วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม
Journal of Engineering and Innovation

บทความวิจัย

การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดเรียงขวด: กรณีศึกษา บริษัทผลิตนมแห่งหนึ่ง ในจังหวัดสงขลา

Efficiency improvement in bottle sorting process: a case study of a dairy company in Songkhla province

อภิชล ทองมั่ง กำเนิดวั่ำ* สุรสิทธิ์ ระวังวงศ์ ชาตรี หอมเขียว จุฬาลักษณ์ โรจนานุกูล
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

Apichon Thongmung Kamnerdwam* Surasit Rawangwong Chatree Homkhiew Julaluk Rodjananugoon
Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Muang, Songkhla, 90000, Thailand
*Corresponding author.
E-mail: Apichon.tk@rmutsv.ac.th; Telephone: 0 9184 68499
วันที่รับบทความ 2 พฤศจิกายน 2564 ; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 1 1 มกราคม 2565 ; วันที่แก้ไขบทความ ครั้งที่ 2 3 กุมภาพันธ์ 2565 ;
วันที่ตอบรับบทความ 1 เมษายน 2565

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดเรียงขวด กรณีศึกษา บริษัทผลิตนมแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา โดยงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษา จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยหลักการวิเคราะห์ Why-why แล้วจึงประยุกต์ใช้หลักการ ECRS มาใช้เป็นแนวทางหลักในการปรับปรุงการทำงาน ร่วมกับการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงขวด ผลจากการศึกษาและการวิเคราะห์การเรียงขวดนมขนาด 180 มิลลิลิตร จำนวน 400 ขวดนั้นพบว่า ก่อนการปรับปรุงซึ่งเป็นลักษณะการเรียงขวดแบบเดิม ใช้เวลาเฉลี่ย 552.00 วินาที หลังจากการปรับปรุงด้วยการเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบ พบว่า ใช้เวลาเฉลี่ย 352.86 วินาที ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการเรียงขวดลดลง 199.14 วินาที หรือคิดเป็น 36.08 เปอร์เซ็นต์ และยังสามารถลดขั้นตอนการทำงานลงได้ 2 ขั้นตอน หรือคิดเป็นลดลง 33.33 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การทำงานในรูปแบบใหม่นั้นยังทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น และลดความเมื่อยล้าจากการเอี้ยวบิดลำตัวด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม ซึ่งส่งผลให้หลังจากการปรับปรุงการทำงานแล้วมีผลทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเรียงขวดของบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ

การเรียงขวด นม ประสิทธิภาพ การวิเคราะห์ Why-why หลักการ ECRS

Abstract

The objective of this research was to improve the efficiency of the bottle sorting process, a case study of a dairy company in Songkhla province. This research started from a study current state of the company case study. Then, the root cause analysis was analyzed using Why-why analysis principles. The ECRS principle was applied as the main guideline for improving work with the design of the bottle sorting device. The results of the study and analysis of the sorting 400 bottles of 180-milliliter milk bottles revealed that before the improvement which was the old way of sorting bottles. It took an average time of 552.00 seconds. After improvement by re-sorting bottles using the prototype device, it was found that the average time was 352.86 seconds. The average time for sorting bottles was reduced by 199.14 seconds, or 36.08

percent and it can also reduce the workflow by two steps, or a 33.33 percent reduction. In addition, the new work style also makes the operator work more conveniently and reduces fatigue from twisting the body with improper posture. As a result, after the work improvements, the efficiency of the bottle sorting process of the case study dairy company increased.

Keywords

bottle sorting; dairy; efficiency; why-why analysis; ECRS principle

1. คำนำ

อุตสาหกรรมการผลิตถือเป็นภาคส่วนสำคัญภาคหนึ่งซึ่งมีอิทธิพลอย่างมากต่อการเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ และด้วยการแข่งขันระหว่างผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น ทำให้บริษัทต้องสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าด้วยการผลิตสินค้าคุณภาพสูงด้วยราคาที่แข่งขันได้และการส่งมอบตรงเวลา [1] โดยที่ปัจจุบันนั้นผู้ประกอบการในธุรกิจต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการวางแผนงานการดำเนินงานให้เกิดประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุดเพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจโลกที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และจะต้องสร้างการพัฒนาให้เกิดความยั่งยืนต่อไป สำหรับอุตสาหกรรมนมไทยมีปัญหาที่สำคัญทางด้านต้นทุนในการผลิตและดำเนินงานที่ค่อนข้างสูง รวมถึงปัญหาจากสภาพอากาศที่ไม่ค่อยเอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคนมในปัจจุบันมากนัก สำหรับข้อมูลในส่วนของเทคโนโลยีการผลิตนมพร้อมดื่มนั้น กิจการโดยส่วนใหญ่จะเริ่มต้นตั้งแต่ระดับฟาร์ม ซึ่งฟาร์มต่าง ๆ ก็จะให้ความสำคัญกับการเลี้ยงโคโดยให้โคกินอาหารที่ดีเพื่อเพิ่มคุณภาพของน้ำนมดิบ ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตนมพร้อมดื่มต่อไป โดยในภาคใต้มีชุมชนสหกรณ์โคนมอยู่ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีสหกรณ์โคนมและกลุ่มเกษตรกรเลี้ยงโคนม จากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และพัทลุง เข้าร่วม ซึ่งน้ำนมดิบดังกล่าวสามารถแปรรูปได้หลายอย่าง หนึ่งในนั้นคือ นมพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเป็นนมที่ผ่านการทำลายเชื้อแบคทีเรียบางชนิด โดยกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ฟอสฟาเทส [2] โดยในจังหวัดสงขลามีโรงงานผลิตและจำหน่ายนมอยู่หลายอำเภอ ซึ่งพบว่ามีการใช้ต้นทุนในกระบวนการผลิตค่อนข้างสูง สิ้นเปลือง ใช้เวลามาก อาจจะมาจากปัจจัยทั้งภายในและภายนอกหลาย ๆ อย่าง

สำหรับบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาในจังหวัดสงขลาซึ่งเป็นบริษัทผลิตนมจำหน่ายในหลากหลายรูปแบบ โดยบริษัทกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในบริษัทที่ประสบปัญหาทางด้านประสิทธิภาพของสายการผลิต คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาเพื่อการปรับปรุงสายการผลิต โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคด้านวิศวกรรมอุตสาหการที่สำคัญดังเช่น การวิเคราะห์ Why–why สำหรับวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา และหลักการ ECRS ซึ่งเป็นหลักการสำคัญที่ในปัจจุบันนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงระบบงานในภาคการผลิต [3] รวมไปถึงกระบวนการทำงานในภาคบริการ [4] ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางในการลดเวลาสูญเปล่าทำให้กระบวนการผลิตไหลแบบต่อเนื่องและพัฒนาปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในการผลิตสินค้าต่อไปในอนาคต ซึ่งพบว่าการบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์จัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญของกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์เพราะประสิทธิภาพการบรรจุส่งผลต่อต้นทุนการผลิต [5] โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์สถานะปัจจุบันของกระบวนการผลิตนมของบริษัทกรณีศึกษา และเพื่อนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในขั้นตอนของการเรียงขวดในสายการผลิต ในการนำเสนอแนวทางการลดความสูญเปล่า การเพิ่มประสิทธิภาพ และการลดต้นทุนให้กับทางบริษัทได้นำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงและปรับใช้ในอนาคตต่อไป

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับงานวิจัยประกอบด้วยประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

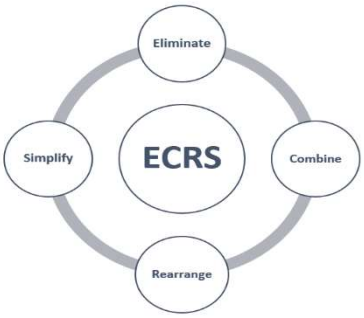
2.1 เทคนิคการปรับปรุงงาน

การปรับปรุงงาน (Work improvement) เป็นเทคนิคการค้นหาวิธีการทำงานที่ง่าย และสะดวกกว่าวิธีการทำงานแบบเดิม เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเปล่า 7 ประการ (7 wastes)

ซึ่งเป็นความสูญเปล่าจากประเด็นต่าง ๆ ได้แก่ 1) การผลิตมากเกินไป 2) การเก็บวัสดุคงคลัง 3) การขนส่ง 4) การเคลื่อนไหวมากเกินไป 5) กระบวนการผลิต 6) การรอคอย และ 7) การผลิตของเสีย [6] ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตได้

2.2 หลักการ ECRS

หลักการ ECRS ตามองค์ประกอบดังรูปที่ 1 สามารถนำมาช่วยลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเพื่อให้การดำเนินงานหรือการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยหลักการ ECRS ประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้ [1], [3-9]



รูปที่ 1 องค์ประกอบของ ECRS [8]

1) การกำจัด (Eliminate, E) เป็นการกำจัดความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น หรือไม่มีประโยชน์ทั้ง 7 ประการออกไป ได้แก่ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การมีสินค้าคงคลังมากเกินไป การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และของเสีย

2) การรวมกัน (Combine, C) เป็นการลดขั้นตอนของกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นลง เช่น จากเดิมมี 7 ขั้นตอน หลังจากปรับปรุงลดเหลือ 5 ขั้นตอน เป็นวิธีการที่ช่วยประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ช่วยให้รอบเวลาในการผลิตเร็วขึ้น ลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนการทำงาน

3) การจัดเรียงใหม่ (Rearrange, R) หากพบว่าขั้นตอนหรือวิธีการทำงานแบบเดิม มีความสูญเปล่าเกิดขึ้น เช่น เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ระหว่างสถานีงานมากเกินไป หรือการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ปฏิบัติงานไม่เหมาะสม อาจต้องมีการจัดเรียงลำดับงานใหม่ หรือมีการเคลื่อนย้ายจุดวางเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อให้ลดระยะทางการเคลื่อนที่หรือลดการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติลง

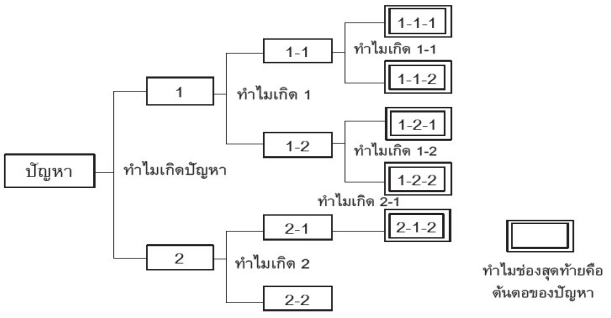
4) การทำให้ง่าย (Simplify, S) เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานให้มากขึ้นกว่าเดิม อาจเป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์เครื่องมือ/อุปกรณ์จับยึด (Jig/Fixture) เพื่อช่วยให้การทำงานง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2.3 การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา

การศึกษาการเคลื่อนไหวและเวลา (Motion and time study) หมายถึง เทคนิคในการวิเคราะห์ขั้นตอนของการปฏิบัติงานเพื่อขจัดงานที่ไม่จำเป็นออก และสรรหาวิธีการทำงานที่ดีที่สุดและเร็วที่สุดในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ทั้งนี้รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานของวิธีการทำงาน สภาพการทำงาน เครื่องมือต่าง ๆ และการฝึกคนงานให้ทำงานด้วยวิธีที่ถูกต้อง โดยมีเครื่องมือ (Tools) ที่ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการทำงานต่าง ๆ อาทิเช่น แผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process charts) แผนภูมิคน-เครื่องจักร (Man-machine chart) แผนภูมิมือซ้าย-ขวา (Left-right hand chart) เหล่านี้เป็นต้น [11]

2.4 หลักการวิเคราะห์ Why-why

การวิเคราะห์ Why-why (Why-why analysis) จะเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้าของปัญหา โดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่ เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมาก โดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาที่ทำการวิเคราะห์ โดยแนวทางการวิเคราะห์ Why-why นั้นแสดงดังรูปที่ 2 [7]



รูปที่ 2 แนวทางการวิเคราะห์ Why-why [7]

2.5 การออกแบบอุปกรณ์ทางวิศวกรรม

การออกแบบ (Design) นั้นเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่และการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมให้ดียิ่งขึ้น ด้วยการใช้วัสดุและวิธีการที่เหมาะสม ตามแบบแผนและจุดมุ่งหมายที่ต้องการ โดยการออกแบบทางวิศวกรรมเป็นกระบวนการของการประดิษฐ์ระบบส่วนประกอบหรือกระบวนการ เพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งาน โดยเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ประยุกต์ใช้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์วิศวกรรม เพื่อแปลงทรัพยากรที่มีอยู่ให้สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานตามวัตถุประสงค์ให้ได้อย่างดีที่สุด โดยองค์ประกอบพื้นฐานในกระบวนการการออกแบบประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ และหลักเกณฑ์หรือเงื่อนไขต่าง ๆ สำหรับการออกแบบ การสังเคราะห์ การวิเคราะห์ การจัดสร้าง การทดสอบ และการประเมินผล [12]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเปล่า (7 Wastes) ในกระบวนการผลิตนั้น พบว่า กนกวรรณ และคณะ [13] ได้ศึกษาการลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเทียนเวียนหัว ซึ่งวิเคราะห์หาสาเหตุด้วยการวิเคราะห์ Why-why และแผนผังก้างปลา พบว่าขั้นตอนการจุ่มไส้เทียนและขั้นตอนการตัดก้นเทียนทำให้เกิดความสูญเปล่าและความเมื่อยล้า จึงได้พัฒนาอุปกรณ์จุ่มไส้เทียนและตัดก้นเทียนเพื่อแก้ปัญหา ผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการจุ่มไส้เทียนลดลงจาก 765 วินาทีต่อรอบการผลิตเป็น 134.6 วินาทีต่อรอบการผลิต (นั่นคือ ร้อยละ 82.41) และการจุ่มไส้เทียนเพิ่มขึ้นจาก 1 เส้นเป็น 27 เส้น นอกจากนี้ ระยะเวลาในการตัดก้นเทียนลดลงจาก 70 วินาทีต่อรอบการผลิตเป็น 24 วินาทีต่อรอบการผลิต (นั่นคือ ร้อยละ 65.71) และการตัดก้นเทียนเพิ่มขึ้นจากประมาณ 6-7 เส้นเป็น 20 เส้น ในขณะเดียวกันคลอเคลีย [7] ได้ศึกษาการลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว เริ่มจากแผนภูมิกระบวนการไหล (Flow process chart) พบว่ามีกระบวนการผลิตทั้งหมด 29 ขั้นตอน และนำมาสู่การวิเคราะห์ Why-why เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้รวมไปถึงวิเคราะห์ความสูญเปล่า รวมทั้งได้ออกแบบอุปกรณ์จับยึด (Jig/Fixture) มาประยุกต์ใช้ในการทำงาน ผลลัพธ์ที่ได้หลังจากปรับปรุงวิธีการทำงานพบว่า ในขั้นตอนการตัดลวดสามารถลดพนักงานจาก 2 คนเหลือ 1 คน ลดของเสียจากเศษลวด และรอบเวลาในการผลิตลดลงจาก 46 นาที/ด้าม เหลือ 40 นาที/ด้าม คิดเป็นร้อยละ 13.04 นอกจากนี้ มาโนช และคณะ [14] ได้พัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนในกระบวนการทอผ้าไหมด้วยเทคนิค ECRS โดยมุ่งเน้นการพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตผ้าไหม โดยใช้ผังก้างปลาในการวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของปัญหา ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode effects analysis, FMEA) ในการจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของปัญหา และใช้เทคนิคการคิดหาวิธีการปรับปรุงงานแบบ ECRS และหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) ในการพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืน ผลการพัฒนาอุปกรณ์มาใช้ทำให้เวลาการปรับระยะเส้นไหมยืนลดลง เท่ากับ 121.45 วินาทีต่อครั้ง ส่งผลให้ประสิทธิภาพการปรับระยะเส้นไหมเพิ่มขึ้นคิดเป็น ร้อยละ 71.53 และลดการเอียงเส้นไหมลง 22.04 เซนติเมตร ซึ่งสามารถลดการสูญเสียของเส้นไหมยืนลง 403.2 เมตร คิดเป็นร้อยละ 97.39 ต่อการทอผ้าไหม 10 ผืน

ในส่วนของการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตนั้น คลอเคลีย [6] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตฆ้อง 9 จูม จากแผนภูมิกระบวนการไหล พบว่ากระบวนการผลิตฆ้องมีทั้งหมด 29 ขั้นตอน นำมาสู่การวิเคราะห์ Why-why แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้รวมไปถึงวิเคราะห์ความสูญเปล่า โดยได้ใช้เทคนิค ECRS มาประยุกต์ใช้ออกแบบวิธีการแก้ไขคือ ใช้หลักการปรับปรุงงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) มาใช้ทำให้มีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 และใช้หลักการรวมขั้นงานหลาย ๆ ส่วนเข้าด้วยกัน (Combine) ทำให้สามารถลดรอบเวลาในการทำงานได้ร้อยละ 57.68 นอกจากนี้ได้สร้างอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการทำงาน ซึ่งสามารถลดรอบเวลาในการทำงานลงได้ร้อยละ 48.42 จากการปรับปรุงวิธีการทำงานทั้ง 3 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตสามารถลดความสูญเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 41.46

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในอุตสาหกรรมการผลิตนม พบว่า ผกามาส และคณะ [5] ได้ศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ด้วยอิชิกาว่าไดอะแกรมหรือแผนผัง

ก้างปลา นำไปสู่การแก้ไขสองแนวทาง คือ แนวทางที่หนึ่ง แก้ไขปัญหาที่เครื่องบรรจุพบว่าการยกเลิกเครื่องบรรจุที่มีอัตราการบรรจุต่ำทำให้อัตราการบรรจุเฉลี่ย 116.67 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่อง เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.30 แนวทางที่สอง คือ การปรับปรุงพนักงานควบคุมเครื่องบรรจุโดยการจัดอบรมในองค์กรให้ความรู้พนักงานควบคุมเครื่องบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์เพื่อปรับองค์ความรู้เกี่ยวกับการซ่อมเครื่องบรรจุให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน พบว่าในสภาพการผลิตจริงก่อนการจัดอบรมในองค์กร อัตราการบรรจุ 94.79 – 112.84 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่องและอัตราการบรรจุเฉลี่ย 105.88 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่อง ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของเครื่องร้อยละ 9.24 ภายหลังการจัดอบรมในองค์กรในสภาพการผลิตจริงอัตราการบรรจุ 104.13-126.48 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่องและมีอัตราการบรรจุเฉลี่ย 112.11 ± 6.74 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่อง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่งผลให้มูลค่าผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อชั่วโมงการผลิตจากการปรับปรุงคนด้วยอิชิกาว่าไดอะแกรมคือ 10,675.73 บาท อย่างไรก็ตามข้อมูลของการปฏิบัติงานที่ได้มีค่าต่ำกว่าอัตราการบรรจุเฉลี่ยมาตรฐานของเครื่อง 116.67 ± 9.06 มิลลิลิตรต่อวินาทีต่อเครื่อง ที่ร้อยละ 3.91 อีกทั้งทัศนาธาร และวัสสนัย [15] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์บรรจุขวดโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน เพื่อลดระยะเวลาในการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต โดยนำหลักการต่าง ๆ มาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการผลิตด้วย แผนภูมิกระบวนการผลิต การไหลในสายธารคุณค่า เทคนิค PERT/CPM เทคนิคการวิเคราะห์ Why-why เทคนิคการตั้งคำถาม 5W-1H และหลักการ ECRS ผลการศึกษา พบว่าสามารถลดขั้นตอนจากเดิม 35 ขั้นตอน เหลือเพียง 30 ขั้นตอน ส่งผลให้เวลาในการผลิตจากเดิม 2,135 นาที ลดลงเหลือ 1,376 นาที นั่นคือความสูญเปล่าเชิงเวลาและสามารถทำให้ประสิทธิภาพของสายการผลิตจากเดิม ร้อยละ 7.45 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.11 นั่นคือประสิทธิภาพของสายการผลิตเพิ่มขึ้นได้ร้อยละ 22.31

ทั้งนี้แนวทางจากงานวิจัยต่าง ๆ ข้างต้นจึงนำไปสู่การพิจารณาประยุกต์ใช้เครื่องมือหลักคือ การวิเคราะห์ Why-why และการใช้หลักการ ECRS ร่วมกับการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงขวดเพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดเรียงขวดในงานวิจัยนี้

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน

จากการศึกษาข้อมูลของบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา มีผลิตภัณฑ์ทั้งหมด 7 รายการ ได้แก่ 1) นมถุงผลิตภัณฑ์นมโรงเรียน 2) นมเปรี้ยวพาสเจอร์ไรส์ 3) นมปรุงแต่งพาสเจอไรส์ 4) นมโคพาสเจอไรส์รสจืด 5) โยเกิร์ตเพ้าช์ 6) นมปราศจากน้ำตาลแลคโตส และ7) ผลิตภัณฑ์นมยูเอชที

โดยบริษัทมี 3 แผนกที่สำคัญหลักที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสินค้า คือ 1) แผนกรับน้ำนมดิบ 2) แผนกพาสเจอไรส์ และ 3) แผนกบรรจุลงภาชนะ โดยงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้พิจารณาเข้าไปศึกษาและปรับปรุงในแผนกบรรจุลงภาชนะ โดยเลือกสายผลิตหลักของบริษัทคือ การบรรจุขวด โดยได้ใช้วิธีการจับเวลาในกระบวนการผลิตในแผนกบรรจุขวดมา 4 กระบวนการย่อย คือ 1) จุดเรียงขวดเข้าสู่สายพาน 2) จุดล้างขวดด้วยการเป่าลม 3) จุดบรรจุนมลงขวด 4) จุดเก็บผลิตภัณฑ์ลงตะกร้า ผลการศึกษาเวลาแสดงดังตารางที่ 1 จำนวนขวดที่พิจารณาจับเวลาคือ 400 ขวด โดยเป็นขวดพลาสติกสีขาวรูปทรงกระบอก ขนาดบรรจุ 180 มิลลิลิตร ซึ่งในขั้นต้นได้ทดลองจับเวลาในแต่ละกระบวนการย่อยจำนวน 3 ซ้ำ เพื่อดูค่าเฉลี่ยในแต่ละกระบวนการย่อย โดยที่ปัจจุบันจุดจัดเรียงขวดเข้าสู่สายพานและจุดเก็บผลิตภัณฑ์ลงตะกร้าใช้พนักงานจุดละ 2 คน จากการศึกษาเวลาเบื้องต้นพบว่า จุดเรียงขวดเข้าสู่สายพานซึ่งเป็นจุดที่ยังคงจำเป็นต้องใช้แรงงานในการปฏิบัติงาน มีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ย 560 วินาที ซึ่งสูงกว่ากระบวนการย่อยอื่น ๆ อีกทั้งบางช่วงเวลายังเกิดปัญหาการว่างงานของพนักงานในจุดนี้อีกด้วย

ตารางที่ 1 การศึกษาเวลาของแผนกบรรจุขวด

ที่	กระบวนการย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)
1	จุดเรียงขวดเข้าสู่สายพาน	560
2	จุดล้างขวดด้วยการเป่าลม	60
3	จุดบรรจุนมลงขวด	240
4	จุดเก็บผลิตภัณฑ์ลงตะกร้า	307

3.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา

ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ณ จุดเรียงขวดเข้าสู่สายพาน สามารถประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ Why-why โดยการสร้างหัวข้อคำถาม และการตั้งคำถามเพื่อหาสาเหตุไปเรื่อย ๆ จนพบปัญหาที่แท้จริง ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อที่ถาม 2 ประเด็น คือ 1) พนักงานต้องล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุง และ 2) พนักงานต้องเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง โดยสามารถสรุปรายละเอียดการวิเคราะห์ได้ดังตารางที่ 2

จากข้อมูลการวิเคราะห์ปัญหาจุดเรียงขวดเข้าสู่สายพานของแผนกบรรจุขวดโดยใช้หลักการวิเคราะห์ Why-why นั้น ทำให้ทราบคำตอบสุดท้ายของปัญหา และสามารถสรุปประเด็นของกิจกรรม สาเหตุของปัญหา และมาตรการแก้ไข ได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งเป็นผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยหลักการวิเคราะห์ Why-why โดยมาตรการดังกล่าว จะนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ไขในขั้นตอนถัดไป

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ Why-why

ปัญหา	Why 1	Why 2	Why 3	คำตอบสุดท้าย
พนักงานต้องล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุง	ต้องล้วงหยิบด้วยมือเปล่าออกจากถุง	ขวดถูกบรรจุอยู่ในถุงซึ่งแยกเก็บอยู่จากจุดเรียงขวด	เป็นรูปแบบการทำงานแบบเดิมกับเครื่องจักรแบบกึ่งอัตโนมัติ	เพราะเป็นข้อจำกัดของการทำงานรูปแบบเดิมระหว่างเครื่องจักร กับพนักงาน
พนักงานต้องเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง	ต้องเอี้ยวตัวเพื่อหยิบขวดมาวาง	ตำแหน่งของถุงอยู่ในทิศทาง คนละทิศทาง กับจุดที่ต้องหยิบขวดไปวาง	ไม่สมารถนำถุงบรรจุขวดมาวางบริเวณด้านหน้าได้	เพราะเป็นข้อจำกัดของสถานีการทำงานระหว่างเครื่องจักร กับพนักงาน

3.3 ออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงาน

จากการศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการผลิตและความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ในขั้นตอนการล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุงและขั้นตอนเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง ด้วยการวิเคราะห์ Why-why ทำให้ได้มาซึ่งมาตรการแก้ไขปัญหา คณะผู้วิจัยจึงได้ประยุกต์ใช้หลักการ ECRS นั่นคือ การกำจัด (E) การรวมกัน (C) การจัดเรียงใหม่ (R) และการทำให้ง่าย (S) ร่วมกับการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยต้นแบบเพื่อช่วยแก้ไขปัญหาจากขั้นตอนการทำงานในปัจจุบัน

ตารางที่ 3 ประเด็นของกิจกรรม สาเหตุของปัญหา และมาตรการแก้ไข

ชื่อกิจกรรม	สาเหตุของปัญหา	มาตรการแก้ไข
ขั้นตอนการล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุง	เป็นข้อจำกัดของการทำงานรูปแบบเดิมระหว่างเครื่องจักรกับพนักงาน ส่งผลให้หยิบขวดได้ในปริมาณที่น้อยและบางจังหวะไม่มีความต่อเนื่อง เพราะต้องใช้มือในการล้วงและค้นหาขวด	ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อลดปัญหาจากการล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุง
ขั้นตอนการเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง	เป็นข้อจำกัดของสถานีการทำงานระหว่างเครื่องจักรกับพนักงานในรูปแบบการทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ	ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการทำงานเพื่อลดปัญหาจากการเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง

3.3.1 แนวคิดในการออกแบบ

การออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดโดยการใช้หลักการ ECRS ร่วมกับแนวคิดในการออกแบบนั้น จะต้องช่วยในการแก้ปัญหาหลักสำคัญ 2 ประเด็น คือ 1) การล้วงหยิบขวดด้วยมือออกจากถุง และ 2) การเอี้ยวตัวหยิบขวดจากถุงเพื่อนำไปวาง โดยอุปกรณ์ต้นแบบดังกล่าวจะต้องช่วยลดระยะเวลาและลดขั้นตอนในการทำงาน ช่วยให้การทำงานง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น ลดความเมื่อยล้าจากการปฏิบัติงาน ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ต้องอาศัยแนวคิดในการออกแบบให้พนักงานสามารถทำงานด้วยท่าทางที่ถูกต้องตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomics) ร่วมด้วย

3.3.2 ลักษณะของอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวด

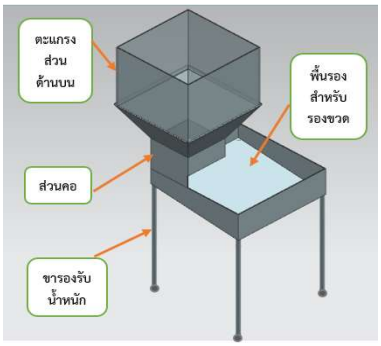
หลังจากที่คณะผู้วิจัยได้ประชุมหารือและระดมสมอง (Brainstorming) ร่วมกับผู้ที่เกี่ยวข้องถึงแนวคิดในการออกแบบ จึงได้ทำการคัดเลือกต้นแบบของอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวด ซึ่งได้ใช้โปรแกรม Siemens Nx 12.0 ช่วยในการออกแบบ โดยที่ลักษณะของอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดที่ออกแบบเป็นอุปกรณ์ที่ง่ายต่อการใช้งาน ใช้ระบบและกลไกที่ง่าย มีต้นทุนที่ไม่สูงมากนัก และประเด็นที่สำคัญคือ อุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดสามารถประยุกต์ใช้กับรูปแบบการทำงานในปัจจุบันของบริษัทกรณีศึกษาได้ อีกทั้งสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและยืดหยุ่นต่อการปรับเปลี่ยนลักษณะและรูปแบบของสายการผลิตในอนาคตของทางบริษัท

3.3.3 ส่วนประกอบและกลไกในการทำงานขั้นต้น

อุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงขวด ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก คือ ส่วนที่ 1 ตะแกรงส่วนด้านบน ทำจากเหล็กตะแกรงที่สามารถยกถอดออกได้ มีหน้าที่ไว้ใส่ขวดนม โดยปากของตะแกรงมีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร และสูง 45 เซนติเมตร ส่วนที่ 2 ส่วนคอ ทำจากเหล็กแผ่นมีขนาดกว้าง 25 เซนติเมตร และยาว 25 เซนติเมตร มีไว้เพื่อช่วยไม่ให้ขวดไหลลงมาพร้อมกันหมดในคราวเดียวหรือช่วยในการชะลอให้ขวดค่อย ๆ ไหลลงมา ส่วนที่ 3 พื้นรองสำหรับรองขวด ทำจากเหล็กแผ่นลักษณะคล้ายโต๊ะมีขนาดกว้าง 60 เซนติเมตร และยาว 60 เซนติเมตร และส่วนสุดท้ายคือส่วนที่ 4 ขารองรับน้ำหนัก ทำจากเหล็กท่อกลมที่มีความแข็งแรง โดยขามีความสูง 80 เซนติเมตร ในส่วนของขารองรับน้ำหนักจะติดล้อเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายไปตามตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงรูปแบบอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดได้ดังรูปที่ 3 สำหรับกลไกการทำงานคือ เมื่อเทขวดจากถุงบรรจุขวดลงในส่วนที่ 1 (ส่วนตะแกรงส่วนด้านบน) ขวดจะไหลลงไปในส่วนที่ 2 (ส่วนคอ) และต่อไปยังส่วนที่ 3 (พื้นรองสำหรับรองขวด) ตามลำดับ โดยการไหลอาศัยหลักการของแรงโน้มถ่วง (Gravity) และเมื่อขวดบริเวณส่วนที่ 2 (ส่วนคอ) ถูกหยิบหรือดึงออก ขวดด้านบนก็จะไหลลงมาแทนที่นั่นเอง จากนั้นผู้ปฏิบัติจะหยิบขวดไปวาง ณ จุดรอลำเลียงสู่สายพานต่อไป ซึ่งกลไกการทำงานดังกล่าวข้างต้น ถูกออกแบบภายใต้หลักการยศาสตร์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและสามารถลดความเสี่ยงจากการทำงานด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงานและประสิทธิภาพในการทำงานที่ดีขึ้น

3.3.4 อุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดต้นแบบ

หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดเสร็จเรียบร้อย คณะผู้วิจัยได้ทำการสร้างอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 4 สำหรับนำมาใช้ในการทดลอง เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้กับบริษัทกรณีศึกษาในอนาคตต่อไป



รูปที่ 3 รูปแบบอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวด

รูปที่ 4 อุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดต้นแบบ

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์

หลังจากสร้างอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดตัวต้นแบบเรียบร้อย จึงได้ทำการทดลองการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตด้วยอุปกรณ์ต้นแบบ โดยมีความจำเป็นต้องใช้พื้นที่จำลองที่ไม่ใช่สายการผลิตจริงของโรงงาน เนื่องจากการผลิตของโรงงานเป็นระบบปิด เพื่อป้องกันไม่ให้ขวดเปื้อนฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกจากภายนอก ที่อาจจะทำให้น้ำนมที่ผลิตออกมาไม่ได้คุณภาพ อีกทั้งอุปกรณ์ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมาเป็นเพียงอุปกรณ์ที่ทำมาจากเหล็กธรรมดา ที่ไม่ใช่วัสดุสแตนเลสเกรดอาหาร จึงยังไม่สามารถนำไปทดลองในแผนกการบรรจุนมจริงได้ และเนื่องจากทางบริษัทได้คำนึงถึงการทำให้ปลอดเชื้อ (Aseptic processing) ซึ่งการทำให้ปลอดเชื้อหรือกระบวนการปลอดเชื้อ คือกระบวนการที่ใช้อุปกรณ์ที่ผ่านการสเตอริไรซ์ (Sterilization) การทำให้อาหารปลอดเชื้อโดยการใช้ความร้อน ก่อนการใช้งานและในระหว่างการใช้งาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนกลับโดยจุลินทรีย์ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการทดลองและเปรียบเทียบผ่านการจำลองสถานีงาน

4.1 ผลการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบเดิม

ผู้วิจัยได้จำลองสถานีการเรียงขวดแบบเดิมของโรงงานเลียนแบบการทำงานจริง เพื่อทำการเปรียบเทียบและจับเวลาจากรูปแบบการทำงานเดิม และขวดที่นำมาทดลองในการจับเวลาเป็นขวดที่ใช้ในการผลิตจริงของโรงงาน ขนาด 180 มิลลิลิตร จำนวน 400 ขวด โดยการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบเดิมมีขั้นตอนการทำงานรวมทั้งสิ้น 6 ขั้นตอนคือ 1) เคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวด 2) วางถุงใส่ขวดลงในภาชนะรองรับ 3) เอี้ยวตัวเพื่อหยิบขวด 4) หยิบขวดจากถุง 5) เอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด และ 6) วางขวดบนจุดรอลำเลียงสู่สายพาน ซึ่งงานวิจัยนี้เน้นในส่วนของการเรียงขวดเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์เวลาในส่วนของการเรียงขวดเท่านั้น โดยในการจำลองภาพของสถานีการเรียงขวดแบบเดิมนั้นจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3 เป็นต้นไป รายละเอียดดังตารางที่ 4

ผลการจับเวลาสถานีการเรียงขวดแบบเดิม ดังแสดงในตารางที่ 5 ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้กำหนดการจับเวลาเป็น 7 รอบ รอบละ 400 ขวด ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์จำนวนรอบที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลด้วยวิธี Maytag พบว่า จำนวนรอบที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูลคือ 3 รอบ แต่งานวิจัยนี้กำหนดจำนวนครั้งในการเก็บข้อมูลเพิ่มเป็น 7 รอบ เพื่อให้การจับเวลามีแม่นยำที่มากยิ่งขึ้น โดยพิจารณาผู้ปฏิบัติงานจำนวน 1 คนนั้น สรุปได้ว่า รูปแบบการทำงานแบบเดิมใช้เวลาเฉลี่ยในการจัดเรียงขวดเท่ากับ 552.00 วินาทีต่อรอบ (400 ขวด)

4.2 ผลการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบใหม่

การจำลองสถานีการเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบนั้น ทำการจำลองในลักษณะเดียวกับการเรียงขวดแบบเดิม ทั้งนี้เพื่อทำการเปรียบเทียบและจับเวลาจากรูปแบบการทำงานใหม่ และใช้ขวดจริงของโรงงาน ขนาด 180 มิลลิลิตร จำนวน 400 ขวดเช่นเดียวกัน โดยการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบใหม่มีขั้นตอนการทำงานรวมทั้งสิ้น 4 ขั้นตอนคือ 1) เคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวด 2) เทขวดลงในอุปกรณ์ต้นแบบ 3) หยิบขวดจากอุปกรณ์ต้นแบบ และ 4) วางขวดบนจุดรอลำเลียงสู่สายพาน ซึ่งในงานวิจัยนี้เน้นในส่วนของการเรียงขวดเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการวิเคราะห์เวลาในส่วนของการเรียงขวดเท่านั้น โดยในการจำลองภาพของสถานีการเรียงขวดแบบใหม่นั้นจะเริ่มตั้งแต่ขั้นตอนที่ 3 เป็นต้นไป เหมือนกับการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบเดิม รายละเอียดดังตารางที่ 6

ตารางที่ 4 รายละเอียดการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบเดิม

ขั้นที่	ภาพประกอบ	ขั้นตอน	รายละเอียด
1	-	เคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวด	ทำการเคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวดในตำแหน่งที่จัดเก็บ
2	-	วางถุงใส่ขวดลงในภาชนะรองรับ	ทำการวางถุงใส่ขวดลงในภาชนะรองรับก่อนเริ่มต้นการเรียงขวด
3		เอี้ยวตัวเพื่อหยิบขวด	ทำการเอี้ยวตัวไปเพื่อหยิบขวดในตำแหน่งวางถุงใส่ขวด โดยในการหยิบขวดนั้นผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการเอี้ยวตัวจากจุดที่ยืนอยู่ไปยังตำแหน่งที่วางถุงใส่ขวดไว้ เพื่อทำการขยิบขวด
4		หยิบขวดจากถุง	หยิบขวดจากถุงใส่ขวดด้วยมือทั้งสองข้าง โดยเมื่อผู้ปฏิบัติงานเอี้ยวตัวมายังตำแหน่งที่วางถุงใส่ขวดแล้ว ผู้ปฏิบัติงานทำการหยิบขวดจากถุงใส่ขวด จะหยิบครั้งละ 4 ขวด ซึ่งในบางครั้งต้องก้มต่ำและให้มือค้นหาขวดในถุง
5		เอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด	เมื่อผู้ปฏิบัติงานได้ทำการหยิบขวดจากถุงใส่ขวดแล้ว ผู้ปฏิบัติงานจะต้องทำการเอี้ยวตัวกลับมายังตำแหน่งเดิม โดยที่ขวดนมทั้ง 4 ขวดยังอยู่ในมือ
6		วางขวดบนจุดรอลำเลียงสู่สายพาน	หลังจากเอี้ยวตัวกลับมายังตำแหน่งเดิมแล้วผู้ปฏิบัติงานทำการนำขวดนมที่ถืออยู่ทั้ง 4 ขวดมาวางขวดบนจุดรอลำเลียงสู่สายพาน

หมายเหตุ: งานวิจัยพิจารณาการวิเคราะห์เวลาในการเรียงขวดเริ่มต้นจากขั้นตอนที่ 3

ตารางที่ 5 ผลการจับเวลาสถานีการเรียงขวดแบบเดิม

รอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)/ S.D.
1	553	552.00/ S.D. = 9.36
2	561	
3	540	
4	547	
5	567	
6	545	
7	551	

ตารางที่ 6 รายละเอียดการจำลองสถานีการเรียงขวดแบบใหม่ด้วยอุปกรณ์ต้นแบบ

ขั้นที่	ภาพประกอบ	ขั้นตอน	รายละเอียด
1	-	เคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวด	ทำการเคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวดในตำแหน่งที่จัดเก็บ
2	-	เทขวดลงในอุปกรณ์ต้นแบบ	ทำการเทขวดลงในอุปกรณ์ต้นแบบก่อนเริ่มต้นการเรียงขวด
3		หยิบขวดจากอุปกรณ์ช่วยต้นแบบ	ในการหยิบขวดนั้น ผู้ปฏิบัติงานจะอยู่ในตำแหน่งหันหน้าเข้าหาอุปกรณ์ช่วยจากจุดที่ยืนอยู่ โดยผู้ปฏิบัติงานจะทำการหยิบขวดที่อยู่ในอุปกรณ์ช่วย หยิบครั้งละ 4 ขวด ในขั้นนี้ขวดจะค่อย ๆ ไหลลงมา ณ บริเวณที่หยิบทำให้ทำงานได้อย่างสะดวก
4		วางขวดบนจุดรอลำเลียงสู่สายพาน	เมื่อผู้ปฏิบัติงานหยิบขวดจากอุปกรณ์ช่วยแล้ว ผู้ปฏิบัติงานเคลื่อนมือทั้งสองข้างไปยังจุดรอลำเลียงสู่สายพาน หรือรางใส่ขวดที่จำลองขึ้นมา แล้วทำการวางขวดนมทั้ง 4 ขวดลงบนราง รอให้เคลื่อนที่เข้าสู่สายพานต่อไป

หมายเหตุ: งานวิจัยพิจารณาการวิเคราะห์เวลาในการเรียงขวดเริ่มต้นจากขั้นตอนที่ 3

ผลการจับเวลาสถานีการเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบ ดังแสดงในตารางที่ 7 ซึ่งแบ่งการจับเวลาเป็น 7 รอบ รอบละ 400 ขวด โดยพิจารณาผู้ปฏิบัติงานจำนวน 1 คนนั้น สรุปได้ว่า รูปแบบการทำงานแบบใหม่ใช้เวลาเฉลี่ยในการจัดเรียงขวดเท่ากับ 352.86 วินาทีต่อรอบ (400 ขวด) ซึ่งจะสามารถลดเวลาในการปฏิบัติงานลงได้

ตารางที่ 7 ผลการจับเวลาสถานีการเรียงขวดแบบใหม่

รอบที่	เวลาที่ใช้ (วินาที)	เวลาเฉลี่ย (วินาที)/ S.D.
1	337	352.86/ S.D. = 11.60
2	364	
3	348	
4	341	
5	359	
6	368	
7	353	

4.3 การวิเคราะห์และการเปรียบเทียบผล

4.3.1 สรุปผลการเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิต

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สถานีการเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบ สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงได้ 2 ขั้นตอน (จากขั้นตอนทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน เหลือเพียง 4 ขั้นตอน) หรือขั้นตอนลดลงไป 33.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ ในการจำลองสถานีการเรียงขวดของรูปแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบนั้น ก่อนเริ่มการเรียงขวดยังต้องเตรียมพร้อมใน 2 ขั้นตอนแรกเช่นเดิม แต่ต่างกันในขั้นตอนที่ 2 กล่าวคือ รูปแบบเดิมจะเป็นการวางถุงใส่ขวดลงในภาชนะรองรับ ส่วนรูปแบบใหม่จะเป็นการเทขวดลงในอุปกรณ์ต้นแบบ ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาในส่วนของขั้นตอนการทำงานรวมทั้งหมดนั้น พบว่าขั้นตอนที่ลดลงไปคือขั้นตอนการเอี้ยวตัวเพื่อหยิบขวด และขั้นตอนการเอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด ทั้งนี้จากการลดขั้นตอนดังกล่าว ยังสามารถลดเวลาในการทำงานลงได้ ส่งผลทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของพนักงาน การทำงานสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และสามารถลดอาการเมื่อยล้าได้ โดยรายละเอียดสรุปผลการเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิการกระบวนการไหล (Flow process chart) แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติงานด้วยแผนภูมิกระบวนการไหลก่อนและหลังการปรับปรุงการเรียงขวด

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	จำนวนขั้นตอน (ก่อน)	จำนวนขั้นตอน (หลัง)	จำนวนขั้นตอนที่ลดลง
○	ปฏิบัติการ (Operation)	3	3	0
⇨	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	3	1	2
D	การรอคอย (Delay)	-	-	-
□	การตรวจสอบ (Inspection)	-	-	-
▽	การเก็บรักษา (Storage)	-	-	-
รวมขั้นตอนทั้งสิ้น		6	4	2

4.3.2 การเปรียบเทียบเวลาการทำงาน

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่า ในการเรียงขวดขนาด 180 มิลลิลิตร จำนวน 400 ขวด โดยใช้ผู้ปฏิบัติงาน 1 คน และลดขั้นตอนได้ 2 ขั้นตอนนั้น ส่งผลให้สามารถลดเวลาได้เฉลี่ย 199.14 วินาทีต่อรอบ (400 ขวด)

ตารางที่ 9 การเปรียบเทียบเวลาทำงานรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่

ขั้นตอนที่พิจารณา/ จำนวนขวด	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ก่อนปรับปรุง (วินาที)	เวลาเฉลี่ยที่ใช้หลังปรับปรุง (วินาที)
จุดเรียงขวด/ 400 ขวด	552.00	352.86
เวลาลดลง (วินาที)	199.14	

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาในการเรียงขวดแบบเดิมและแบบใหม่ ซึ่งมีจำนวนข้อมูลเวลาในการพิจารณา 7 ข้อมูล ด้วยการทดสอบที (t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (α= 0.05) โดยความแปรปรวนของเวลาก่อนปรับปรุงเท่ากับความแปรปรวนของเวลาหลังปรับปรุง ซึ่งมีสมมติฐาน ดังนี้

μ_1 คือ ค่าเฉลี่ยเวลาในการเรียงขวดแบบเดิม

μ_2 คือ ค่าเฉลี่ยเวลาในการเรียงขวดแบบใหม่

H_0 : $\mu_1 = \mu_2$

H_1 : $\mu_1 \neq \mu_2$

ผลการทดสอบ พบว่า ค่า P-value ของการทดสอบเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าเวลาเฉลี่ยในการเรียงขวดแบบเดิมและแบบใหม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาการเรียงขวดแบบเดิมและค่าเฉลี่ยเวลาการเรียงขวดแบบใหม่ แตกต่างกันเท่ากัน 199.14 วินาที (Estimate for difference) และช่วงของความเชื่อมั่น (CI for difference) มีค่าอยู่ระหว่าง 186.87 ถึง 211.42 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Difference = mu (Old) - mu (New)

Estimate for difference: 199.14

95% CI for difference: (186.87, 211.42)

T-Test of difference = 0 (vs not =):

T-Value = 35.35 P-Value = 0.000 DF = 12

Both use Pooled StDev = 10.5390

ทั้งนี้ จากการเปรียบเทียบพบว่า การเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบใช้เวลาเฉลี่ยน้อยกว่าการเรียงขวดแบบเดิม ซึ่งผลจากการพัฒนาอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดต้นแบบสามารถตัดขั้นตอนการเอี้ยวตัวเพื่อหยิบขวด และขั้นตอนการเอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด ส่งผลทำให้เวลาเรียงขวดจำนวน 400 ขวดลดลง เท่ากับ 199.14 วินาทีต่อรอบ หรือลดลงได้ 36.08 เปอร์เซ็นต์

4.3.3 สรุปการประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ในการปรับปรุง

เมื่อพิจารณาการปรับปรุงประสิทธิภาพของการจัดเรียงขวดในสายการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ ด้วยการพิจารณาหลักการ ECRS พบว่าสามารถวิเคราะห์และสรุปประเด็นของหลักการ ECRS ที่นำมาใช้ในการปรับปรุงและผลลัพธ์ใน 4 ประเด็น ได้ดังรายละเอียดในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 สรุปการประยุกต์หลักการ ECRS

หลักที่ใช้	ประเด็นการปรับปรุง	ผลลัพธ์
E	ขจัดสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็นและไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ในกระบวนการทำงาน ดังเช่น ในส่วนของการเอี้ยวตัวไปหยิบขวดและเอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด	สามารถขจัดการเอี้ยวตัวไปหยิบขวดและเอี้ยวตัวกลับมาเพื่อวางขวด ซึ่งถือเป็นรูปแบบของการทำงานที่ไม่จำเป็นออกไป ส่งผลให้สามารถลดขั้นตอนในการทำงานลง จากเดิม 6 ขั้นตอน เหลือการทำงานเพียง 4 ขั้นตอน
C	รวมขั้นตอนการทำงานเพื่อลดความซ้ำซ้อนในส่วนของขั้นตอนการเรียงขวดเพื่อลดขั้นตอนการทำงานลง	สามารถลดขั้นตอนการทำงานลงได้จากเดิม 6 ขั้นตอน เหลือการทำงานเพียง 4 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการขจัดสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่จำเป็น
R	ย้าย เปลี่ยน และสลับขั้นตอนการทำงาน เพื่อลดเวลา การรอคอย ดังเช่น การสลับขั้นตอนการทำงาน โดยที่พนักงานไม่ต้องเคลื่อนไปหยิบถุงใส่ขวดหลายครั้ง	หลังจากการปรับปรุงสามารถเปลี่ยน โดยสลับขั้นตอนหยิบถุงใส่ขวดนมจากเดิมพนักงานต้องเดินไปหยิบถุงใส่ขวด 1 ถุง จำนวนถุงละ 400 ขวด ก่อนปฏิบัติงานทุกครั้ง โดยสลับขั้นตอนเป็นหยิบถุงใส่ขวดจำนวน 2 ถุง มาใส่ในอุปกรณ์ช่วย ก่อนปฏิบัติงาน ส่งผลให้เวลาในการทำงานลดลง และยังส่งผลให้ความเมื่อยล้าจากการทำงานลดลง
S	ปรับปรุงวิธีการทำงานและสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ทำงานง่ายขึ้น ดังเช่น การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการจัดเรียงขวดนมต้นแบบที่อาศัยการออกแบบสถานีงานตามหลักแรงโน้มถ่วง (Gravity)	ช่วยให้วิธีการทำงานสะดวกรวดเร็วและง่ายขึ้น โดยมีรูปแบบการทำงานแบบตรงหน้า เหมาะสมกับการหยิบขวดมาวาง และไม่มีการเอี้ยวตัวไป-มา โดยสามารถลดการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นลงได้ ทำให้ลดอาการเมื่อยล้าจากการทำงานในท่าทางที่ไม่เหมาะสม

5. การสรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การสรุปผล

ในการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดเรียงขวด ของบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลานั้น คณะผู้วิจัยได้ศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ Why-why มาวิเคราะห์และหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น จากนั้นออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยประยุกต์ใช้หลักการ ECRS ร่วมกับแนวคิดในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการปฏิบัติงาน เพื่อลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้น ลดขั้นตอนในการทำงาน ลดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า จากการประยุกต์ใช้หลักการต่าง ๆ ข้างต้น สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการจัดเรียงขวดให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้ โดยสามารถออกแบบและสร้างอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดต้นแบบมาประยุกต์ใช้ได้ ผลจากการศึกษาพบว่า ในการเรียงขวดนมขนาด 180 มิลลิลิตร จำนวน 400 ขวดนั้น ก่อนการปรับปรุงซึ่งเป็นลักษณะการเรียงขวดแบบเดิม ใช้เวลาเฉลี่ย 552.00 วินาที (S.D. 9.36) หลังจากการปรับปรุงด้วยการเรียงขวดแบบใหม่โดยใช้อุปกรณ์ต้นแบบพบว่า ใช้เวลาเฉลี่ย 352.86 วินาที (S.D. 11.60) ซึ่งเวลาเฉลี่ยในการเรียงขวดลดลง 199.14 วินาที หรือคิดเป็น 36.08 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาขั้นตอนในการทำงานนั้น พบว่าก่อนการปรับปรุงการเรียงขวดแบบเดิมมีขั้นตอนการทำงานรวมทั้งสิ้น 6 ขั้นตอน แต่หลังการปรับปรุงพบว่า การเรียงขวดแบบใหม่มีขั้นตอนการทำงานรวมทั้งสิ้น 4 ขั้นตอน จะเห็นได้ว่า สามารถลดขั้นตอนในการทำงานลงได้ 2 ขั้นตอน หรือคิดเป็นลดลง 33.33 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งการทำงานในรูปแบบใหม่นั้นยังทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ลดความเมื่อยล้าจากการเอี้ยวบิดลำตัวด้วยท่าทางที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้หลังจากการปรับปรุงการทำงานมีผลทำให้ประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเรียงขวด ของบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาเพิ่มขึ้นนั่นเอง

ซึ่งผลลัพธ์ของงานวิจัยประเด็นต่าง ๆ ข้างต้นโดยประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ Why-why และหลักการ ECRS

สามารถลดขั้นตอนการทำงาน และลดระยะเวลาในการทำงาน [5], [13] ทั้งนี้ แนวทางการปรับปรุงและอุปกรณ์ต้นแบบที่ได้จากงานวิจัยนี้ สามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิตของบริษัทกรณีศึกษาได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) แนวทางการปรับปรุงที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นแบบอย่างกระบวนการทำงานที่สามารถกำจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกระบวนการผลิตได้

2) สามารถนำผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยไปสู่การสร้างอุปกรณ์ช่วยในการเรียงขวดจริง เพื่อประยุกต์ใช้งานในสายการผลิตของสถานประกอบการ รวมถึงการปรับรุงและต่อยอดงานวิจัยในอนาคตต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัทผลิตนมกรณีศึกษาในจังหวัดสงขลา และขอขอบคุณนายนิติรัตน์ พงศาวดาร และนายพงศกร ดอกเพชร ที่ช่วยในการเก็บรวบรวมข้อมูลและสนับสนุนในการทำวิจัย อีกทั้งขอขอบคุณสาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

[1] Suhardi B, Anisa N, Laksono, PW. Minimizing waste using lean manufacturing and ECRS principle in Indonesian furniture industry. *Cogent Engineering*. 2019;6: 1-13.

[2] กองควบคุมอาหาร. การตรวจสถานที่ผลิตตามหลักเกณฑ์ GMP นมพร้อมบริโภคชนิดเหลวที่ผ่านกรรมวิธีฆ่าเชื้อด้วยความร้อนโดยวิธีพาสเจอร์ไรส์. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา; 2551.

[3] Nisa AK, Hisjam M, Helmi SA. Improvement of work method with eliminate, combine, rearrange, and simplify (ECRS) concept in a manufacturing company: a case study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1096 (2021) 012016. 2021; 1-11.

[4] Kelendar H, Mohammed AM. Lean and the ECRS principle: developing a framework to minimise waste in healthcare sectors. *International Journal of Public Health and Clinical Sciences*. 2020;7(3): 98-110.

[5] ผกามาส ปุรินทราภิบาล, ชรินทร์ บุญยะเดช, วินัย แก้วโขง, บวรรัตน์ จันทร์มุ่ย, สมโชค คงสง, ทนง ทองต้ง, สุรศักดิ์ คชภักดี. การเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุนมพาสเจอร์ไรส์ด้วยอิชิกาว่าไดอะแกรม: กรณีศึกษาสหกรณ์โคนมพัทลุง จำกัด. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 2561;10(3): 454-464.

[6] คลอเคลีย วจนะวิชากร. การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตฆ้อง 9 จูม กรณีศึกษา ชุมชนถิ่นฐานทำฆ้องบ้านคอนสาย จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2562;12(2): 86-98.

[7] คลอเคลีย วจนะวิชากร. การลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว กรณีศึกษา วิสาหกิจชุมชนบ้านบุ่งหวาย จังหวัดอุบลราชธานี. *วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2563;13(1): 141-152.

[8] Kothavade S, Deshpande SP. Optimization of Scorpio front suspension (W105) assembly line by using ECRS Principles. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*. 2016;3(1): 26–29.

[9] Pertiwi AFO, Astuti RD. Increased line efficiency by improved work methods with the ECRS concept in a washing machine production: a case study. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*. 2020;4(1): 13-29.

[10] รัญชนา สินธวาลัย. *การปรับปรุงคุณภาพ.* สงขลา: ไอคิว มีเดีย; 2560.

[11] ธนิดา สุนารักษ์. การปรับปรุงประสิทธิภาพสายการผลิตกรณีศึกษาสายการบรรจุผลิตภัณฑ์แป้ง. *วารสารข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการไทย.* 2559;2(3): 51-60.

[12] ยงยุทธ เสริมสุธีอนุวัฒน์. *หลักวิศวกรรมเครื่องมือเบื้องต้น: การออกแบบจิ๊กส์ ฟิกซ์เจอร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ 21 เซ็นจูรี่; 2556.

[13] กนกวรรณ สุภักดี, อินทุอร หินผา, อาริญา กล่อกระโทก, ณัฐวัฒน์ เหล่าโก้ก. การลดความสูญเปล่าในกระบวนการผลิตเทียนเวียนหัว กรณีศึกษา: ธุรกิจโรงหล่อเทียนมงคล.

วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. 2562;12(2): 112-122.

[14] มาโนช ริทินโย, กัมปนาท ถ่ายสูงเนิน, จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, อนุชิต คงฤทธิ์, ภรณี หลาวทอง. การพัฒนาชุดปรับระยะเส้นไหมยืนในกระบวนการทอผ้าไหมด้วยเทคนิค ECRS. *วารสารวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ.* 2563;13(1): 173-183.

[15] ทัศนาธาร วงค์วาลเรือน, วัสสนัย วรรธนัจฉริยา. การปรับปรุงกระบวนการผลิตนมพาสเจอร์ไรส์บรรจุขวดโดยใช้เทคนิคการผลิตแบบลีน. *การสัมมนาทางวิชาการวิศวกรรมอุตสาหการและการจัดการอุตสาหกรรมครั้งที่ 1 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 26 กรกฎาคม 2560. 2560; 1-5.