

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตซาลาเปา

Simulation Modeling to Improve the Efficiency of the Steamed Stuffed Buns Production

ธนพันธ์ คงทอง^{1,2} เพ็ญสุดา พันธุ์ดำ^{1,2,*} เชษฐา ชำนาญหล่อ^{1,2}

¹ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

²กลุ่มวิจัยการจัดการการผลิตและอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thanapun Kongtong^{1,2} Pensuda Phanritdum^{1,2,*} Chettha Chamnanlor^{1,2}

¹Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University

²Industrial and Production Management Research Group, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University

*Corresponding author Email: pensuda@eng.src.ku.ac.th

(Received: November 12, 2019; Accepted: May 30, 2020)

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันการขยายตัวของธุรกิจอาหารประเภทต่างๆ ส่งผลให้สถานการณ์การแข่งขันทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น ดังนั้น โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องโดยส่วนใหญ่จึงให้ความสำคัญต่อคุณภาพการผลิตเพื่อให้ได้รับการยอมรับจากลูกค้า แม้แต่โรงงานผลิตซาลาเปากรณีศึกษา ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น พบว่า กระบวนการไหลของการผลิตซาลาเปายังคงมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในพื้นที่ที่จำกัด ดังนั้น การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตซาลาเปาของโรงงานกรณีศึกษา โดยใช้หลักการวิเคราะห์ปัญหา การศึกษางาน และการวางแผนโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) นอกจากนี้ยังมีการจำลองสถานการณ์การผลิตเพื่อแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างทางเลือกต่างๆ ผลจากการศึกษา พบว่า ทางเลือกที่นำเสนอสามารถลดระยะทางการเคลื่อนที่และเวลาการผลิตโดยรวม ซึ่งทำให้อัตราการผลิตเพิ่มขึ้นจากเดิม 7.73 ลูก/นาที เป็น 11.04 ลูก/นาที

คำสำคัญ: การจำลองสถานการณ์, แผนผังโรงงาน, ประสิทธิภาพ, ซาลาเปา

ABSTRACT

Currently, the enlargement of various types of food businesses has resulted in an increasingly competitive situation. Therefore, most of the related industrial factories have focused on the production quality to be accepted by customers, even a case study of the steamed bun factory. From the preliminary data analysis, it is found that the processing flow of the steamed bun production is still not efficient enough on the limited space. Accordingly, this study focuses on improving the efficiency of the steamed bun production of the case-study factory by using the principles of problem analysis, work study, and systematic layout planning (SLP). Also, the production simulation is conducted to demonstrate the comparison results between various options. The results show that the proposed alternative could reduce total moving distance and production time, resulting in increased production rate from 7.73 pieces per minute to 11.04 pieces per minute.

Keyword: Simulation, Plant layout, Efficiency, Steamed stuff bun.

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีการดำเนินธุรกิจขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises: SMEs) เกิดขึ้นมากมายตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ซึ่งส่งผลให้เกิดการแข่งขันทางการค้าที่สูงขึ้นตามไปด้วย ไม่เว้นแม้แต่ในอุตสาหกรรมอาหาร อาทิเช่น การผลิตซาลาเปาที่มีการดำเนินงานภายในโรงงานอุตสาหกรรมครอบครัวขนาดเล็กที่มีการนำเครื่องจักรเข้ามาช่วยในการผลิต ซึ่งกำลังประสบปัญหาการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตเพื่อพัฒนาศักยภาพทางการแข่งขัน จึงได้รับความสนใจในการศึกษา

โดยในปัจจุบัน บริษัทกรณีศึกษาผลิตซาลาเปาที่มีชื่อเสียงมาอย่างยาวนาน เนื่องจากสูตรที่ใช้ในการผลิตเป็นสูตรที่มาจากมณฑลกว่างตุงประเทศจีนที่ตกทอดกันมาสู่รุ่นหลาน อีกทั้งยังได้รับเลือกให้เป็นสินค้า OTOP ได้รับการรับรองจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา และมาตรฐานอาหารจากกระทรวงอุตสาหกรรม มีผลิตภัณฑ์ซาลาเปาที่ผลิตเพื่อจำหน่ายทั้งหมด 6 แบบ (ขนาดเท่ากัน) โดยมีไส้แตกต่างกัน ได้แก่ ซาลาเปาไส้หมูสับ ซาลาเปาไส้หมูแดง ซาลาเปาไส้ผัก ซาลาเปาไส้ถั่วดำ ซาลาเปาไส้ครีม และซาลาเปาไส้เผือกแปะก๊วย อย่างไรก็ตาม ในสายการผลิตมีพนักงาน 5 คน ใช้พื้นที่ในการผลิตขนาดประมาณ 105.17 ตารางเมตร ใช้เวลาผลิตประมาณ 10 ชั่วโมงต่อวัน และมีการผลิต 5 รอบต่อวัน ผลผลิตที่ควรจะได้เป็น 4,360 ลูกต่อวัน แต่สามารถผลิตได้ประมาณ 3,200 ลูกต่อวันเท่านั้น โดยผลผลิตการใช้พื้นที่จะได้เท่ากับ 30.427 ลูกต่อตารางเมตร ซึ่งจากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า มีปัญหาเรื่องความไม่คล่องตัวของการไหลในกระบวนการผลิต ได้แก่ เกิดความล่าช้าเนื่องจากการรอคอยตรงจุดจอดรถขึ้นก่อนบรรจุซาลาเปาด้วยเวลารอคอยเฉลี่ย 19.3 นาที จากเวลาทั้งหมดที่ใช้ในการผลิต 583.16 นาที ทำให้มีอัตราผลผลิต เท่ากับ 7.73 ลูกต่อนาที

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการปรับปรุงผังโรงงานใหม่โดยมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ เนื่องจากผัง

การผลิตในปัจจุบัน หลายสถานียังอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เช่น ตำแหน่งของวัตถุดิบและตำแหน่งของเครื่องผสมแป้งอยู่ห่างกันในขณะที่กิจกรรมทั้ง 2 มีความสัมพันธ์ระดับสูง ในทำนองเดียวกัน สถานีนวดแป้งและสถานีขึ้นรูปที่มีความสัมพันธ์ระดับสูงได้ถูกจัดผังให้อยู่ห่างกันอีกด้วย เป็นต้น ดังนั้น การศึกษาวางผังโรงงานที่เหมาะสมกับระดับความสำคัญของกิจกรรมต่างๆ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้บริษัทกรณีศึกษาสามารถดำเนินการผลิตซาลาเปาได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้น

2. ทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเพื่อปรับปรุงผังโรงงานและกำหนดวิธีการทำงานที่เหมาะสมในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งถือเป็นประเด็นหนึ่งทางการบริหารจัดการผลิตที่ได้รับความสนใจจากหลายงานวิจัย ซึ่งมีการประยุกต์ใช้วิธีการจำลองสถานการณ์และเทคนิคการปรับปรุงการทำงานต่างๆ เช่น การปรับปรุงผังโรงงานและการจัดวางตำแหน่งเครื่องจักรใหม่เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิต ลดเวลาการเคลื่อนย้ายและเวลารอคอยระหว่างการผลิต โดยใช้วิธีการจำลองสถานการณ์ที่มีการพัฒนาขึ้นทั้งหมด 4 แบบ [1] การหารูปแบบการลดความสูญเสียที่ยั่งยืน โดยใช้วิธีการวางผังอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning) และทฤษฎีกราฟ นอกจากนี้ ยังใช้วิธีการแลกเปลี่ยนแบบคู่ (Pairwise Exchange) ในการปรับปรุงรูปแบบที่ให้ค่าอัตราประสิทธิภาพที่ดีเพื่อพัฒนาคำตอบให้เหมาะสมยิ่งขึ้น [2] การออกแบบและวางผังโรงงานให้เหมาะสมกับสายการผลิต ข้อมูลทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ถูกรวบรวมและกำหนดผังโรงงานทางเลือกทั้งหมด 3 แบบโดยใช้วิธีการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (Systematic Layout Planning : SLP) และวิธีการกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytical Hierarchy Process: AHP) ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการตัดสินใจเลือกผังโรงงาน จากนั้นวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของผังโรงงานทางเลือก สุดท้ายทำการประเมินและสรุปผังทางเลือกที่เหมาะสม [3] การ

ออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิตประตูไม้บานเลื่อน โดยประยุกต์ใช้หลักการวางผังโรงงานอย่างมีระบบ (SLP) และหลักปรับปรุงการทำงาน (ECRS) เพื่อลดเวลาการผลิตรวมต่อชุดให้น้อยลง โดยมีการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์สำหรับการเปรียบเทียบผล ซึ่งพบว่าสามารถลดเวลาการทำงาน เวลาเฉลี่ยการเคลื่อนที่ และระยะเวลาการผลิตรวมลงได้ [4] การวางผังโรงงานแบบพลวัต (Dynamic Plant Layout) ที่มีการไหลแบบทิศทางเดียว (Unidirectional Flow) ได้รับการศึกษาและแก้ปัญหาโดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization) ที่มีการพิจารณาการแจกแจงโคชี (Cauchy Distribution) [5] การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและลดเวลาในการเคลื่อนที่ โดยการวิเคราะห์ผังที่มีอยู่ ทำการออกแบบผังทางเลือก และประเมินผังโรงงานโดยใช้แบบจำลองด้วยการพิจารณา 2 เกณฑ์ คือ ต้นทุนและเวลา ผลการศึกษาพบว่า กำลังการผลิตเพิ่มขึ้น และช่วยลดต้นทุนในการจัดการวัสดุได้อีกด้วย [6] การศึกษาการปรับเปลี่ยนผังโรงงาน โดยใช้การจำลอง 3 มิติในบริษัทกรณีศึกษาในอุตสาหกรรมเป้าหมาย และการแสดงสมการประมาณพื้นที่ ผลที่ได้จากการศึกษามีประโยชน์ต่อผู้ผลิตในการแก้ปัญหาการวางผังการผลิตในปัจจุบัน [7]

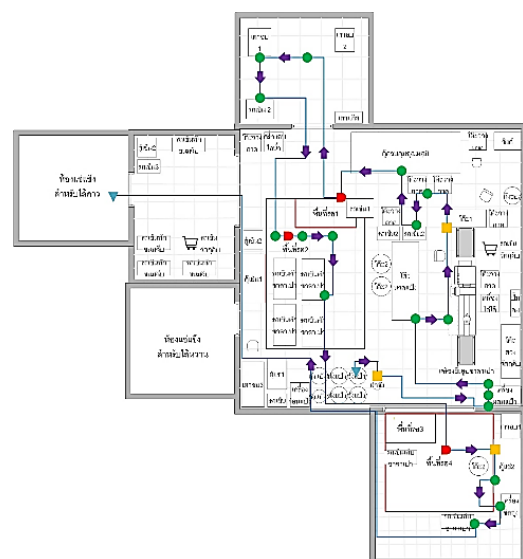
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน 2) การรวบรวมข้อมูล 3) การวิเคราะห์การแจกแจง 4) แนวคิดในการสร้างแบบจำลอง 5) การทดสอบแบบจำลอง 6) การหาจำนวนรอบที่เหมาะสม และ 7) การเสนอแนวทางการปรับปรุง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

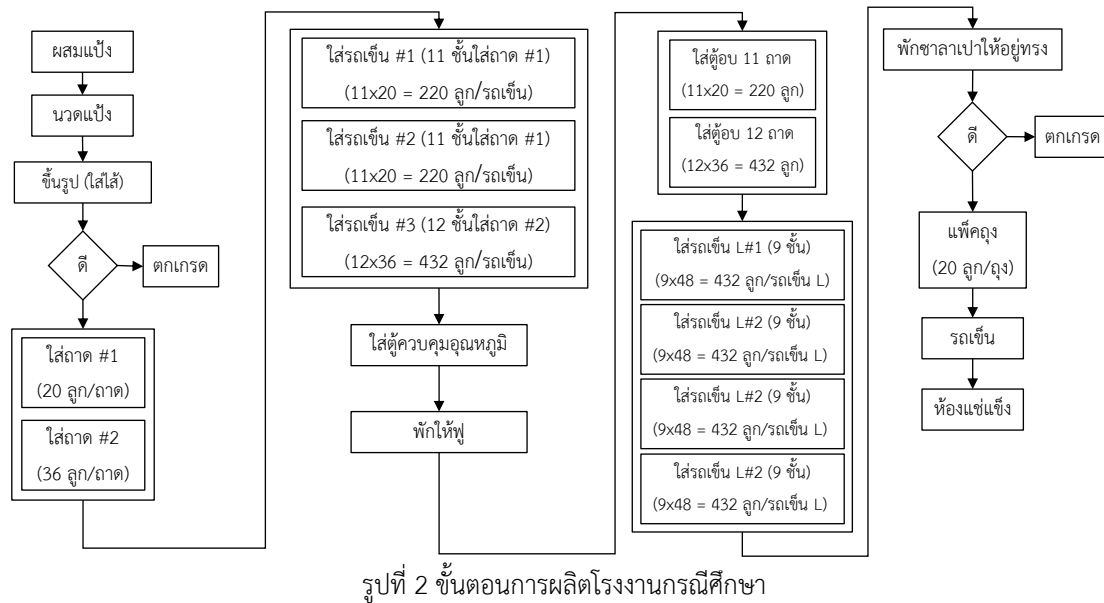
3.1 การศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน

โรงงานกรณีศึกษาดำเนินการผลิตซาลาเปาด้วยพนักงานทั้งหมด 5 คน ภายในพื้นที่การผลิตประมาณ 105.17 ตารางเมตร ตามผังโรงงานที่แสดงดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยสถานีงานทั้งหมด 12 สถานี ตามขั้นตอนการ

ผลิตที่แสดงดังรูปที่ 2 โดยเริ่มต้นจากการนำแป้งมาชั่งน้ำหนัก นำแป้งไปผสมที่เครื่อง นำแป้งที่ผสมแล้วไปนวด นำแป้งที่นวดแล้วไปขึ้นรูปเป็นซาลาเปา นำซาลาเปาไปตรวจสอบน้ำหนัก จากนั้นนำซาลาเปาไปเรียงในถาดและนำไปใส่รถเข็น นำไปยังเครื่องควบคุมอุณหภูมิและทำให้ฟู และนำไปพักรอไว้ในพื้นที่พักซาลาเปา ขั้นตอนถัดไปรถเข็นจะถูกย้ายไปยังเตาอบ ซาลาเปาแต่ละถาดจะถูกนำเข้าเตาอบ หลังจากการอบตามกระบวนการแล้ว ซาลาเปาแต่ละถาดจะถูกจัดเรียงในรถเข็นและย้ายไปยังพื้นที่พักซาลาเปา หลังจากพักซาลาเปาให้อยู่ทรงแล้ว นำใส่ตะแกรงและรถเข็นเพื่อย้ายซาลาเปาไปยังพื้นที่พักซาลาเปา ซาลาเปาบนรถเข็นจะได้รับการคัดแยก บรรจุใส่ถุง และย้ายไปยังรถเข็นสำหรับเก็บซาลาเปา จากนั้นย้ายรถเข็นดังกล่าวไปยังห้องแช่แข็งเพื่อเก็บรักษารอการขนส่งไปยังลูกค้าต่อไป ซึ่งกระบวนการผลิตทั้งหมดใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 10 ชั่วโมงต่อวัน มีการผลิต 5 รอบต่อวัน ตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 18.00 น. ดังนั้น ผลผลิตที่ควรจะได้รับ คือ 4,360 ลูกต่อวัน แต่ผลิตได้ 3,200 ลูกต่อวัน เนื่องจากเกิดคอขวด (Bottleneck) ในสายการผลิตตรงตำแหน่งการเรียงซาลาเปาใส่รถเข็นเพื่อนำซาลาเปาไปบรรจุใส่ถุง ซึ่งมีจำนวนซาลาเปารอคอยโดยเฉลี่ย 152.12 ลูก และมีเวลารอคอยเฉลี่ย 19 นาที



รูปที่ 1 แผนผังโรงงานกรณีศึกษา



3.2 การรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ ได้รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องในช่วงเดือน กันยายน 2561 - กุมภาพันธ์ 2562 ตั้งแต่ข้อมูลเวลาการทำงานของแต่ละสถานีนงาน จำนวนพนักงานและจำนวนเครื่องจักรในแต่ละสถานีนงาน ขนาดพื้นที่ของโรงงาน ไปจนถึงจำนวนผลผลิตที่ได้ในแต่ละวัน

3.3 การวิเคราะห์การแจกแจง

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ที่เสมือนจริง ข้อมูลการผลิตที่ใช้ประกอบการสร้างโมเดล มาจากค่าการแจกแจงที่เหมาะสม

ตารางที่ 1 การแจกแจงข้อมูลที้นำมาใช้ในแบบจำลอง

ข้อมูล	สูตรคำนวณการแจกแจง
เครื่องผสมแป้ง	UNIF(720, 867)
การนวดแป้ง	UNIF(720, 867)
การตรวจสอบน้ำหนัก	$1.39 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$
หยิบชالاเปาใส่ถาด	$2.05 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$
หยิบถาดชالاเปา 1 ถาด	$2.85 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$
หยิบถาดใส่รถเข็น	$5.46 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$
รถเข็นถาด	$3.2 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$
หยิบชالاเปา 20 ลูกใส่ถุง	$1.04 + \text{LOGN}(1.02, 0.547)$
การชั่งถุงชالاเปา	$5 + \text{ERLA}(0.0714, 7)$

ดังนั้น การศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูล ณ สถานประกอบการ โดยการจับเวลาการทำงานจริง จำนวน 50 ค่าในแต่ละสถานีนงานตามขั้นตอนการผลิต และวิเคราะห์การแจกแจงด้วยวิธี Chi-squared test โดยเครื่องมือของโปรแกรมสำเร็จรูปอาร์โนน่า ได้แก่ ตัววิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer) ได้ถูกนำมาใช้ในการประมวลผลข้อมูลเวลาการผลิตในแต่ละจุดของโรงงาน ดังตารางที่ 1

3.4 แนวคิดในการสร้างแบบจำลอง

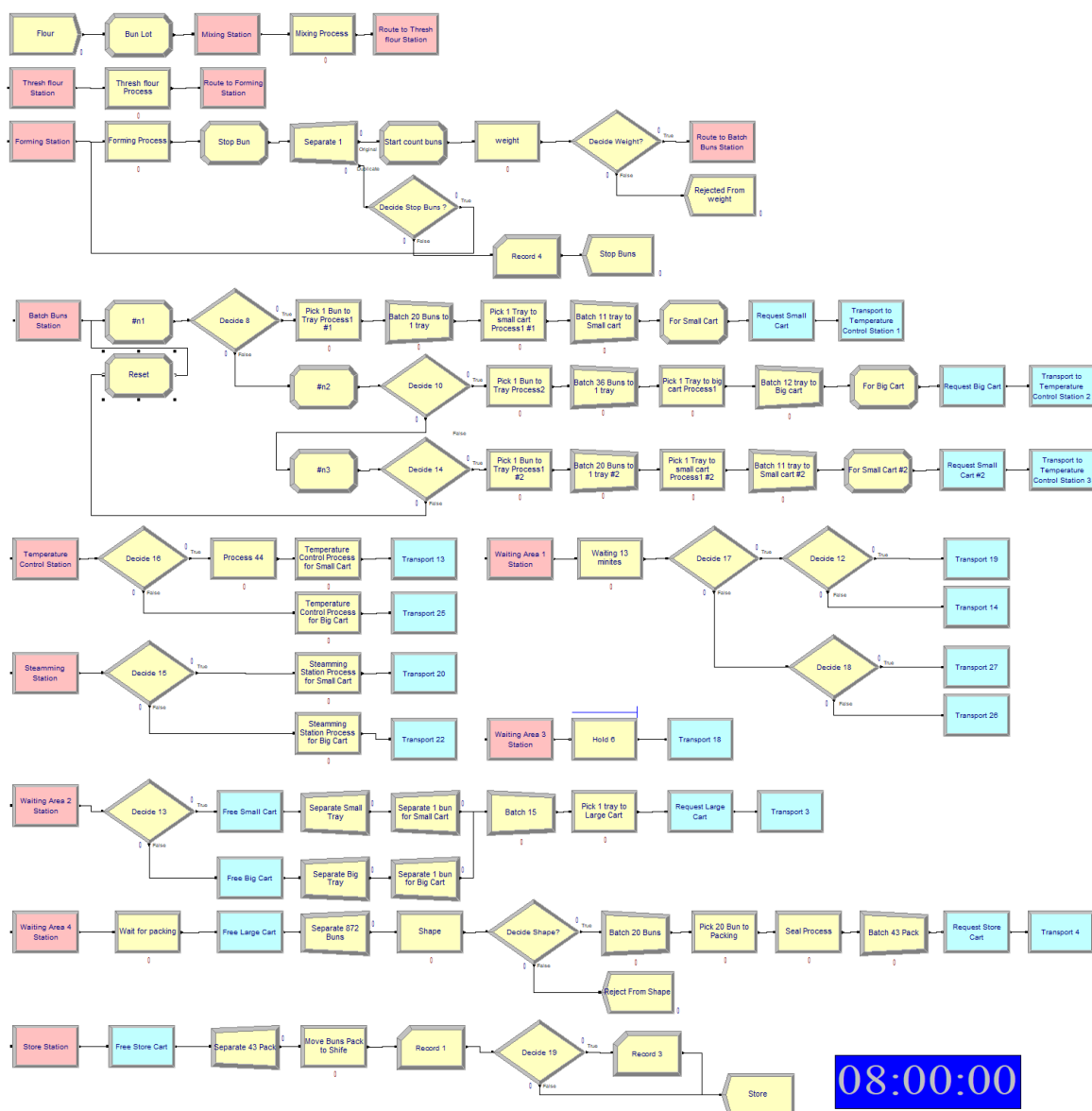
จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตชالاเปา โดยเริ่มจากการผสมแป้ง การนวดแป้ง การขึ้นรูปชالاเปา การตรวจสอบน้ำหนักชالاเปา การย้ายชالاเปาลงถาด การย้ายถาดชالاเปาไปที่รถเข็น การนำรถเข็นไปเข้าตู้ควบคุมอุณหภูมิ การพักชالاเปาครั้งที่ 1 (เพื่อให้ชالاเปาขึ้นฟู) การอบชالاเปา การย้ายชالاเปาจากรถเข็นไปยังรถพักชالاเปา การพักชالاเปาครั้งที่ 2 (เพื่อให้ชالاเปาอยู่ทรง) การตรวจสอบรูปทรงของชالاเปา การแพ็คชالاเปาใส่ถุง และการจัดเก็บชالاเปาที่ห้องแช่แข็ง

แบบจำลองสถานการณ์การผลิตจริงได้ถูกสร้างขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3 มีจำนวนทั้งหมด 106 โมดูล (Modules) โดยกำหนดให้แบ่งเป็นวัตถุที่สนใจในระบบ (Entity) ซึ่งจะถูกผสมทุกๆ 1 ชั่วโมง จึงได้จำนวนชالاเปารอบละ 872

ลูก ในขณะที่สถานีนงานหลักมีทั้งหมด 12 สถานี ได้แก่ (1) สถานีผสมแป้ง (2) สถานีนวดแป้ง (3) สถานีขึ้นรูปซาลาเปา (4) สถานีรถเข็นถาด (5) สถานีพักซาลาเปา 1 (6) สถานีพักซาลาเปา 2 (7) สถานีพักซาลาเปา 3 (8) สถานีพักซาลาเปา 4 (9) สถานีควบคุมอุณหภูมิซาลาเปา (10) สถานีอบซาลาเปา (11) สถานีแพ็คถุงซาลาเปา และ (12) สถานีแช่แข็งซาลาเปา ซึ่งแต่ละสถานีจะมีจำนวนพนักงานไม่เท่ากัน บางสถานีไม่มีเครื่องจักร และการ

เคลื่อนย้ายระหว่างสถานีจะมีระยะทางและเส้นทางการเดินที่ไม่เท่ากัน

ในการสร้างแบบจำลองสำหรับสถานการณ์การผลิตปัจจุบัน พนักงานมีค่าอัตราประโยชน์ร้อยละ 32 เครื่องอบซาลาเปาเครื่องเล็กมีค่าอัตราประโยชน์ร้อยละ 27 ในขณะที่เครื่องอบซาลาเปาเครื่องใหญ่มีค่าอัตราประโยชน์ร้อยละ 13 ซึ่งจะเห็นว่า เครื่องเล็กได้รับการใช้งานมากกว่าเครื่องใหญ่ 2 เท่า



รูปที่ 3 แบบจำลองการผลิตปัจจุบัน

3.5 การทดสอบแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องแบบจำลอง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การทวนสอบแบบจำลอง (Verification) คือ การตรวจสอบว่าแบบจำลองในกรอบความคิด (Conceptual Model) ตรงกับแบบจำลองสถานการณ์ในคอมพิวเตอร์หรือไม่ และ 2) การตรวจสอบแบบจำลองอย่างละเอียด (Validation) คือ การทดสอบว่าแบบจำลองเป็นตัวแทนของพฤติกรรมที่เกิดขึ้นของระบบได้จริงหรือไม่ โดยทำการเปรียบเทียบซ้ำๆ ระหว่างตัวแบบจำลองกับระบบจริง ซึ่งการศึกษานี้ ทำการทวนสอบโดยการนำผลที่ได้จากการรันแบบจำลองตามจำนวนรอบที่เหมาะสม ได้แก่ ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการผลิตหนึ่งวัน และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ไปเปรียบเทียบกับเวลาที่ใช้ในการผลิตจริง 600 นาที และทำการทดสอบทางสถิติ (t -test) ซึ่งจากการคำนวณได้ค่า $t = -0.701$ (ค่าจากตาราง $t = 2.086$) แสดงให้เห็นว่า ค่าที่ได้จากสถานการณ์จริงและแบบจำลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ยังมีการตรวจสอบแบบจำลองอย่างละเอียด ด้วยการวิเคราะห์การไหลของซาลาเปาในแต่ละ Modules ที่สร้างขึ้นในแบบจำลอง เพื่อให้แน่ใจว่าตรงกับกระบวนการผลิตซาลาเปาจริงในสถานการณ์ปัจจุบัน

3.6 การหาจำนวนรอบที่เหมาะสม

การสร้างและการตรวจสอบแบบจำลองสถานการณ์ในบทความนี้ กำหนดระดับความแม่นยำของระบบที่ 0.05 และกำหนดจำนวนรอบของการประมวลผลครั้งแรก คือ 10 รอบ โดยคำนวณจำนวนรอบในการประมวลผลที่เหมาะสมจากสมการดังต่อไปนี้

$$n \cong n_0 \frac{h_0^2}{h^2}$$

โดยที่

n คือ จำนวนรอบ

n_0 คือ จำนวนรอบของการประมวลผลครั้งแรก

h คือ ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้

h_0 คือ ค่าความผิดพลาดจากการประมวลผลครั้งแรก

ผลจากโปรแกรมสำเร็จรูปจะได้ค่า h_0 เท่ากับ 41.49 ค่า h เท่ากับ 29.011 ซึ่งมาจาก 5% ของค่าเฉลี่ยที่รันโมเดลในรอบแรก ($mean = 580.22$) ค่า n_0 เท่ากับ 10 ดังนั้น เมื่อแทนค่าทั้งหมดในสูตรการคำนวณจะได้

$$n = 10 \times (41.49^2 / 29.001^2) \\ n = 20.45 \approx 21 \text{ รอบ}$$

จากครึ่งช่วงความเชื่อมั่น (Haft width) จำนวนรอบทำซ้ำเบื้องต้นมีค่าน้อยกว่าช่วงความเชื่อมั่นที่กำหนดไว้ ดังนั้น จำนวนรอบทำซ้ำ 21 รอบเพียงพอแล้ว ซึ่งค่าจริงที่เก็บข้อมูลมามีค่าเท่ากับ 613.75 และเมื่อคำนวณขอบล่าง (Lower bound) และขอบบน (Upper bound) ของการรัน ได้ขอบล่างเท่ากับ 533.02 และได้ขอบบนเท่ากับ 633.3 จะเห็นได้ว่าค่าจริงอยู่ในช่วงระหว่างขอบบนและขอบล่าง แสดงว่าค่าจริงกับค่าในโมเดลเท่ากันทางสถิติ

3.7 การเสนอแนวทางการปรับปรุง

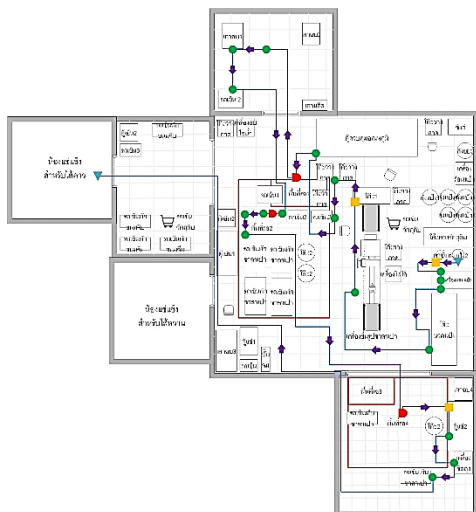
แนวทางการปรับปรุงที่นำเสนอในการศึกษานี้ ประกอบด้วย 2 ประเด็นหลักๆ คือ การปรับปรุงผังโรงงาน และการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน โดยสามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

1) การปรับปรุงผังโรงงาน มุ่งเน้นการปรับเปลี่ยนตำแหน่งการวางเครื่องจักรและสถานีงาน ซึ่งสามารถกำหนดแนวทางการปรับปรุงผังโรงงานได้ 2 รูปแบบ ได้แก่ รูปแบบแรก (ผังทางเลือกที่ 1) มุ่งเน้นการวางผังการผลิตแบบเส้นตรงตามแนวตั้ง ดังรูปที่ 4 และรูปแบบที่ 2 (ผังทางเลือกที่ 2) มุ่งเน้นการวางผังการผลิตแบบเส้นตรงตามแนวนอน ดังรูปที่ 5 ดังนั้น จึงมีผังทางเลือกทั้งหมด 3 ผัง ได้แก่ (1) ผังโรงงานปัจจุบัน (2) ผังทางเลือกที่ 1 และ (3) ผังทางเลือกที่ 2

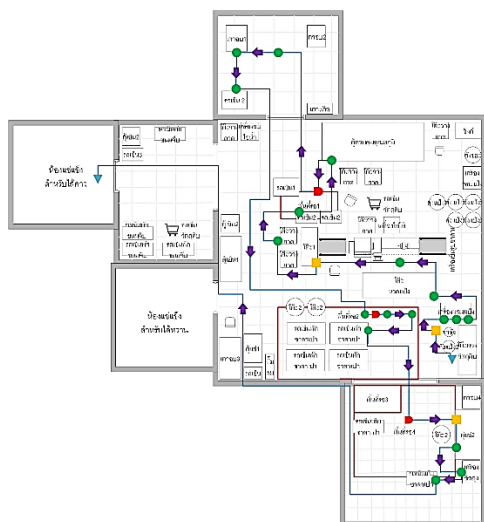
2) การปรับวิธีการทำงาน มุ่งเน้นการปรับจำนวนทรัพยากร เช่น จำนวนอุปกรณ์และคนงานในกระบวนการผลิตให้เหมาะสม ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือ การปรับเพิ่ม/ลดจำนวนรถเข็นซาลาเปา เพื่อให้ล้อรถประโยชน์ของเครื่องอบใหญ่เพิ่มขึ้นและใกล้เคียงกับเครื่องอบเล็ก โดยรูปแบบที่ 1 กำหนดให้มี

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563

รถเข็นซาลาเปาค้นเล็ก จำนวน 2 คัน และรถเข็นซาลาเปาค้นใหญ่ จำนวน 2 คัน ในขณะที่รูปแบบที่ 2 กำหนดให้มีรถเข็นซาลาเปาค้นเล็ก 1 คัน และรถเข็นซาลาเปาค้นใหญ่ 1 คัน



รูปที่ 4 ผังโรงงานทางเลือกที่ 1



รูปที่ 5 ผังโรงงานทางเลือกที่ 2

ส่วนที่ 2 คือ การปรับเพิ่ม/ลดจำนวนพนักงานในสายการผลิต เพื่อเพิ่มอรรถประโยชน์ของพนักงาน โดยรูปแบบที่ 1 กำหนดให้มีพนักงาน 5 คน รูปแบบที่ 2 กำหนดให้มีพนักงาน 4 คน และรูปแบบที่ 3 กำหนดให้มีพนักงาน 3 คน

ดังนั้น จากทางเลือกทั้งหมดจึงสามารถสรุปแผนการปรับปรุงการทำงานได้ ทั้งหมด 27 แผน (รวมรูปแบบปัจจุบัน) ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการปรับปรุงการทำงาน

แผนการปรับปรุง	รูปแบบผังโรงงาน	จำนวนรถเข็น		จำนวนพนักงาน
		รถเล็ก	รถใหญ่	
1	ผังปัจจุบัน	2	1	5
2	ผังปัจจุบัน	2	1	4
3	ผังปัจจุบัน	2	1	3
4	ผังทางเลือก 1	2	1	5
5	ผังทางเลือก 1	2	1	4
6	ผังทางเลือก 1	2	1	3
7	ผังทางเลือก 2	2	1	5
8	ผังทางเลือก 2	2	1	4
9	ผังทางเลือก 2	2	1	3
10	ผังปัจจุบัน	2	2	5
11	ผังปัจจุบัน	2	2	4
12	ผังปัจจุบัน	2	2	3
13	ผังทางเลือก 1	2	2	5
14	ผังทางเลือก 1	2	2	4
15	ผังทางเลือก 1	2	2	3
16	ผังทางเลือก 2	2	2	5
17	ผังทางเลือก 2	2	2	4
18	ผังทางเลือก 2	2	2	3
19	ผังปัจจุบัน	1	1	5
20	ผังปัจจุบัน	1	1	4
21	ผังปัจจุบัน	1	1	3
22	ผังทางเลือก 1	1	1	5
23	ผังทางเลือก 1	1	1	4
24	ผังทางเลือก 1	1	1	3
25	ผังทางเลือก 2	1	1	5
26	ผังทางเลือก 2	1	1	4
27	ผังทางเลือก 2	1	1	3

4. ผลการทดลอง

การศึกษานี้ได้ทำการทดลองการจำลองสถานการณ์ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่นำเสนอ ดังตารางที่ 2 ทั้งหมด 27 แผนการ (Scenarios) ด้วยคอมพิวเตอร์ที่มีขนาด 2.60 GHz สำหรับ CPU และ 12.0 GB สำหรับ RAM โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปอาร์โนว่า ซึ่งได้แสดงผลลัพธ์ของแต่ละแผนการในตารางที่ 3 ตามตัวชี้วัดที่สำคัญ ได้แก่

เวลาผลิตรวม (นาที) อรรถประโยชน์เฉลี่ยพนักงาน (%)
อรรถประโยชน์เฉลี่ยเครื่องอบเล็ก (%) อรรถประโยชน์
เฉลี่ยเครื่องอบใหญ่ (%) และอัตราการผลิต (ลูกต่อนาที)

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์จากแบบจำลองในแผนต่างๆ

แผนการ ปรับปรุง	เวลาผลิต [นาที]	อัตราผลิต [ลูก/นาที]	เครื่องอบ [%]		พนักงาน [%]
			ใหญ่	เล็ก	
1	583.16	7.73	0.13	0.27	0.32
2	592.13	7.69	0.13	0.26	0.39
3	617.28	7.34	0.13	0.25	0.50
4	576.74	7.80	0.13	0.27	0.32
5	600.34	7.45	0.13	0.26	0.38
6	620.21	7.31	0.13	0.25	0.50
7	625.85	7.41	0.13	0.26	0.30
8	601.93	7.44	0.13	0.26	0.38
9	598.57	7.48	0.13	0.26	0.51
10	591.81	11.31	0.26	0.26	0.44
11	620.60	10.83	0.25	0.25	0.53
12	664.46	10.02	0.23	0.23	0.65
13	602.38	11.21	0.26	0.26	0.44
14	602.09	11.04	0.25	0.25	0.54
15	655.08	10.12	0.23	0.23	0.66
16	591.77	11.30	0.26	0.26	0.44
17	632.50	10.66	0.25	0.25	0.52
18	672.57	10.06	0.23	0.23	0.65
19	553.01	8.27	0.19	0.19	0.36
20	566.63	8.08	0.19	0.19	0.44
21	614.77	7.47	0.17	0.17	0.54
22	516.26	8.93	0.21	0.21	0.39
23	530.21	8.71	0.20	0.20	0.47
24	579.66	7.97	0.18	0.18	0.57
25	531.21	8.70	0.20	0.20	0.38
26	537.37	8.60	0.20	0.20	0.46
27	585.15	7.92	0.18	0.18	0.57

นอกจากนี้ ยังมีการประเมินทางเลือกทั้งการปรับปรุง
ผังโรงงาน การเพิ่มลดจำนวนรถเข็น และการปรับเพิ่มลด
จำนวนพนักงาน โดยทำการหาเวลาเฉลี่ยการผลิตรวมที่
มุ่งเน้นให้มีความสนใจในแต่ละรูปแบบ และได้แสดงผลการ
ประเมินผังทางเลือกที่มีการเปรียบเทียบผังโรงงานทั้ง 3
รูปแบบจากผลลัพธ์ทุกแผนการ (ดังตารางที่ 4) การ
เปรียบเทียบจำนวนรถเข็นทั้ง 3 รูปแบบจากผลลัพธ์ทุก

แผนการ (ดังตารางที่ 5) และการประเมินจำนวนพนักงาน
ทั้ง 3 รูปแบบจากผลลัพธ์ทุกแผนการ (ดังตารางที่ 6) โดย
ผลลัพธ์ทั้งหมดที่แสดงในตารางที่ 4 – 6 ได้ผ่านการทำ
การทดสอบความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความ
เชื่อมั่น 95% และ p-value = 0.05 เพื่อใช้ประกอบการ
วิเคราะห์ผลทางสถิติ

ตารางที่ 4 การประเมินผังทางเลือก-ผังโรงงาน

ทางเลือก	ผังปัจจุบัน	ผังทางเลือก 1	ผังทางเลือก 2
เวลาผลิตรวม (นาที)	600.40±14.22	587.00±14.35	597.40±16.60
อัตราการผลิต (ลูก/นาที)	8.75±0.28	8.95±0.28	8.84±0.29

ตารางที่ 5 การประเมินผังทางเลือก-จำนวนรถเข็น

ทางเลือก	รูปแบบ ปัจจุบัน	รูปแบบที่ 1 (เพิ่มรถเข็นใหญ่)	รูปแบบที่ 2 (ลดรถเข็นเล็ก)
เวลาผลิตรวม (นาที)	601.80±17.18	625.90±15.94	557.10±9.27
Av. Utilization เครื่องอบเล็ก	0.259±0.007	0.247±0.008	0.191±0.003
Av. Utilization เครื่องอบใหญ่	0.129±0.003	0.247±0.006	0.191±0.003
อัตราการผลิต (ลูก/นาที)	7.52±0.20	10.73±0.26	8.29±0.13

ตารางที่ 6 การประเมินผังทางเลือก-จำนวนพนักงาน

ทางเลือก	รูปแบบ ปัจจุบัน	รูปแบบที่ 1 (พนักงาน 4 คน)	รูปแบบที่ 2 (พนักงาน 3 คน)
เวลาผลิตรวม (นาที)	574.70±15.12	587.10±14.25	623.10±15.10
Av. Utilization พนักงาน	0.376±0.011	0.457±0.013	0.573±0.015
อัตราการผลิต (ลูก/นาที)	9.18±0.30	8.95±0.28	8.41±0.25

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ผังทางเลือกที่ 1 มี
ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวม คือ 587.00 นาที ซึ่งมีเวลา
การผลิตเฉลี่ยที่มีค่าน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม การทดสอบทาง
สถิติ พบว่า ผังทางเลือกทั้งหมดให้ผลลัพธ์ไม่แตกต่างกัน
อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ควรมีการประยุกต์ใช้ผังทางเลือก
ที่ 1 ร่วมกับแนวทางการปรับปรุงอื่นๆ

จากตารางที่ 5 การทดสอบทางสถิติ พบว่า การปรับปรุงจำนวนรถเข็นทุกรูปแบบให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยการปรับจำนวนรถเข็นรูปแบบที่ 1 มีค่าอัตราประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องอบใหญ่เพิ่มขึ้นและมีอัตราการผลิตที่สูงที่สุด แต่ต้องลงทุนเพิ่มสำหรับรถเข็นคันใหญ่ 1 คัน และเครื่องผสมแบ่งที่รองรับแบ่งจำนวน 31 กิโลกรัมด้วย อย่างไรก็ตาม การปรับจำนวนรถเข็นรูปแบบที่ 2 ไม่ต้องลงทุนเพิ่มในขณะที่ยังมีค่าอัตราประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องอบใหญ่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การเลือกรูปแบบจำนวนรถเข็นจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละสถานการณ์

จากตารางที่ 6 การทดสอบทางสถิติ พบว่า การปรับปรุงจำนวนพนักงานทุกรูปแบบให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน โดยอัตราประโยชน์เฉลี่ยของพนักงานในรูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 2 มีค่าเพิ่มขึ้น มีอัตราการผลิตที่ใกล้เคียงกัน จึงต้องพิจารณาที่เวลาการผลิตรวม ซึ่งรูปแบบที่ 1 มีเวลาการผลิตรวมน้อยกว่ารูปแบบที่ 2 ประมาณ 36 นาที และสามารถลดพนักงานได้ 1 คนจากรูปแบบปัจจุบัน ดังนั้น การปรับจำนวนพนักงานรูปแบบที่ 1 จึงเป็นรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดจากรูปแบบทั้งหมดที่ทำการศึกษา

5. สรุปและเสนอแนะ

การจำลองสถานการณ์การผลิตชาลาเปาที่สร้างขึ้นสำหรับศึกษานี้ ได้รับการตรวจสอบแล้วว่าสามารถนำมาใช้จำลองแทนระบบจริงได้ เนื่องจากผลลัพธ์จากการทดสอบไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

นอกจากนี้ การศึกษาผังโรงงานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตชาลาเปากรณีศึกษา ได้ออกแบบแนวทางการปรับปรุงทั้งหมด 27 ทางเลือก โดยทางเลือกที่ 14 ได้แก่ การใช้ผังทางเลือกที่ 1 รถเข็นคันเล็ก 2 คัน รถเข็นคันใหญ่ 2 คัน พนักงานจำนวน 4 คน ซึ่งทำให้เวลาในการผลิตรวมเพิ่มขึ้น 18.93 นาที กลายเป็น 602.09 นาที ผลผลิตเพิ่มขึ้น 2,160 ลูกต่อวัน กลายเป็น 6,520 ลูกต่อวัน ค่าอัตราประโยชน์เฉลี่ยของเครื่องอบเล็กและใหญ่เท่ากัน คือ 0.25 ค่าอัตราประโยชน์เฉลี่ยของพนักงาน

เพิ่มขึ้น 0.22 กลายเป็น 0.54 และอัตราการผลิตประมาณ 11.04 ลูกต่อนาที ซึ่งทางเลือกนี้ มีการปรับผังโรงงานที่อาจส่งผลให้มีค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ดี หากพิจารณาเฉพาะการใช้ผังเดิม ที่มีพนักงาน 5 คน จะมี 2 ทางเลือกที่น่าสนใจ คือ (1) ทางเลือกที่ 10 ได้แก่ การใช้รถเข็นคันเล็ก 2 คัน และรถเข็นคันใหญ่ 2 คัน ซึ่งทำให้เวลาในการผลิตรวมเพิ่มขึ้น 9 นาที กลายเป็น 591.81 นาที ผลผลิตเพิ่มขึ้น 2,160 ลูกต่อวัน กลายเป็น 6,520 ลูกต่อวัน และอัตราการผลิตประมาณ 11.31 ลูกต่อนาที ซึ่งในกรณีนี้ เครื่องผสมแบ่งจะต้องเพิ่มปริมาณแบ่งจาก 21 กิโลกรัม เป็น 31 กิโลกรัม ต่อรอบด้วย (2) ทางเลือกที่ 19 ได้แก่ การใช้รถเข็นคันเล็ก 1 คัน และรถเข็นคันใหญ่ 1 คัน ซึ่งทำให้เวลาในการผลิตรวมลดลง 38.8 นาที กลายเป็น 553.01 นาที ผลผลิตเพิ่มขึ้น 204 ลูกต่อวัน กลายเป็น 4,564 ลูกต่อวัน และอัตราการผลิตประมาณ 8.27 ลูกต่อนาที

ดังนั้น การประยุกต์ใช้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ในแต่ละสถานการณ์ที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้ 1) การปรับปรุงกรณีใช้ผังแบบปัจจุบัน ต้องซื้อรถเข็นขนาดใหญ่เพิ่ม 1 คัน จะทำให้มีรถเข็นทั้งหมด 2 คันเล็ก และ 2 คันใหญ่ โดยจะต้องเพิ่มการผสมแบ่งจาก 21 กิโลกรัม เป็น 31 กิโลกรัม (ทางเลือกที่ 10) หรือกำหนดให้มีการใช้รถเข็นใหญ่และเล็กอย่างละ 1 คัน (ทางเลือกที่ 19) 2) การปรับปรุงกรณีใช้ผังแบบใหม่ ต้องใช้ผังทางเลือกที่ 1 ซื้อรถเข็นขนาดใหญ่เพิ่ม 1 คัน ลดคนงานเหลือ 4 คน (ทางเลือกที่ 14)

สามารถสรุปผลได้ว่า ความไม่คล่องตัวของการไหลจากผังแบบเดิมที่มีเวลารอคอยเฉลี่ย 19.3 นาที และอัตราผลผลิต 7.73 ลูกต่อนาที จะสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้ในกรณีไม่ปรับเปลี่ยนผังด้วยทางเลือกที่ 10 ที่มีเวลารอคอยเฉลี่ย 16.42 นาที และอัตราผลผลิต 11.31 ลูก/นาที หรือด้วยทางเลือกที่ 19 ที่มีเวลารอคอยโดยเฉลี่ย 14.58 นาที และอัตราผลผลิต 8.27 ลูก/นาที ในขณะที่ กรณีปรับเปลี่ยนผังใหม่ด้วยทางเลือกที่ 14 มีเวลารอคอยโดย

เฉลี่ย 19.38 นาที โดยสามารถผลิตได้มากขึ้นในอัตรา
ผลผลิต 11.04 ลูก/นาที

งานวิจัยในลำดับถัดไป ควรให้ความสำคัญต่อการ
พัฒนาคนงานให้มีความสามารถในการทำงานได้
หลากหลาย (Multitasking skill) เพื่อให้สามารถทำงาน
ทดแทนกันได้ นอกจากนี้ การเพิ่มอรรถประโยชน์
(Utilization) ของเตาอบ ถือเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ควรมุ่งเน้น
ศึกษา แต่จะต้องมีการเพิ่มศักยภาพขีดความสามารถของ
การผลิตในส่วนอื่นๆ ด้วย เช่น การใช้ระบบอัตโนมัติใน
การเรียงกระดาซองชาลาเปาแทนการทำงานโดยคน

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์
ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณคุณสุทธิมนต์พร
เชาวนชัยวงศ์ และคุณสุรัชฎาภรณ์ เนื่องไวยยศ ที่ช่วยเก็บ
รวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษา นอกจากนี้ ขอขอบคุณ
กลุ่มวิจัยการจัดการการผลิตและอุตสาหกรรม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้
การสนับสนุน

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สมภัสสร เอื้ออารีมิตร และ ธาตุทัศน์ โมกขมรรคกุล,
“การปรับปรุงผังโรงงานโดยใช้แบบจำลอง
สถานการณ์: กรณีศึกษาของโรงงานผลิตเสื้อผ้า
สำเร็จรูป,” *การประชุมวิชาการด้านการวิจัย
ดำเนินงานแห่งชาติประจำปี 2551*, 2551, หน้า
175-183.
- [2] Y. Ojaghi, A. Khademi, NM. Yusof, NG. Renani
and SAHS. Hassan, “Production Layout
Optimization for Small and Medium Scale
Food Industry,” *Procedia CIRP*, vol. 26, pp.
247-251, 2015.
- [3] ลักษพล อุปะทะ, “การออกแบบและวางผังโรงงาน
ของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด ที.ที.เอ็น.สแตนเลส,”

*วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชา
การจัดการวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2558.*

- [4] กฤต จันทรมัย และ อรุมา ลาสุนนท์, “การ
ออกแบบผังโรงงานและปรับปรุงกระบวนการผลิต
ประตูไม้บานเลื่อน,” *วารสารมหาวิทยาลัยนเรศวร:
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 25 (ฉบับที่ 3),
หน้าที่ 146-155, 2560.
- [5] T. Jamrus and C. Chamnanlor, “Dynamic
Unidirectional Flow Path Design Problem
with Hybrid Particle Swarm Optimization,”
*International Conference on Simulation and
Modelling*, Pattaya, Chonburi, 2017.
- [6] D. Suhardini, W. Septiani and S. Fauziah,
“Design and Simulation Plant Layout Using
Systematic Layout Planning,” *IOP Conf. Ser.
Mater. Sci. Eng.*, vol. 277, pp. 1-8, 2017.
- [7] GMN. Chidambaram and S. Shunmugarajan,
“Comparison of Flexsim and Delmia
simulation software to reduce current
manufacturing layout planning problem,”
Int. J. Eng. Res., vol. 9, pp. 1706-1739. 2018.