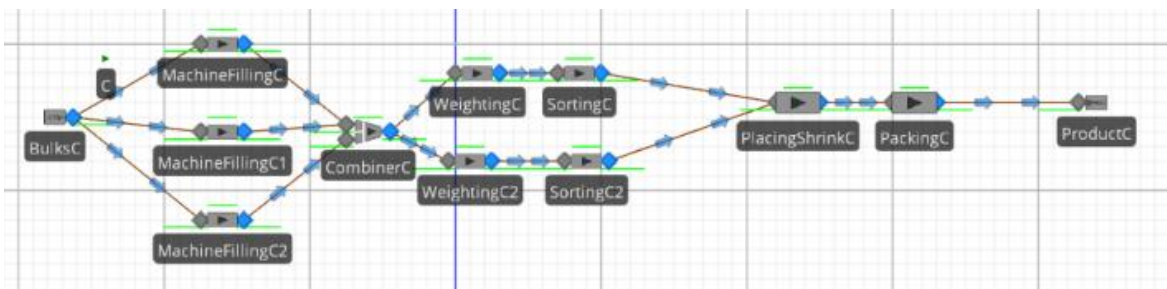
ในการศึกษานี้กำหนดระดับความเชื่อมั่นของผลลัพธ์ไว้ที่ร้อยละ 95 โดยใช้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการทดลองเบื้องต้นเท่ากับ 5 และกำหนดระดับความแม่นยำของผลลัพธ์ไม่เกิน 0.5 ดังนั้นจึงคำนวณได้ว่าจำเป็นต้องทำการจำลองไม่น้อยกว่า 385 รอบในแต่ละสถานการณ์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความน่าเชื่อถือภายใต้เงื่อนไขดังกล่าว นอกจากนี้ใช้การรันแบบ Terminate Simulation เนื่องจากกำหนดช่วงเวลาในการทำงานชัดเจนที่ 8 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งสะท้อนรอบเวลาการปฏิบัติงานจริงของสายการผลิต ดังนั้นการจำลองจะสิ้นสุดเมื่อครบเวลาการทำงานในแต่ละวัน



รูปที่ 4 การจำลองสายการบรรจุที่ 1 ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์



รูปที่ 5 การจำลองสายการบรรจุที่ 2 ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์



รูปที่ 6 การจำลองสายการบรรจุที่ 3 ผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์

อีกทั้งยังได้กำหนดช่วงเวลา Warm-up Period ไว้ที่ 30 นาที เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าว พนักงานจะใช้เวลาในการเตรียมอุปกรณ์และจัดระบบการทำงานก่อนเข้าสู่การผลิตจริง จึงไม่นำข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวมารวมในการวิเคราะห์ผลลัพธ์ เพื่อให้ได้ค่าประสิทธิภาพที่สะท้อนสถานะการทำงานจริงของระบบได้อย่างถูกต้องและแม่นยำยิ่งขึ้น

การวิเคราะห์ผลลัพธ์จากการจำลองจะใช้ ตัวชี้วัดหลัก คือ ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงาน (ขึ้นต่อคนต่อชั่วโมง) เป็นดัชนีสำหรับเปรียบเทียบความสามารถในการผลิตของแต่ละสถานการณ์ภายใต้การแจกแจงพนักงานที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการรันแต่ละรอบของการจำลองจะถูกเก็บบันทึกไว้ในรูปแบบรายงานสถิติจากซอฟต์แวร์ Simio ซึ่งจะนำมาวิเคราะห์ในเชิงเปรียบเทียบกับมาตรฐานประสิทธิภาพ การทำงานของพนักงานที่กำหนด (ขึ้นต่อคนต่อชั่วโมง) ซึ่งรายละเอียดการคำนวณของแต่ละสถานการณ์แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลประสิทธิภาพการทำงานของแต่ละสายการบรรจุในสถานการณ์ที่มีการแจกแจงพนักงานเข้าทำงานแตกต่างกัน โดยสามารถระบุสถานการณ์ที่ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยสูงสุดสำหรับกรณีที่มีพนักงาน 15, 14, 13 และ 12 คนได้ นอกจากนี้ ยังสามารถสรุปค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพการทำงานในสถานการณ์ดังกล่าว และเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพเฉลี่ยของปี 2023 ตามรายละเอียดในตารางที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.07, 18.14, 16.07 และร้อยละ 17.63 สำหรับจำนวนพนักงาน 15, 14, 13, และ 12 คนตามลำดับตามลำดับ เนื่องจากมีการปรับปรุงวิธีการทำงานด้วยหลักการ ECRS และมีการปรับปรุงการแจกแจงพนักงานเข้าแต่ละสายการบรรจุให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

4. สรุปผลการทำงาน

จากสาเหตุของปัญหาคือประสิทธิภาพของหน่วยงานมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานในปี 2023 ซึ่งสาเหตุเกิดจากการที่มีพนักงานทำงานไม่เพียงพอเมื่อมีคำสั่งบรรจุเข้ามาพร้อมกันทั้ง 3 สายการบรรจุ แต่

อย่างไรก็ตามทางหน่วยงานไม่สามารถรับพนักงานเพิ่มได้เนื่องจากจากสถิติปีที่ผ่านมาการทำงานพร้อมกันทั้ง 3 สายการบรรจุเพียงร้อยละ 5 เท่านั้น เพราะฉะนั้นถ้าหากมีการรับพนักงานเข้ามาเพิ่มเติมจึงส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นได้

ในการศึกษานี้ได้ประยุกต์ใช้หลักการ ECERS เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานในแต่ละสถานีของทั้งสามสายการบรรจุ โดยเป้าหมายคือการลดรอบเวลาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เมื่อเปรียบเทียบรอบเวลาการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าสามารถลดลงได้ถึงร้อยละ 44.70, 41.12 และร้อยละ 25.49 สำหรับสายการบรรจุที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

จากนั้นได้นำข้อมูลรอบเวลาที่ได้หลังการปรับปรุงมาวิเคราะห์การกระจายตัวของข้อมูล และนำไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Simio เพื่อวางแผนการแจกแจงพนักงานในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการผลิตให้มีความสมดุลมากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์จากการจำลองแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงกระบวนการและการจัดสมดุลสายการผลิตสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยเป็นร้อยละ 107.67, 109.08, 106.39 และร้อยละ 108.39 สำหรับจำนวนพนักงาน 15, 14, 13 และ 12 คน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยในปี 2023 ซึ่งอยู่ที่ร้อยละ 89.29 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.07, 18.14, 16.07 และร้อยละ 17.63 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้หลักการ ECERS ร่วมกับการจำลองสถานการณ์ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้อย่างชัดเจน

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยเลือกดำเนินการปรับปรุงกระบวนการตามหลักการ ECERS กับกระบวนการจริงก่อนเนื่องจากต้องการศึกษาผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมการทำงานจริง เพื่อให้แนวทางการปรับปรุงสอดคล้องกับพื้นฐานการทำงานของหน่วยงานมากที่สุด หลังจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากการปรับปรุงไปใช้ในการจำลองสถานการณ์ เพื่อทดสอบและวิเคราะห์ผลลัพธ์ตลอดจนประเมินประสิทธิภาพของกระบวนการที่ได้รับการปรับปรุงแล้วอย่างเป็นระบบ

ตารางที่ 4 สรุปผลการคำนวณทางสถิติเพื่อใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสำหรับแต่ละสายการบรรจุ

	สายการบรรจุที่ 1		สายการบรรจุที่ 2		สายการบรรจุที่ 3	
	สถานการณ์ จริง	แบบจำลอง	สถานการณ์ จริง	แบบจำลอง	สถานการณ์ จริง	แบบจำลอง
ค่าเฉลี่ยของจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ (ชิ้น / 8 ชั่วโมง)	17002.00	17700.60	3320.00	3369.10	10865.00	10862.50
ค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ผลิตได้ (ชิ้น / 8 ชั่วโมง)	2562.00	21.90	205.00	14.20	1047.00	92.20
P-value (Welch's t-test) (DF = 25)	0.177		0.239		0.992	
P-value (t-test) (DF = 50)	0.171		0.233		0.992	
Results	ยอมรับ H_0		ยอมรับ H_0		ยอมรับ H_0	

ตารางที่ 5 สรุปผลการคำนวณประสิทธิภาพการทำงานของสถานการณ์ทั้งหมดที่มีโอกาสเกิดขึ้นเมื่อมีการทำงาน 3 สายการบรรจุพร้อมกัน

		สายการบรรจุที่ 1		สายการบรรจุที่ 2		สายการบรรจุที่ 3		ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย (%)
จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ (ชิ้น/8ชั่วโมง)		23,056		3,401		14,527		
มาตรฐานประสิทธิภาพการทำงาน ของพนักงานที่กำหนด(ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง)		473		47		202		
สถานการณ์	จำนวนพนักงานทั้งหมด (คน)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 1	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 2	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 3	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	
1	15	5	91.49%	7	112.23%	3	118.61%	107.44%
2		5	91.49%	6	96.14%	4	96.69%	94.77%
3		5	91.49%	5	100.90%	5	120.67%	104.35%
4		5	91.49%	4	115.09%	6	102.10%	102.89%
5		6	87.25%	6	96.14%	3	118.61%	100.67%
6		6	87.25%	5	100.90%	4	96.69%	94.95%
7		6	87.25%	4	115.09%	5	120.67%	107.67%
8	14	5	91.49%	6	96.14%	3	118.61%	102.08%
9		5	91.49%	5	100.90%	4	96.69%	96.36%
10		5	91.49%	4	115.09%	5	120.67%	109.08%
11	14	6	87.25%	5	100.90%	3	118.61%	102.25%
12		6	87.25%	4	115.09%	4	96.69%	99.68%
13	13	5	91.49%	5	100.90%	3	118.61%	103.67%
14		5	91.49%	4	115.09%	4	96.69%	101.09%
15		6	87.25%	4	115.09%	3	118.61%	106.98%

		สายการบรรจุที่ 1		สายการบรรจุที่ 2		สายการบรรจุที่ 3		ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย (%)
จำนวนชิ้นงานที่ต้องการ (ชิ้น/8 ชั่วโมง)		23,056		3,401		14,527		
มาตรฐานประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานที่กำหนด (ชิ้นต่อคนต่อชั่วโมง)		473		47		202		
สถานการณ์	จำนวนพนักงานทั้งหมด (คน)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 1	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 2	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	จำนวนพนักงานสายการบรรจุที่ 3	ประสิทธิภาพการทำงาน (%)	
16	12	5	91.49%	4	115.09%	3	118.61%	108.39%

ตารางที่ 6 สรุปเหตุการณ์ที่เหมาะสมที่สุดเมื่อจำนวนพนักงานมีการเปลี่ยนแปลง และทำงานภายใต้การดำเนินงานของสายการบรรจุทั้ง 3 สายการบรรจุพร้อมกัน

	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2			สถานการณ์ที่ 3			สถานการณ์ที่ 4		
จำนวนพนักงานทั้งหมด	15			14			13			12		
สายการบรรจุ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
จำนวนพนักงานที่แจกแจงแต่ละสายการบรรจุ	6	4	5	5	4	5	6	4	3	5	4	3
ประสิทธิภาพการทำงานเฉลี่ย (%)	107.67%			109.08%			106.39%			108.39%		
ประสิทธิภาพเมื่อเทียบกับปี 2023 (%)	17.07%			18.14%			16.07%			17.63%		

หมายเหตุ : สายการบรรจุที่ 2 มีพนักงาน 4 คน โดยทำงานในส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์เพียงครึ่งวัน และอีกครึ่งวันใช้ในการดำเนินงานจนเสร็จสิ้นเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย, สายการบรรจุที่ 3 ที่มีพนักงาน 5 คน แบ่งตามตำแหน่ง ได้แก่ ชั่งน้ำหนัก, คัดเลือก และบรรจุขั้นสุดท้าย ตำแหน่งละ 1 คน, สายการบรรจุที่ 3 ที่มีพนักงาน 3 คน โดยปฏิบัติงานในส่วนบรรจุผลิตภัณฑ์ครึ่งวัน และใช้เวลาที่เหลือในการดำเนินงานจนเป็นผลิตภัณฑ์สุดท้าย

เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Parvez, F. Amin, & F. Akter, "Line balancing techniques to improve productivity using work sharing method," *IOSR Journal of Research & Method in Education.*, vol. 7, no. 3, pp. 7-14, 2017.
- [2] M. Manaye, "Line balancing techniques for productivity improvement," *International Journal of Mechanical and Industrial Technology.*, vol. 7, no. 1, pp. 89-104, 2019.
- [3] T. M. M. Teshome, T. Y. Meles, and C.L. Yang, "Productivity improvement through assembly line balancing by using simulation modeling in case of Abay garment industry Gondar," *Heliyon.*, vol. 10, p. e23585, 2024.
- [4] I. Kustiyawan, M. R. Roestan, and C. Riani, "Automated Packaging Machine Analysis with the Overall Equipment Effectiveness Method," *International Journal of Industrial Engineering & Production Research.*, vol. 34, no. 4, pp. 1-14, 2023.
- [5] M. A. Abdulmalek and J. Rajgopal, "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value

stream mapping via simulation: A process sector case study,” *International Journal of Production Economics.*, vol. 107, no. 1, pp. 223–236, 2007.

- [6] A. M. Law, *Simulation Modeling and Analysis*, 4th ed., New York: McGraw-Hill, 2007.
- [7] E. Jordaan and S. Matope, “Improvement of Plant Facility Layout for Better Labour Utilisation: Case Study of a Confectionery Company in The Western Cape,” in *25th Annual South African institute for Industrial Engineering Conference*, Stellenbosch University, South Africa, 2013, pp. 610-1-610-14.
- [8] A. A. C. Vieira, E. Guilherme, J. A. Oliveira, L. S. Dias and G. Pereira, “Combining Simulation and Optimization Models on a Production Line Problem: A Case Study,” in *31st European Modeling and Simulation Symposium (EMSS 2019)*, Lisbon, Portugal, 2019, pp. 174–181.
- [9] C. Pethers, M. Ruesga, P. Moesta and E. Williams, “Simulation Improves Service and Operations at a Franchise Resale Store,” in *6th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Monterrey, Mexico, 2021, pp. 1–12.
- [10] D. Kitaw, A. Matebu, and S. Tadesse, “Assembly Line Balancing Using Simulation Technique in a Garment Manufacturing Firm,” *Journal of EEA.*, vol. 27, pp. 69–80, 2010.