



วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ. UBU Engineering Journal

บทความวิจัย

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตฆ้อง 9 จอม กรณีศึกษา ชุมชนถิ่นฐานทำฆ้องบ้าน คอนสาย จังหวัดอุบลราชธานี

Increasing Efficiency of Production Process of 9-Joom Gong: A Case Study of Khonsai, A Gong-Making Village, Ubon Ratchathani

คลอเคลีย วจนะวิชาการ^{1*}

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี 34000

Klorklear Wajanawichakon*

¹ Department of Industrial Management Technology, Faculty of Industrial Technology, Ubon Ratchathani Rajabhat University 34000

*Corresponding author.

E-mail: klorklear.w@ubu.ac.th; Telephone: 0 4535 2000

วันที่รับบทความ 4 กันยายน 2561; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 1 29 กันยายน 2561; วันแก้ไขบทความครั้งที่ 2 13 มกราคม 2562; วันที่ตอบรับบทความ 11 มีนาคม 2562

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตฆ้อง 9 จอม จาก แผนภูมิกระบวนการไหล (flow process chart) เวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอนกับระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่ พบว่ากระบวนการผลิตฆ้องมีทั้งหมด 29 ขั้นตอน นำมาสู่แผนภูมิ why-why แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหากับสาเหตุทั้งหมดที่เป็นไปได้รวมไปถึงวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่า (7 wastes) พบว่ามีปัญหาจากขั้นตอนการทำงานมากเกินไป วิธีการทำงานซับซ้อน และเวลาที่ใช้ในการตัดขอบฆ้องมากเกินไป ผู้ศึกษาใช้เทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) มาประยุกต์ใช้ออกแบบวิธีการแก้ไขคือ ขั้นตอนการวัดขนาดเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้า เป็นขั้นตอนที่มีการทำงานมากเกินไป ใช้หลักการปรับปรุงงานให้ง่ายขึ้น (simplify) นำสูตรทางคณิตศาสตร์มาใช้คำนวณหาความยาวรอบรูป แล้วจัดทำเป็นแผ่นป้ายมาตรฐานกำหนดความยาวเส้นรอบวงกลมของฆ้องแต่ละขนาดตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 100 ส่วนขั้นตอนการวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนขอบฆ้องเป็นวิธีการทำงานซับซ้อน ใช้หลักการรวมชิ้นงานหลาย ๆ ส่วนเข้าด้วยกัน (combine) ตีเส้นกำหนดแถบสีขนาดขอบฆ้องแต่ละขนาดให้เท่ากับขนาดแผ่นเหล็กมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นแนวในการตีเส้นความกว้างของขอบฆ้อง สามารถลดรอบเวลาในการทำงานได้ร้อยละ 57.68 และขั้นตอนการตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบฆ้อง เป็นขั้นตอนที่ใช้ทั้งเวลาและการเคลื่อนไหวในการตัดขอบฆ้องมากเกินไป ปรับปรุงโดยใช้หลักการการทำงานให้ง่ายขึ้น (simplify) สร้างอุปกรณ์เข้ามาช่วยในการทำงาน หลังจากการปรับปรุงแก้ไข สามารถลดรอบเวลาในการทำงานลงได้ร้อยละ 48.42 จากการปรับปรุงวิธีการทำงานทั้ง 3 ขั้นตอนในกระบวนการผลิตสามารถลดความสูญเสียเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานจากเดิมคิดเป็นร้อยละ 41.46

คำสำคัญ

ฆ้อง 9 จอม ประสิทธิภาพ ความสูญเสียเปล่า

Abstract

The study aims to increase the efficiency of the production process of a 9-joom gong. The flow process chart shows the duration and distance of each activity. The gong process has 29 activities and the why-why analysis shows the relationship between the problem and all possible causes, including wastes analysis (7 wastes). We found that there were too many problems with the process. It was too complicated and time consuming to cut the gong. The team used the technique to improve the work (ECRS) to design solutions. It is a process of measuring the circumference of the face plate. It's a step with too much work so we simplified the workflow. We used mathematical formulas to calculate the length of the circle. Then, a standard plate was defined to determine the girth length of each gong, respectively. It was found that the efficiency of work increased by 100%. Part of the process of measuring the size of the steel bar was a complicated way to work. Apply the principle of multiple parts together (combine). We set the color bar size of each gong size to the standard steel plate size. In order to use it as a guideline to draw the edge of the gong. It reduced our work time by 57.68%. The cutting edge steel plate was a step that used both time and movement to cut too many gong edges. It was improved by using simpler working principle (simplify). We created the device to help in the work. After modification it reduced the work time by 48.42%. By improving the 3-steps process in the production, waste could be reduced and productivity increased by 41.46%.

Keywords

9-joom gong; efficiency; waste

1. บทนำ

ฆ้อง เป็นเครื่องดนตรีที่มีความนิยมใช้ในงานพิธีสำคัญต่าง ๆ โดยเฉพาะงานพิธีกรรมทางพุทธศาสนา พุทธศาสนิกชนนิยมซื้อบริจาควัด โดยมีความเชื่อที่สืบทอดกันมายาวนานรุ่นสู่รุ่นว่าถ้าได้ถวายฆ้องแก่วัดในทางพระพุทธศาสนาจะทำให้มีชื่อเสียงดังกังวานเหมือนเสียงฆ้อง ฆ้องเป็นเครื่องดนตรีที่มีความโดดเด่น มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว วัสดุที่ใช้ในการผลิตฆ้องเป็นแผ่นเหล็กนำมาตีขึ้นรูป ผ่านกระบวนการเคลือบผิวและตกแต่งลงสีให้เกิดลวดลายสวยงามตามลักษณะเฉพาะของแต่ละท้องถิ่น การทำฆ้องในสมัยโบราณนั้นมีความยากลำบาก เพราะต้องใช้เวลาในการหล่อฆ้อง ต้องใช้ไฟในอุณหภูมิที่สูงมาก การทำฆ้องจะต้องมีช่างผู้เชี่ยวชาญอย่างน้อย 4 ด้าน ได้แก่ ช่างเชื่อม ช่างตี ช่างเสียง และช่างเขียนลวดลายลงสี นอกจากนี้ยังมีช่างทำขาตั้ง ช่างทำค้อนตีฆ้อง ระยะเวลาในการทำฆ้องขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ส่วน จอมฆ้อง คือ ส่วนที่นูนคล้ายมะนาวผ่าครึ่งตรงกลางฆ้อง ปกติโดยทั่วไปฆ้องมี

เพียงจอมเดียวตรงกลางเท่านั้น แต่ฆ้องที่ตำบลทรายมูล อำเภอฟินนุกมัย จังหวัดอุบลราชธานี ชาวบ้านมีการทำฆ้อง 9 จอม โดยจอมใหญ่ตรงกลางฆ้อง หมายถึง ในหลวงพระประมุขของชาติ ส่วนจอมเล็ก 8 จอม ล้อมรอบจอมใหญ่ หมายถึง พสกนิกรทั่วประเทศขององค์พระประมุขทั้ง 8 ทิศ ที่ยึดมั่นใน “อริยมรรค” ตามหลักพุทธธรรม อันเป็นทางสายกลางแห่งความดับทุกข์ 8 ประการที่เรียกว่า “มรรคมงคล 8” ในปัจจุบันไม่ใช้ทองคำขาวมาเป็นวัสดุในการผลิตแล้วเนื่องจากหายากและมีราคาแพงนอกจากนี้ฆ้องยังมีหลายขนาด แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่นำไปใช้

ชุมชนถิ่นฐานทำฆ้อง จังหวัดอุบลราชธานีเป็นชุมชนบริเวณลุ่มแม่น้ำมูลส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม จุดเด่นของฆ้องที่ชุมชนถิ่นฐานทำฆ้องบ้านคอนสาย คือ ความสามารถในการผลิตฆ้องตั้งแต่ขนาดเล็กเท่าพวงกุญแจไปจนถึงเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่ 20 เมตร ความสูงจากพื้น 26 เมตร มีลวดลายกนกกลายไทย ล้อมรอบด้วยธงกลุ่มประเทศ



รูปที่ 1 ข้องเหล็กขนาด 150 เซนติเมตร

อาเซียน หรือที่เรียกว่า “ห้องอาเซียน” เป็นห้องที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก พร้อมติดธงประเทศอาเซียน ด้วยลวดลายนกกลายไทยด้วยความสวยงาม สำหรับนักท่องเที่ยวที่มากราบไหว้ หลวงปู่คำคะนิง จุลมณี ให้เป็นสัญลักษณ์ความรักความสามัคคีในกลุ่มประเทศอาเซียน ณ วัดถ้ำคูหาสวรรค์ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดอุบลราชธานี การผลิตข้องกลายเป็นส่วนหนึ่งในการสร้างงานสร้างอาชีพ ทำให้ชาวบ้านชุมชนถิ่นฐานทำข้องมีรายได้หลักจากการผลิตและจำหน่ายข้อง จากการศึกษากระบวนการผลิตข้องของชุมชนถิ่นฐานทำข้องมีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 29 ขั้นตอน ตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปถึงขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการผลิตจนกลายเป็นผลิตภัณฑ์ข้องที่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 1

จากข้อมูลพื้นฐานข้างต้นพบว่า ข้องเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชนท้องถิ่น มีกรรมวิธีการผลิตโดยวิถีชาวบ้าน ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ สืบสานประเพณี วัฒนธรรมอันดีงามของชุมชนถิ่นฐานทำข้อง จึงลงพื้นที่เพื่อศึกษาหาปัญหาและหาแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตให้เกิดความทันสมัย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดรอบเวลาการผลิต สร้างรายได้ให้แก่ชาวบ้านในชุมชนให้มากขึ้น ปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคนิคการปรับปรุงงาน

การปรับปรุงงาน [1] เป็นวิธีการค้นหาวิธีการทำงานที่ง่ายและสะดวกกว่าวิธีการทำงานแบบเดิม เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 wastes) ได้แก่

- 1) ความสูญเสียเปล่าจากการผลิตมากเกินไป
- 2) ความสูญเสียเปล่าจากการเก็บวัสดุคงคลัง
- 3) ความสูญเสียเปล่าจากการขนส่ง
- 4) ความสูญเสียเปล่าจากการเคลื่อนไหวมากเกินไป
- 5) ความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการผลิต
- 6) ความสูญเสียเปล่าจากการรอคอย
- 7) ความสูญเสียเปล่าจากการผลิตของเสีย

ความสูญเสียเปล่าเป็นกิจกรรมที่เพิ่มต้นทุนหรือเวลา แต่ไม่เพิ่มคุณค่าของสินค้าหรือบริการให้แก่ลูกค้า การค้นหาความสูญเสียเปล่าในวิธีการทำงาน ให้เริ่มต้นจากคำถามว่า “ทำไม” อย่างน้อย 5 ครั้งในทุกๆกระบวนการทำงานที่ลงไปตรวจสอบเป็นทฤษฎี 5W 1H เพื่อค้นหาสาเหตุรากเหง้าของปัญหาที่แท้จริง การนำ เทคนิค ECRS [2] มาช่วยลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตเพื่อให้การดำเนินงานหรือการปฏิบัติงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยหลักการ ECRC ประกอบด้วย

- 1) การกำจัด (eliminate) เป็นการกำจัดความสูญเสียเปล่าที่ไม่จำเป็น หรือไม่มีประโยชน์ทั้ง 7 ประการออกไป ได้แก่ การผลิตมากเกินไป การรอคอย การเคลื่อนที่ การทำงานที่ไม่เกิดประโยชน์ การมีสินค้าคงคลังมากเกินไป การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น และของเสีย
- 2) การรวมกัน (combine) เป็นการลดขั้นตอนของกระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นลง เช่น จากเดิมมี 7 ขั้นตอน หลังจากปรับปรุงลดเหลือ 5 ขั้นตอน เป็นวิธีการที่ช่วยประหยัดเวลา ลดขั้นตอนการทำงานที่

เข้าซ้อน ช่วยให้รอบเวลาในการผลิตเร็วขึ้น ลดการเคลื่อนที่ระหว่างขั้นตอนการทำงาน

- 3) การจัดเรียงใหม่ (rearrange) หากพบว่าขั้นตอนหรือวิธีการทำงานแบบเดิม มีความสูญเสียเปล่าเกิดขึ้น เช่น เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ระหว่างสถานีงานมากเกินไป หรือการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ปฏิบัติงานไม่เหมาะสมอาจต้องมีการจัดเรียงลำดับงานใหม่ หรือมีการเคลื่อนย้ายจุดวางเครื่องมืออุปกรณ์ เพื่อให้ลดระยะทางการเคลื่อนที่หรือลดการเคลื่อนไหวของผู้ปฏิบัติงาน
- 4) การทำให้ง่าย (simplify) เป็นการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานให้มากขึ้นกว่าเดิม อาจเป็นการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์เครื่องมือ jig/fixture เพื่อช่วยให้การทำงานง่ายและสะดวกรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าเทคนิค ECRS มีลักษณะคล้ายคลึงกับหลัก Kaizen คือมีเป้าหมายเพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการทำงาน กำจัดงานที่ไม่เกิดประโยชน์และไม่สร้างคุณค่าให้แก่ผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ต้องการส่งมอบให้ลูกค้า ทั้งลูกค้าภายในและลูกค้าภายนอก เป็นหลักการที่นำมาใช้บริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ปรับปรุงวิธีการทำงานและสภาพแวดล้อมในการทำงานให้ดีขึ้นอยู่เสมอ และต้องมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีการทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการ

แผนภูมิกระบวนการไหล (flow process chart) [2] เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลด้านกระบวนการผลิต

โดยการแยกกระบวนการผลิต มีการใช้สัญลักษณ์แทนขั้นตอนต่าง ๆ และมีการแบ่งกระบวนการผลิตทั้งหมดออกเป็นขั้นตอนย่อย โดยแต่ละขั้นตอนย่อยเป็นการกระทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง ได้แก่ การปฏิบัติงาน การเคลื่อนย้าย การ

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในกระบวนการไหล

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
○	การปฏิบัติ	ผลิต เตรียม การทำให้เสร็จ
⇒	การเคลื่อนย้าย	การเคลื่อนย้าย การเคลื่อนที่
□	การตรวจสอบ	การตรวจมีเหตุผล
D	การรอคอย	การรอ การแทรกแซง
▽	การจัดเก็บ	การเก็บรักษา

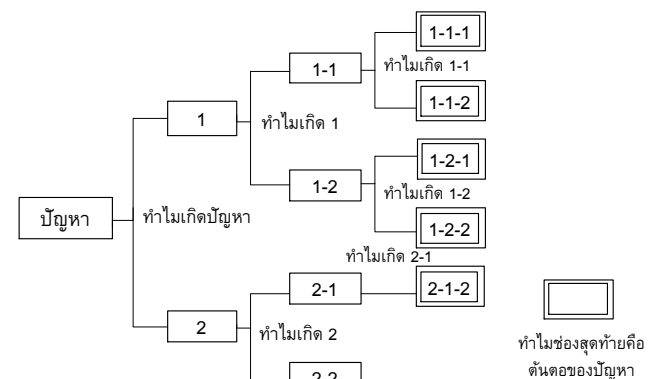
ตรวจสอบ การรอคอย และการจัดเก็บ โดยมีสัญลักษณ์ที่ใช้เป็นสากล ดังแสดงในตารางที่ 1

2.3 หลักการตั้งคำถาม Why-why analysis

การวิเคราะห์ why-why analysis [3] เป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อป้องกันการเกิดซ้ำของปัญหาเดิม หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์นั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจต้องทำการวิเคราะห์ใหม่ why-why analysis เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ปัจจัยที่เป็นต้นตอของปัญหา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาที่ทำการวิเคราะห์โดยหลักการวิเคราะห์ why-why analysis ดังแสดงในรูปที่ 2

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดความสูญเสียเปล่าและเพิ่มประสิทธิภาพ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิตของผลิตภัณฑ์ชุมชนในท้องถิ่น เช่น การปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อ



รูปที่ 2 การวิเคราะห์ Why-Why Analysis

ลดความสูญเสียในการผลิตเครื่องปั้นดินเผา [4] เนื่องจากการเผาใช้อุณหภูมิสูงทำให้เกิดการแตกร้าวของครก การออกแบบวิธีการผึ่งลมของครกเพื่อลดความชื้นก่อนนำเข้าเตาเผา ทำให้ลดของเสียที่เกิดจากการเผาได้ประมาณร้อยละ 10 จากจำนวนครกทั้งหมดที่เข้าเตาเผา หรือในกรณีการศึกษาแนวทางการแก้ปัญหาหวดนึ่งข้าวเหนียวอัตโนมัติของชุมชนจักสานบ้านหนองซอน [5,6] เป็นการสร้างอุปกรณ์/เครื่องมือเพื่อช่วยปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น รวมไปถึงการจัดสมดุลสายผลิตเพื่อให้กระบวนการผลิตมีความต่อเนื่อง สร้างความชำนาญให้แก่พนักงานในแต่ละขั้นตอนการผลิต เพิ่มกำลังการผลิตให้มากขึ้นกว่าเดิม สร้างรายได้ให้ชุมชนในท้องถิ่นเพิ่มมากขึ้นจากยอดขายที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ

นิวัฒน์ เดชอำไพ และกาญจนา เศรษฐนันท์ [7] ได้ศึกษาการปรับปรุงกระบวนการผลิต กำจัดความสูญเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานของบริษัทวากั๊กบินทร์บุรี จำกัด ซึ่งประสบปัญหาผลผลิตไม่เป็นไปตามเป้าหมาย โดยนำระบบลีนมาประยุกต์กับหน่วยย่อย และนำเครื่องมือความสูญเสียเปล่า 7 ประการมาวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าและจำแนกความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงาน พบความสูญเสียเปล่าจากการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น จึงเปลี่ยนรูปแบบการผลิต จากการนั่งเย็บเป็นการยืนเย็บ และปรับปรุงแผนผังการผลิต ลดขนาดการผลิตให้ลดลง นำระบบการผลิตแบบดึงและคัมบังมาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป ผลจากการปรับปรุงพบว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพทีมเย็บ BA1 และ BA2 ขึ้นได้ร้อยละ 15.63 และ 18.15 มีจำนวนผลผลิตเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.13 และ 20.00

สุภาพรณ์ สุวรรณรังสี และเดชา พวงดาวเรือง [8] บทความนี้เสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกในกลุ่มเกษตรกรบ้านจาปา จังหวัดสกลนคร เพื่อลดความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิตและแสวงหาวิธีการปรับปรุงที่เหมาะสม จากการศึกษาโดยการประยุกต์การศึกษางาน พบว่ากระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกมีสถานียานอยู่ห่างกันมาก

เกินไป งานวิจัยนี้จึงได้เสนอการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยอาศัยหลักการ ECRS เพื่อขจัดกระบวนการที่ไม่จำเป็น หลังจากการแก้ไขปรับปรุงด้วยวิธีการที่นำเสนอพบว่า สามารถลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตข้าวกล้องงอกจากเดิม 41 ขั้นตอน เหลือเพียง 34 ขั้นตอน ส่งผลให้เวลาในการผลิตจากเดิม 3,715 นาทีต่อ 30 กิโลกรัม ลดลงเหลือ 3,677 นาทีต่อ 30 กิโลกรัม นั่นคือความสูญเสียเปล่าเชิงเวลาสามารถลดลงได้คิดเป็นร้อยละ 17.07 นอกจากนี้ยังส่งผลให้ระยะทางในการเคลื่อนย้ายรวมในกระบวนการผลิตจากเดิม 99 เมตร ลดลงเหลือ 52 เมตร นั่นคือความสูญเสียเปล่าเชิงระยะทางสามารถลดลงได้คิดเป็นร้อยละ 47.00

ธารชุตตา พันธนิกุล และคณะ [9] ได้ศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ กรณีศึกษา: โรงงานประกอบรถจักรยาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำความรู้ทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการมาประยุกต์ใช้จริง เพื่อช่วยในการลดต้นทุนด้านเวลาและแรงงานให้กับผู้ประกอบการ โดยโรงงานกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ เป็นโรงงานขนาดย่อมในจังหวัดอุบลราชธานีซึ่งมีผลิตภัณฑ์หลักคือจักรยาน และใช้แรงงานคนในการประกอบเป็นหลัก หลังจากศึกษาขั้นตอนการทำงานในปัจจุบันแล้วพบว่า การประกอบยังเป็นไปด้วยความล่าช้าและมีการรอคอยของพนักงานซึ่งเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการต่าง ๆ เช่น การศึกษางาน การจับเวลา การใช้แผนภูมิกระบวนการผลิต (operation process chart; OPC) แผนผังก้างปลา และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) เป็นต้น มาช่วยในการแก้ปัญหาให้กับโรงงาน โดยพบว่าหลังจากปรับปรุงการทำงานแล้ว สามารถลดเวลาสูญเสียเปล่าในการทำงานลงได้จากเดิม 509 วินาที เหลือเพียง 43 วินาที และในภาพรวมใช้เวลาประกอบจักรยานลดลงจาก 837 วินาทีต่อคัน เหลือเพียง 595 วินาที หรือ ใช้เวลาประกอบจักรยานได้เร็วขึ้นร้อยละ 28.91 จรรยาพร แสนทวิสุข และคณะ [10] ได้แก้ปัญหการผลิตและปรับปรุงประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 ผลการบันทึกแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตข้อ

สัญลักษณ์	ชื่อเรียก	จำนวนขั้นตอน
○	การปฏิบัติการ (Operation)	13
➡	การเคลื่อนย้าย (Transportation)	14
□	การตรวจสอบ (Inspection)	1
D	การรอคอย (Delay)	0
▽	การเก็บรักษา (Storage)	1
รวมขั้นตอนทั้งสิ้น		29

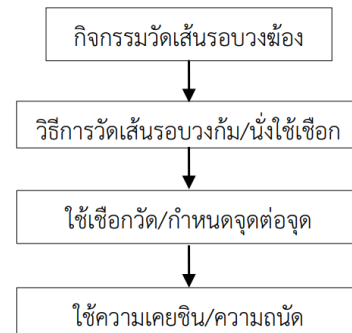
การผลิตกลุ่มอาชีพไม้ตีพริก อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี พบว่าในระหว่างกระบวนการผลิตมีขั้นตอนการทำงานที่ซ้ำซ้อน ขาดเครื่องมือที่ช่วยในการปฏิบัติงาน มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวและมีระยะทางในการเคลื่อนที่มากเกินไป เกิดความเมื่อยล้าแก่พนักงานระหว่างการปฏิบัติงาน มีรอบเวลาการผลิตมาก จึงได้นำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้ามาช่วยในการแก้ปัญหา ได้แก่ การศึกษางาน แผนภูมิกระบวนการไหล แผนผังทางปลา การออกแบบเครื่องมือ เทคนิค ECRS เป็นต้น

จากงานวิจัยข้างต้นพบว่า เป็นการนำเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อการปรับปรุงกระบวนการทำงาน ลดขั้นตอนและกำจัดความสูญเปล่า เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตให้ดีขึ้น

3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน

จากชุมชนกรณีศึกษา ตั้งอยู่เลขที่ 20 หมู่ 6 ต.ทรายมูล อ.พิบูลมังสาหาร จ.อุบลราชธานี เริ่มก่อตั้งเมื่อ ปี พ.ศ. 2535 ในนามชุมชนถิ่นฐานทำข้องและดำเนินกิจการต่อเนื่องมาจนถึง



รูปที่ 3 Why-Why Chart กิจกรรมวัดเส้นรอบวงข้อ



รูปที่ 4 การวัดขนาดเส้นรอบวงข้อ

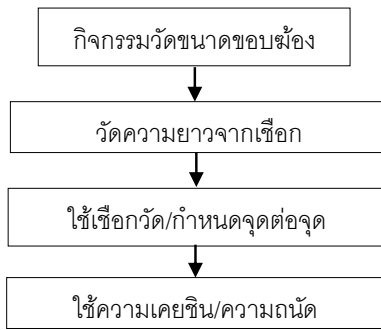
ปัจจุบัน ซึ่งปัจจุบันทำการผลิตข้อมีกระบวนการผลิตข้อทั้งหมด 29 ขั้นตอน ดังแสดงในตารางที่ 2

ผลการบันทึกแผนภูมิการไหลของกระบวนการผลิตข้อจากทั้งหมด 29 ขั้นตอน รวมระยะทางทั้งหมด 139.68 เมตร และระยะเวลารวม 22,716 วินาที

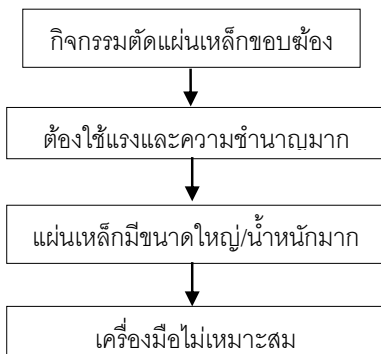
3.2 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

จากการศึกษากระบวนการผลิตและวิธีการทำงานของพนักงานในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่เริ่มต้นกิจกรรมไปจนถึงกิจกรรมสุดท้ายพบกิจกรรมที่มีขั้นตอนการทำงานมากเกินไป มีวิธีการทำงานซ้ำซ้อนและใช้เวลาในการทำงานมากเกินไป นำกิจกรรมเหล่านั้นมาวิเคราะห์ผ่านแผนภูมิ why-why chart

จากรูปที่ 3 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาในกิจกรรมวัดเส้นรอบวงข้อ เพื่อนำมาเป็นระยะในการตัดแผ่นเหล็กขอบข้อพบว่าวิธีการทำงานของพนักงานใช้เชือกในลอนวัดเส้นรอบวง



รูปที่ 5 Why-Why Chart กิจกรรมวัดขนาดขอบช่อง



รูปที่ 7 why-why chart กิจกรรมวัดเส้นรอบวงช่อง

แบบจุดต่อจุด วนไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งครบรอบวง พนักงานต้องก้มหน้าหมุนไปรอบ ๆ เป็นวงกลม ใช้เวลานานและอาจเกิดข้อผิดพลาดจากการวัด ดังแสดงในรูปที่ 4

จากรูปที่ 5 แสดงการใช้ why-why chart กิจกรรมการวัดขนาดขอบช่อง พบว่าเป็นความเคยชิน/ความถนัดของพนักงาน การวัดขนาดขอบช่องเพื่อตีเส้นตามระยะของแผ่นเหล็กโดยใช้ความยาวของเชือกที่วัดจากเส้นรอบวงมาเป็นระยะในการกำหนดความยาวของขอบช่อง พนักงานใช้ปากกาเมจิกกำหนดจุดตัดตามขนาดความกว้างและยาวของแผ่นเหล็ก ชีตเส้นตามระยะที่วัด เพื่อเป็นแนวเส้นนำมาตัดเป็นชิ้นไปประกอบกับแผ่นหน้าเพื่อขึ้นรูปช่องต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 6

จากรูปที่ 7 แสดงการใช้ why-why chart กิจกรรมตัดแผ่นเหล็กขอบช่อง พบว่ามีสาเหตุมาจากเครื่องมือที่ใช้งานไม่เหมาะสม หลังจากได้เส้นตามจุดตัดที่วัดขนาดขอบช่องแล้ว พนักงานต้องตัดแผ่นเหล็กเป็นส่วน ๆ เพื่อนำไปประกอบเป็น



รูปที่ 6 การวัดขนาดขอบช่อง



รูปที่ 8 การตัดแผ่นเหล็กขอบช่อง

ขอบช่อง แต่เนื่องจากแผ่นเหล็กมีขนาดใหญ่ พนักงานต้องใช้แรงในการกดใบมีด และต้องออกแรงในการทำงานมาก ลักษณะท่วงท่าในการตัดทำให้เกิดความเมื่อยล้าในการทำงาน พบว่าอุปกรณ์ในการตัดไม่เหมาะสมกับวิธีการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 8

จากทั้ง 3 กิจกรรม พบว่า ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากวิธีการทำงานที่ทำตามกันมาตามความเคยชิน วิธีการทำงานยุ่งยาก ซ้ำซ้อน ใช้แรงงานในการทำงานมาก เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกายในการทำงานมากเกินไป พนักงานเกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน วิธีการทำงานแบบเดิมล้วนเป็นความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต ดังนั้นสามารถสรุปขั้นตอนที่มีปัญหาดังกล่าวเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข 3 กิจกรรมได้แก่ 1. กิจกรรมวัดเส้นรอบวงช่อง 2. กิจกรรมการวัดขนาดขอบช่อง และ 3. กิจกรรมการตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบช่อง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เป็นการสรุปสาเหตุและมาตรการแก้ไขในกระบวนการผลิตทั้ง 3 กิจกรรมเริ่มตั้งแต่ ปัญหาการวัด

เส้นรอบวงห้องเป็นกิจกรรมที่สร้างความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต

3.3 ออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงาน

3.3.1 การวัดขนาดเส้นรอบวงห้อง

ผู้ศึกษาใช้สูตรทางคณิตศาสตร์มาคำนวณเส้นรอบวงห้องแทนวิธีการวัดแบบเดิม แบบจุดต่อจุด แล้วนำค่าที่คำนวณได้มากำหนดเป็นค่ามาตรฐานในการวัดระยะขนาดแผ่นเหล็กขอบห้องต่อไป ส่งผลต่อวิธีการวัดขนาดขอบห้องแบบเดิม ซึ่งพนักงานต้องนำความยาวจากเชือกมาวัดระยะขอบห้องอีกครั้ง และต้องมาวัดขนาดขอบห้องใหม่ทุกครั้งที่ทำกรการผลิต เกิดความสูญเสียในการทำงานทั้งขั้นตอนการทำงานมากเกินไป พนักงานเคลื่อนไหวมากเกินไป วิธีการทำงานยุ่งยาก ซ้ำซ้อน และใช้เวลาในการทำงานมาก โดยใช้สูตรหาเส้นรอบวงของวงกลม $2\pi r$ ยกตัวอย่าง ห้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 ซม. มีรัศมี 75 ซม. ดังนั้นมีเส้นรอบวง

$$= 2\pi r$$

$$= 2 * 3.14 * 75$$

$$= 471 \text{ เซนติเมตร}$$

หลังจากนั้นผู้ศึกษาจัดทำป้ายกำหนดค่ามาตรฐานขนาดเส้นรอบวงห้องที่มีการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 4

จากตารางที่ 4 นำมาสร้างป้ายมาตรฐาน เพื่อบ่งชี้ขนาดเส้นรอบวงห้องตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง พร้อมกำหนดสีเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์ในการกำหนดความกว้างขอบห้องตามขนาดห้องที่ต้องการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 9

3.3.2 การวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนขอบห้อง

ผู้ศึกษานำหลักการ ECRS เข้ามาปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการตีเส้นกำหนดแถบสีตามขนาดขอบห้องเพื่อใช้เป็นสัญลักษณ์ในการตีเส้น ดังแสดงในรูปที่ 10

จากรูปที่ 10 กำหนดขนาดความกว้างของขอบห้องให้เป็นค่ามาตรฐาน เพื่อให้ง่ายต่อการวัดและการตีเส้นขอบห้องให้ได้

ตารางที่ 3 สรุปกิจกรรมและสาเหตุของปัญหา

ชื่อกิจกรรม	สาเหตุของปัญหา	มาตรการแก้ไข
1.การวัดเส้นรอบวงห้อง	วิธีการทำงานมากเกินไป เพราะไม่มีการออกแบบการทำงานที่เหมาะสม	คำนวณเส้นรอบวงจากสมการทางคณิตศาสตร์ แล้วจัดทำป้ายกำหนดความยาวเส้นรอบวงห้องให้เป็นค่ามาตรฐานตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง
2. การวัดขนาดขอบห้อง	วิธีการทำงานล่าช้า ใช้ประสบการณ์การทำงานแบบดั้งเดิม	กำหนดแถบสีให้เป็นค่ามาตรฐานของขนาดขอบห้อง
3. การตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบห้อง	ใช้เวลาในการตัดขอบห้องมากและเกิดความเมื่อยล้า เพราะไม่มีการออกแบบวิธีปฏิบัติ	ยึดเครื่องมือตัดแผ่นเหล็กกับขอบโต๊ะและใช้โต๊ะรับน้ำหนักแผ่นเหล็กด้านซ้าย

ตารางที่ 4 ค่ามาตรฐานขนาดความยาวเส้นรอบวงห้อง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความยาวเส้นรอบวง (เซนติเมตร)
60	188.40
80	251.20
120	376.80
150	471.00

ตามขนาดที่ต้องการโดยไม่ต้องเสียเวลามาวัดใหม่ ใช้หลักการปรับปรุงงานให้สะดวกและง่ายขึ้น (simplify) โดยการตีเส้นกำหนดแถบสีขนาดขอบห้องแต่ละขนาด กำหนดแถบสี ด้วยวิธีการนำแลคซันตีเส้นกำหนดแถบสีใช้แลคซันตีเส้นเป็นสีเหลืองผืนผ้าตามขนาดแผ่นเหล็กมาตรฐานที่ใช้งานประจำ ความกว้าง 123 เซนติเมตร ยาว 423 เซนติเมตร และใช้แลคซันตีเส้นกำหนดแถบสีด้านนอก แถบสีที่กำหนดบอกถึง ความกว้างของขอบห้องแต่ละขนาด ได้แก่ 60 80 120 และ 150 เซนติเมตร แบ่งออกเป็น 4 สี ดังแสดงในตารางที่ 5



รูปที่ 9 ป้ายมาตรฐานความยาวเส้นรอบวงกลมของข้อ

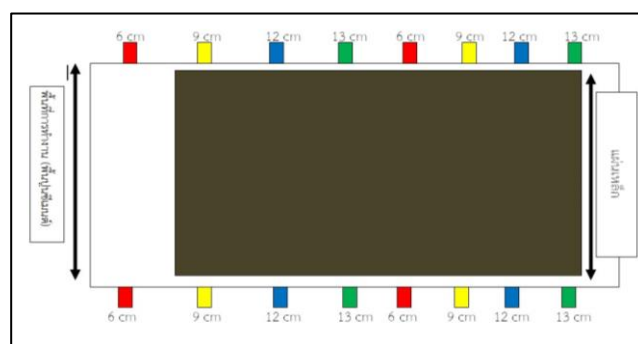
เมื่อพนักงานต้องการตัดขอบข้อ เพียงนำแผ่นเหล็กวางให้ตรงกับบล็อกที่กำหนด แล้วเลื่อยระยะความกว้างของขอบข้อตามสีของแถบสีที่กำหนดตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของข้อ พนักงานขีดเส้นตามระยะของแถบสีไม่ต้องเสียเวลามาวัดใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 11

3.3.3 การตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบข้อ

วิธีการตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบข้อแบบเดิม ต้องใช้พนักงานที่มีประสบการณ์และความชำนาญในการทำงาน โดยวิธีการตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบข้อพนักงานต้องใช้ ทุกส่วนของร่างกายในการทำงานโดยเฉพาะกำลังแขน และขาพนักงานจะใช้มือขวาจับแขนของกรรไกรตัดเหล็กใช้มือซ้ายจับยึดแผ่นเหล็ก ใช้เท้าขวายึดฐานของกรรไกรตัดเหล็ก และใช้เท้าซ้ายดันแผ่นเหล็กส่วนที่ถูกตัดจนขาดไปด้านหน้า ทำในขั้นตอนแบบนี้ซ้ำ ๆ จนกระทั่งแผ่นเหล็กขาดเป็นเส้น จากวิธีการนี้ทำให้พนักงานต้องใช้ร่างกายทุกส่วนทำให้เกิดความเมื่อยล้าจากการทำงาน และทำให้เกิดความสูญเสียโดยไม่จำเป็น รูปที่ 12 แสดงมาตรการแก้ไขโดยการสร้างโต๊ะให้ยึดกับเครื่องมือตัดแผ่นเหล็กด้านขวาและด้านซ้ายของโต๊ะรับน้ำหนักแผ่นเหล็กที่เหลือเพื่อให้สมดุลในการทำงาน

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลลัพธ์

ผลจากการวิเคราะห์และออกแบบเครื่องมือจากการศึกษาข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการทำงานให้เหมาะสมที่สุดโดยใช้หลักการพื้นฐานคือ แผนภูมิกระบวนการ



รูปที่ 10 ป้ายมาตรฐานความยาวเส้นรอบวงกลมของข้อ

ตารางที่ 5 การกำหนดแถบสี

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (เซนติเมตร)	ความกว้างขอบข้อ (เซนติเมตร)	แถบสีแถบสี
60	6	แดง
80	9	เหลือง
120	12	น้ำเงิน
150	13	เขียว



รูปที่ 11 การตีเส้นขอบข้อตามสีแถบสีที่กำหนด



รูปที่ 12 การตัดแผ่นเหล็กส่วนขอบข้อด้วยโต๊ะรองรับน้ำหนัก

ไหล (flow process chart) แผนภูมิ why-why chart และเทคนิคการปรับปรุงงาน (ECRS) มาใช้ในการศึกษา พบว่า

4.1 การวัดขนาดเส้นรอบวงห้อง

ก่อนปรับปรุง พนักงานมีขั้นตอนการทำงานมากเกินไป ทำให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิตที่ไม่จำเป็น และในขั้นตอนนี้ใช้ระยะเวลาในการทำงานที่มากเกินไปจนความจำเป็นรวมระยะเวลาที่ใช้ 303 วินาที

หลังปรับปรุง ผู้ศึกษาได้คำนวณการหาขนาดเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้าโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ $2\pi r$ ในการคำนวณ และจัดทำเป็นป้ายมาตรฐานขนาดเส้นรอบวงแผ่นเหล็กส่วนหน้าห้องแต่ละขนาด ดังแสดงในตัวอย่าง

ตัวอย่าง การคำนวณหาขนาดเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้า ขนาด 150 เซนติเมตร รัศมีมีความยาวเท่ากับ 75 เซนติเมตร

$$\begin{aligned}\text{จากสูตร } 2\pi r &= 2 \times 3.14 \times 75 \\ &= 471 \text{ เซนติเมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้นขนาดเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้าขนาด 150 เซนติเมตร มีความยาวเส้นรอบวงเท่ากับ 471 เซนติเมตร จากการปรับปรุงวิธีการทำงานพบว่า พนักงานไม่ต้องใช้เชือกในลอในการหาขนาดความยาวเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้า เพราะพนักงานดูจากป้ายมาตรฐานที่จัดทำขึ้น ซึ่งสามารถตัดขั้นตอนการวัดเส้นรอบวงของแผ่นเหล็กส่วนหน้าออกจากกระบวนการผลิตได้เลย ซึ่งจากเดิมกิจกรรมนี้ใช้เวลา 303 วินาที หรือประมาณ 5 นาทีต่อการผลิตห้อง 1 ใบ จากตารางที่ 6 พบว่าก่อนปรับปรุงกิจกรรมการวัดขนาดเส้นรอบวงห้องใช้เวลา 303 วินาที หรือประมาณ 5 นาทีต่อการผลิตห้อง 1 ใบ หลังปรับปรุงสามารถตัดกิจกรรมนี้ออกจากกระบวนการผลิต

4.2 การวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนขอบห้อง

ก่อนปรับปรุง พนักงานต้องวัดขนาดขอบห้อง ทั้งฝั่งซ้ายและขวาเหมือนกันคือ ใช้ตลับเมตรวัดแผ่นเหล็กจากขอบแผ่น

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบเวลากิจกรรมวัดขนาดเส้นรอบวงห้อง

กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)	ร้อยละ
การวัดขนาดเส้นรอบวงห้อง	303	0	303	100

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบเวลากิจกรรมการวัดขนาดขอบห้อง

กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)	ร้อยละ
การวัดขนาดขอบห้อง	482	204	278	57.68

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบเวลากิจกรรมการตัดส่วนขอบห้อง

กิจกรรม	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)	ร้อยละ
การตัดส่วนขอบห้อง	1,200	619	581	48.42

เหล็กด้านขวาเข้าด้านในตามความกว้างของขอบห้องที่ต้องการและใช้ปากกาเคมีกำหนดจุดไว้ 1 จุด หลังจากกำหนดจุดทั้ง 2 ฝั่งพนักงานใช้ไม้บรรทัดหาบระหว่างจุดทางด้านซ้ายและด้านขวาให้ตรงกัน แล้วพนักงานใช้ปากกาเคมีขีดตามความยาวของไม้บรรทัด ทำขั้นตอนแบบเดิมซ้ำ ๆ จนได้ขอบห้องที่มีความยาวเท่ากับขนาดเส้นรอบวงแผ่นเหล็กส่วนหน้า

หลังปรับปรุง ผู้ศึกษาได้ตีเส้นกำหนดขนาดขอบห้อง ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางห้องแต่ละขนาด และจัดทำเป็นป้ายมาตรฐานโดยระบุสีของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางห้องแต่ละขนาด พบว่าหลังการปรับปรุงขั้นตอนการวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนขอบห้อง ทำได้ง่าย สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น ด้วยวิธีการนำแผ่นเหล็กมาวาง ให้ตรงกับบล็อกแผ่นเหล็กที่อยู่ด้านในและใช้ไม้บรรทัดหาบให้ตรงกับจุดที่กำหนดทั้ง 2 ด้านของแผ่น

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังปรับปรุงการทำงาน

ขั้นตอน	ก่อนปรับปรุง (วินาที)	หลังปรับปรุง (วินาที)	ลดลง (วินาที)
1.การวัดขนาดเส้นรอบวงข้อ	303	0	303
2.การวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนข้อ	482	204	278
3.การตัดแผ่นเหล็กส่วนข้อ	1,200	619	581
เวลารวม	1,985	823	1,162

เหล็ก ทำให้ระยะเวลาในกระบวนการผลิตข้อลดลง สามารถสรุปเป็นตารางเปรียบเทียบเวลาการทำงานก่อน-หลัง ปรับปรุงได้แสดงในตารางที่ 7

จากตารางที่ 7 พบว่า หลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาการผลิตลง 278 วินาที หรือ 4.63 นาที คิดเป็นร้อยละ 57.68

4.3 การตัดแผ่นเหล็กส่วนข้อ

ก่อนปรับปรุง พนักงานต้องใช้กำลังทุกส่วนของร่างกายในการทำงานโดยเฉพาะกำลังแขน และขา พนักงานใช้มือขวาจับแขนของกรรไกรตัดเหล็ก ส่วนมือซ้ายจับคีมยึดแผ่นเหล็ก ใช้เท้าขวายึดฐานของกรรไกรตัดเหล็ก และใช้เท้าซ้ายดันแผ่นเหล็กส่วนที่ถูกตัดจนขาดไปด้านหน้าทำในขั้นตอนแบบนี้ซ้ำ ๆ จนกระทั่งแผ่นเหล็กขาดเป็นเส้น

หลังปรับปรุง ผู้ศึกษาออกแบบและจัดทำโต๊ะ โดยนำไม้มาประกอบเป็นโต๊ะให้มีความสูงอยู่ระดับเดียวกับปากกรรไกร โดยยึดปากกรรไกรไว้ทางขวามือของโต๊ะ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเคลื่อนของกรรไกรขณะที่ทำการตัดแผ่นเหล็ก ส่วนทางขวามือให้พื้นที่โต๊ะที่เหลือนรองรับน้ำหนักแผ่นเหล็กที่อยู่ด้านซ้ายมือของพนักงาน เพื่อให้เกิดการสมดุลของแผ่นเหล็กทั้งสองฝั่ง พบว่าพนักงานสามารถทำงานได้ง่ายขึ้นเพราะมีโต๊ะรองรับน้ำหนักแผ่นเหล็กด้านซ้าย ทำให้แผ่นเหล็กอยู่ในระดับเดียวกันกับปากกรรไกร วิธีการนี้สามารถลดเวลาในขั้นตอน

การตัดแผ่นเหล็กส่วนข้อข้อดังตารางที่ 8 จากตารางที่ 8 พบว่า หลังการปรับปรุงสามารถลดเวลาการผลิตลง 581 วินาที หรือ 9.68 นาที คิดเป็นร้อยละ 48.42

5. การสรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 การสรุปผล

จากกระบวนการผลิตข้อแบบเดิม 29 กิจกรรม หลังปรับปรุงกระบวนการผลิต 3 กิจกรรม ได้แก่

- 1) กิจกรรมการวัดขนาดเส้นรอบวงแผ่นเหล็กส่วนหน้า
- 2) การวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนข้อ และ
- 3) การตัดแผ่นเหล็กส่วนข้อ

จากการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตข้อ สามารถสรุปผลได้ดังแสดงในตารางที่ 9 เมื่อเปรียบเทียบเวลาในการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุงพบว่า ขั้นตอนการวัดขนาดเส้นรอบวงข้อลดลงจาก 303 วินาที เหลือ 0 วินาที คิดเป็นร้อยละ 100 ขั้นตอนการวัดขนาดแผ่นเหล็กส่วนข้อลดลงจาก 482 วินาที เหลือ 204 วินาที คิดเป็นร้อยละ 57.68 และขั้นตอนการตัดแผ่นเหล็กส่วนข้อลดลงจาก 1,200 วินาที เหลือ 619 วินาที คิดเป็นร้อยละ 48.42 หรือสามารถมองในภาพรวมของกระบวนการผลิตข้อ 3 ขั้นตอน ลดลงจาก 1,985 วินาที เหลือ 1,162 วินาที ลดลง 823 วินาที หรือ 13.72 นาที คิดเป็นร้อยละ 41.46

จากการปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตข้อ 9 จุ่ม พบว่า การปรับปรุงวิธีการทำงานแบบใหม่ไม่เพียงแต่ลดเวลาในกระบวนการผลิต แต่ยังลดความสูญเปล่าในการเคลื่อนไหวที่มากเกินไป การทำงานที่มีขั้นตอนมากเกินไป พนักงานใช้แรงงานน้อยลงแต่ได้ผลลัพธ์ของงานเหมือนเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) การปรับปรุงกระบวนการผลิตข้อ 9 จุ่ม ยังมีขั้นตอนการทำงานที่น่าสนใจ เช่น การตีจุ่ม เป็นขั้นตอนที่มีเสียงดังในการทำงานมาก อาจส่งผลกระทบต่อ

ประสาทการรับรู้ทางหูของพนักงาน อาจมีการสร้างเครื่องมือที่ช่วยในกระบวนการนี้เพื่อลดความเสี่ยงและสร้างความปลอดภัยแก่พนักงานให้มากขึ้นและปรับปรุงวิธีการทำงานในกระบวนการผลิตซึ่งให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้

- 2) จากการออกแบบโต๊ะรองรับน้ำหนักแผ่นเหล็กพบว่าโต๊ะยังมีความสูงที่ต่ำเกินไป พนักงานยังคงต้องก้มขณะปฏิบัติงาน ดังนั้นควรพิจารณาออกแบบให้โต๊ะมีความสูงมากกว่าเดิม

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ชุมชนถิ่นฐานทำห้องบ้านคอนสาย อำเภอบึงสามพัน จังหวัดอุบลราชธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในการดำเนินงานวิจัย และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานีที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. พอลิอะซีตัล (polyacetal) เป็นพอลิเมอร์ประเภทใด ใช้ทำอะไรได้. เข้าถึงได้จาก: <https://www.mtec.or.th/academic-services/mtec-question-answer/1485>. [เข้าถึงเมื่อ 2017].
- [2] Sánchez M, Illescas S, Milliman H, Schiraldi, Arostegui A. Morphology and thermo-mechanical properties of melt mixed polyoxymethylene/polyhedral oligomeric silsesquioxane nanocomposites. *Macromolecular Materials and Engineering*. 2010; 295: 143–154.
- [3] Sirirat W, Supakanok T, Akaraphol P, Chaturong E. Effect of particle sizes of zinc oxide on mechanical, thermal and morphological properties of polyoxymethylene/zinc oxide nanocomposites. *Polymer Testing*. 2008; 27: 971–976.
- [4] Xiaowen Z, Lin Y. Structure and mechanical properties of polyoxymethylene/ multi-walled carbon nanotube composites. *Composites: Part B*. 2011; 42: 926–933.
- [5] Xiaodong W, Xiuguo C. Effect of ionomers on mechanical properties, morphology, and rheology of polyoxymethylene and its blends with methyl methacrylate–styrene–butadiene copolymer. *European Polymer Journal*. 2005; 41: 871–880.
- [6] Sirirat W, Tanakorn S. Mechanical and Morphological Properties of Polypropylene/Polyoxymethylene Blends. *Advances in Chemical Engineering and Science*. 2013; 3: 202–205.
- [7] Keizo M, Song C. *Radiation Processing of Polymer Materials and Its Industrial Applications*. John Wiley & Sons; 2012. p. 376–377.
- [8] Jaya M, Vivek KS. Cross-linking in Hydrogels - A Review. *American Journal of Polymer Science*. 2014; 4(2): 25–31.
- [9] Tseng-Sin W. Silane crosslink able polyethylene compounds: applications and manufacturing methods. *Plastics, Additives and Compounding*. 2007; 9(6): 40–43.
- [10] กัลยาณี สิริสิงห. การเตรียมสมบัติและการใช้งานของพอลิเอทิลีนชนิดความหนาแน่นสูงที่มีโครงสร้างร่างแหโซลลอกเซน. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2013.
- [11] อนุชิต คงฤทธิ์, จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร. การศึกษาสมบัติเชิงกล ของพอลิเอทิลีนชนิดน้ำหนักกลับมาใช้ใหม่ที่มีโครงสร้างร่างแหโดยการวิเคราะห์ทางสถิติ. ใน: รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการหน่วยงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม

- ทหาร ประจำปี 2558. กรุงเทพฯ; 2558: หน้า 667–672.
- [12] อนุชิต คงฤทธิ์, กนกวรรณ แซ่มพุดชา, รัชนก แป้นโพธิ์กลาง, พงษ์ศักดิ์ รุนกระโทก, จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร. อิทธิพลของสารคู่ควบต่อสมบัติทางกลของพอลิเมอร์ผสมระหว่างพอลิโพรพิลีนรีไซเคิลและพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงรีไซเคิล. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. 2017; 11(2): 57–65.
- [13] Kalyanee S, Marnviga B. Improved silane grafting of high-density polyethylene in the melt by using a binary initiator and the properties of silane-crosslinked products. *Journal of Polymer Research*. 2013.; 20: 120.
- [14] Hamed A, Jalil M, Mehdi B. Silane Grafting and Moisture Crosslinking of Polyethylene: The Effect of Molecular Structure. *Journal of Vinyl & Additive Technology*. 2009; 15(3): 184–190.
- [15] Yeong-Tarng S, Chih-Ming L. Silane Grafting Reactions of LDPE, HDPE, and LLDPE. *Journal of Applied Polymer Science*. 1999; 74: 3404–3411.
- [16] จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, มาโนชริทินโย. การออกแบบและสร้างเครื่องตีเกลียวเส้นด้าย. *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ม. อบ.* 2015; 8(2): 116–123.
- [17] Zakir MOR. Graft Copolymers of Maleic Anhydride and Its Isostructural Analogues: High Performance Engineering Materials. *International Review of Chemical Engineering*. 2011; 3(2): 153–215.
- [18] Shun Z, Zhengzhou W, Yuan H. Melt grafting of vinyltrimethoxysilane and water crosslinking of polypropylene/ethylene-propylene diene terpolymer blends. *Journal of Polymer Research*. 2009; 16: 173–181.
- [19] Amit B, James WR, Paramita R. *Polymer Grafting and Crosslinking*. John Wiley & Sons; 2008.
- [20] Kalyanee S, Marnviga B, Soontaree K. The effect of silane carriers on silane grafting of high-density polyethylene and properties of crosslinked products. *Polymer Testing*. 2010; 29: 958–965.
- [21] Momtahan R, Ismaeil G, Mohammad K, Hamed A, Mojgan Z, Marzieh R. Silane crosslinking of poly (lactic acid) The effect of simultaneous hydrolytic degradation. *eXPRESS Polymer Letters*. 2015; 9(12): 1133–1141.
- [22] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ประเภทของพลาสติกย่อยสลายได้. เข้าถึงได้จาก: http://www2.mtec.or.th/th/special/biodegradable_plastic/type_de_plas.html. [เข้าถึงเมื่อ 2017].
- [23] Abdel-Hady EE, Sharkawy MRMEI. Effect of Gamma Irradiation on Polyoxymethylene Copolymer Studied by Positron Annihilation Lifetime Technique. In: *Proceedings of the 7th Conference on Nuclear and Particle Physics*. Sharm El-Sheikh; 2009: 662.