

การเพิ่มผลผลิตในกระบวนการเจียรระไนปรับผิวชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบของคอมเพรสเซอร์ในเครื่องปรับอากาศ โดยการวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมกับเครื่องจักร

Increasing Productivity in Process of Surface Grinding Piston Ring Parts of Air Conditioner Compressor by Analyzing to Determine Number of Labors Suitable for Machine

ศรินยา ประทีปชนะชัย^{1*} สหัฐวรรษ เลิศกระโทก² และ ภูสิทธิ ดวงคำ³

^{1,2,3}สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์

422 ถนนมรุพงษ์ ตำบลหน้าเมือง อำเภอเมืองฉะเชิงเทรา จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000

Sarinya Prateepchanachai^{1*} Sahatsawat Loedkathok² and Phusit Duangkam³

^{1,2,3}Department of Industrial Management Engineering, Faculty of Industrial Technology,

Rajabhat Rajanagarindra University

422, Marupong Road, Na-Muang Sub-district, Muang District, Chachoengsao 24000

*Corresponding author Email: sarinya.ptcc@gmail.com

(Received: January 14, 2024 / Revised: June 18, 2024 / Accepted: June 20, 2024)

บทคัดย่อ

บริษัทตัวอย่างเป็นผู้รับผลิตชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ให้กับบริษัทผลิตผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศแห่งหนึ่ง ขั้นตอนการผลิตเป็นขั้นตอนการเจียรระไนรูด้านในของวงแหวนให้ได้ขนาด 20.6 ± 0.05 มิลลิเมตร และค่าความหยาบของผิว (Surface roughness, Ra) ที่ 0.3 ไมโครเมตร ความต้องการของลูกค้า 500 ชิ้น/วัน กระบวนการผลิตใช้พนักงาน 2 คน ทำงานกับเครื่องกัดอัตโนมัติ 2 เครื่อง มีรอบเวลาการผลิต 105 วินาที/ชิ้น กำลังการผลิต 257 ชิ้น/วัน/เครื่อง จากการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ด้วยแผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ประเภทคน - เครื่องจักร พบว่าในแต่ละรอบการผลิตพนักงานมีเวลาร่างจากการทำงานถึง 61 วินาที/รอบเวลาการผลิต คิดเป็นค่าร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้ร้อยละ 41.90 อัตราผลิตภาพการผลิตก่อนการปรับปรุง 34.27 ชิ้น/ชั่วโมง/คน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานของพนักงานเพื่อเพิ่มผลผลิตในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประกอบด้วยหลักการปรับปรุงความสูญเสียเปล่า 7 ประการ และแผนภูมิกิจกรรมพหุคูณประเภทคน - เครื่องจักร จึงถูกนำมาใช้วิเคราะห์เพื่อพิจารณาระยะงานของพนักงานแต่ละคน จากนั้นใช้สมการการคำนวณจำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้ เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดจำนวนพนักงานที่เกินความจำเป็นลง จากการคำนวณพบว่าจำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงาน 1 คน สามารถควบคุมคือ 2 เครื่อง ผู้วิจัยจึงใช้แผนผังกิจกรรมพหุคูณ ประเภทคน-เครื่องจักร วิเคราะห์กระบวนการทำงานของพนักงาน 1 คน ต่อเครื่องจักร 2 เครื่อง พบว่าเวลาร่างจากการทำงานของพนักงานลดลงจาก 61 วินาที/รอบเวลาการผลิต เหลือ 7 วินาที/รอบเวลาการผลิต ลดลง 54 วินาที/รอบเวลาการผลิต คิดเป็นลดลงร้อยละ 88.52 ค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 41.90 เป็นร้อยละ 186.67 โดยมีค่าร้อยละของจำนวนเวลาที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้จริงคงที่ร้อยละ 82.07 และสามารถเพิ่มอัตราผลิตภาพการผลิตได้จาก 34.27 ชิ้น/ชั่วโมง/คน เป็น 68.54 ชิ้น/ชั่วโมง/คน เพิ่มขึ้น 34.27 ชิ้น/ชั่วโมง/คน คิดเป็นร้อยละ 100

คำสำคัญ: แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ค่าอัตราประโยชน์ แผนภูมิคน-เครื่องจักร อัตราผลิตภาพการผลิต

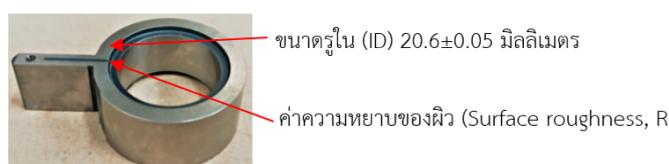
Abstract

The sample company is a contractor of compressor piston ring parts for an air conditioner manufacturing company. The production process is the process of grinding the inner hole of the ring to have a size of 20.6 ± 0.05 mm and a resolution of 0.3 micrometers according to customer requirements, 500 pieces/day. The production process requires 2 workers working with 2 automatic milling machines. Cycle time is 105 seconds/piece, capacity is 257 pieces/day/machine. From the data collection and analysis by multiplicative activity charts for man-machine type, it was found that in each cycle, employees had 61 seconds of idle time per production cycle as 41.90 %, productivity before improvement as 0.0095 pieces/second/person. This research aims to improve the work process of employees to increase productivity in the compressor piston ring manufacturing process. Industrial engineering tools consisted of 7 waste improvement principles, multiple activity charts and man-machine type were therefore used to analyze to consider the workload of each employee. Then use the equation to calculate the maximum number of machines the operator can control. To lead to improvements in working methods to reduce the number of employees that are unnecessary. From the calculations, it is found that the maximum number of machines that is 1 employee can control to 2 machines. It is found that the idle time from work of employees decreased from 61 seconds/cycle time to 7 seconds/ cycle time, decreasing 54 seconds/cycle time. representing a decrease of 88.52 %. The utility value or percentage of the amount of time that employees can work increases from 41.90 % to 186.67 % with the percentage of time that the machine can actually work at 82.07 % and can increase productivity, and it can be increased from 34.27 pieces/hour/person to 68.54 pieces/hour/person, an increase of 34.27 pieces/hour/person, accounted for 100 %

Keywords: multiple activity charts, utility, man-machine chart, productivity

1. บทนำ

ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยมีการเติบโตอย่างต่อเนื่องจึงมีการแข่งขันทางธุรกิจที่มากขึ้นทั้งด้านการเพิ่มกำลังการผลิต การส่งมอบสินค้าที่รวดเร็วและการลดต้นทุนการผลิต ซึ่งบริษัทฯ และในภาคอุตสาหกรรมหลาย ๆ องค์กร ได้พยายามคิดหาแนวทางในการจัดการเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในทางธุรกิจ และพยายามปรับปรุงในทุกส่วนของกระบวนการเพื่อให้มีการผลิตที่รวดเร็ว ลดต้นทุน ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และสร้างความพึงพอใจต่อลูกค้า ได้แก่ การเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดการและการปรับปรุงด้านการผลิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลดต้นทุนในกระบวนการผลิตเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำเนินกิจการในภาคอุตสาหกรรม [1] บริษัทตัวอย่างเป็นผู้ผลิตวงแหวนลูกสูบ (Piston Ring) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนคอมเพรสเซอร์ ของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์

จากรูปที่ 1 ชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดและอัดน้ำยาในสถานะความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำจากอีวาพอเรเตอร์ เข้ามาอัดตัวให้เป็นแก๊สที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูงเพื่อส่งไปยังคอนเดนเซอร์ ขั้นตอนในการผลิตเป็นการเจียรระโนปรับผิวชิ้นงานโดยใช้พนักงานทำงานร่วมกับเครื่องจักรอัตโนมัติ (Internal Cylinder Grinding Machine) เพื่อให้ได้ขนาดตามแบบที่ 20.6 ± 0.05 มิลลิเมตร และค่าความขรุขระผิว (Surface roughness, Ra) ที่ 0.3 ไมโครเมตร โดยชิ้นงานที่ผลิตต้องผ่านการตรวจสอบและบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องมือตรวจสอบแบบอัตโนมัติ ปัจจุบันบริษัทตัวอย่างมีความต้องการในการผลิตชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ให้ได้ 500 ชิ้น/วัน จากการวางแผนการผลิตเบื้องต้นต้องใช้พนักงาน 2 คน ทำงานกับเครื่องจักร 2 เครื่อง โดยพนักงาน 1 คน ควบคุมเครื่องจักร 1 เครื่อง มีรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) 105 วินาที/ชิ้น เวลาในการทำงานต่อวันเมื่อหักเวลาเตรียมเครื่องจักรก่อนการทำงานและเวลาทำความสะอาดหลังเลิกงาน 27,000 วินาที/วัน กำลังการผลิต (Capacity) 257 ชิ้น/วัน/เครื่อง อัตราผลิตภาพการผลิต 34.27 ชิ้น/ชั่วโมง/คน ค่าอรรถประโยชน์ของพนักงาน 41.90 % จากการสังเกตพบว่ากระบวนการผลิตมีบางเวลาที่พนักงานว่างงานจากการยืนรอเครื่องจักรทำงานอัตโนมัติ ซึ่งถือว่าเป็นหนึ่งในความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 Waste) ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะทำการปรับปรุงแก้ไขโดยอาศัยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมกับเครื่องจักรเพื่อเพิ่มค่าอรรถประโยชน์ (Utilization) หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานหรือเครื่องจักรสามารถทำงานได้จริง และเพิ่มผลผลิตให้องค์กรสามารถเติบโตและแข่งขันกับคู่แข่งในธุรกิจประเภทเดียวกันได้ในตลาดอุตสาหกรรม

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงกระบวนการผลิตชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ของบริษัทตัวอย่างเพื่อเพิ่มค่าอรรถประโยชน์และอัตราผลิตภาพการผลิตโดยใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไข

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราผลิตภาพการผลิต (Productivity)

วิทยา อินทร์สอน [2] กล่าวว่า ผลิตภาพการผลิต หมายถึง กระบวนการในการปฏิบัติงานเพื่อให้ได้สินค้า บริการ หรืองานที่มีคุณภาพสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ด้วยวิธีการในการลดต้นทุน ลดการสูญเสียทุกรูปแบบ การใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม การพัฒนาศักยภาพของผู้ปฏิบัติงานในองค์กร และการใช้เทคนิคการทำงานต่าง ๆ เข้ามาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานซึ่งคล้ายกับ เกียรติศักดิ์ จันทร์แดง [3] อัตราผลิตภาพการผลิต หมายถึง จำนวนผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ผลิตได้จากการใช้ทรัพยากรจำนวนหนึ่ง หรือเป็นการวัดประสิทธิผลของการใช้ทรัพยากรแสดงในรูปอัตราส่วนของปัจจัยนำออก (Output) ได้แก่ สินค้าและบริการหารด้วยปัจจัยนำเข้า (Input) หนึ่งประเภทขึ้นไป เช่น แรงงาน ทรัพยากรอื่น ๆ สรุปโดยรวมผลิตภาพการผลิตหมายถึง การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในการผลิตอย่างคุ้มค่า โดยวิธีการลดต้นทุน ลดการสูญเสีย ปรับปรุงกระบวนการผลิต และมุ่งเน้นการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่ง คำนวณหาได้จาก สมการที่ 1

$$\text{ผลิตภาพการผลิต} = \frac{\text{ผลผลิต}}{\text{ปัจจัยที่ใช้ในการผลิต}} \quad (1)$$

2.2 ความสูญเสียเปล่า 7 ประการ (7 Wastes)

วิทยา อินทร์สอน [4] ความสูญเสียเปล่าจะแฝงอยู่ในกระบวนการผลิตไม่มากก็น้อย ซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิภาพของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น เช่น การใช้เวลานานในการผลิตมากเกินไป สินค้ามีคุณภาพต่ำ มีต้นทุนการผลิตสูง คล้ายงานวิจัยของ คลอเคลีย์ วจนะวิซากร [5] เพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าวด้วยการประยุกต์ใช้การออกแบบอุปกรณ์จับยึดเพื่อคัดแยกขนาดและตัดทางมะพร้าวให้ได้ขนาดความยาว 40 และ 50 เซนติเมตรลดความสูญเสียเปล่าในขั้นตอนการทำงาน พนักงานทำงานสะดวกรวดเร็วขึ้นได้ปริมาณของงานมากขึ้นผลการปรับปรุงลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน รอบเวลาในกระบวนการผลิตลดลง 6 นาที/ด้าม คิดเป็นร้อยละ 13.04

2.3 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ (Multiple Activity Chart)

เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ การทำงานของพนักงานหลายคนซึ่งต้องทำงานเกี่ยวข้องกันหรือคนงานหลายคนทำงานร่วมกันในบริเวณหรือต้องใช้เครื่องจักรร่วมกันหรืออาจเป็นการศึกษาการทำงานของคนเดียวทำงานสัมพันธ์กับเครื่องจักรหรือต้องดูแลเครื่องจักรพร้อมกันหลายเครื่องพร้อมกัน [6]

2.3.1 แผนภูมิกคน - เครื่องจักร (Man-Machine Chart)

แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณที่ใช้บันทึกเฉพาะการทำงานของคนและเครื่องจักร เป็นการบันทึกเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของการทำงานระหว่างคนกับเครื่องจักร ส่วนใหญ่เครื่องจักรจะทำงานในขณะที่คนยืนหรือมองดูเฉย ๆ ซึ่งเป็นการรอคอยเครื่องจักรอัตโนมัติทำงานตรงกันข้ามในขณะที่เครื่องจักรทำงานเสร็จคนก็จะเริ่มทำงานโดยที่เครื่องจักรจะหยุดเฉย ๆ เหมือนกัน หลักของการศึกษาวิธีการปรับปรุงการทำงานของคนและเครื่องจักรด้วยแผนภูมินี้คือ “เครื่องจักรต้องไม่หยุดทำงานเพื่อรอคนและคนก็ต้องไม่หยุดทำงานเพื่อรอเครื่องจักร” คล้ายกับงานวิจัยของ อมจ ชัยมณี และรัตนา ชั่วดทอง [7] ศึกษาและวิเคราะห์หาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มผลผลิตด้านแรงงาน เพิ่มประสิทธิภาพแรงงานโดยรวมในกระบวนการผลิตและลดต้นทุนค่าแรงงานในกระบวนการผลิตกระจกลามิเนตโดยอาศัยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม คือแผนผังกิจกรรมพหุคูณและแผนภูมิมายาซุมิในการวิเคราะห์ภาระงานของพนักงานแต่ละคนนำไปสู่การลดจำนวนพนักงานลง ผลการวิจัยพบว่าจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในโหลตหน้า และห้องประกบ คือ 2 คน และ 3 คน สามารถลดจำนวนพนักงานจาก 11 คนเหลือ 7 คน ผลผลิตแรงงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 57.14 และประสิทธิภาพแรงงานโดยรวมเพิ่มขึ้นร้อยละ 17.01 ต้นทุนค่าแรงงานในกระบวนการผลิตกระจกลามิเนตลดลง 581,250 บาทต่อปี

2.3.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแผนภูมิคนและเครื่องจักร

การวิเคราะห์งานด้วยแผนภูมิคน-เครื่องจักร จะใช้กราฟแท่ง (Bar Chart) แทนกิจกรรมแต่ละประเภท โดยใช้การระบายสีหรือสัญลักษณ์แทนกิจกรรมอิสระ กิจกรรมรวม หรือการว่างงาน และมีตารางสรุปเวลาไว้ข้างล่างแผนภูมิเสมอ [8] โดยตัวอย่างสัญลักษณ์แสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ของแผนภูมิคน-เครื่องจักร

สัญลักษณ์	ความหมาย	คำจำกัดความ
	กิจกรรมอิสระ	1. กิจกรรมที่แต่ละบุคคลทำงานเป็นอิสระ 2. เวลาที่เครื่องจักรทำงานโดยอัตโนมัติ
	กิจกรรมรวม	1. กิจกรรมที่พนักงานทำร่วมกับเครื่องจักร 2. เวลาที่เครื่องจักรทำงานร่วมกับพนักงานรวมถึงในขณะที่เดินเครื่องและหยุดเครื่อง
	กิจกรรมว่างงาน	1. พนักงานยืนเฉย ๆ ไม่มีกิจกรรม 2. เครื่องจักรหยุดเดินเครื่องโดยไม่มีภาระกระทำที่เป็นกิจกรรม จากพนักงาน

ที่มา: มาโนช ริทินโย (2549 : 123-124)

2.3.3 แนวทางการวิเคราะห์ของแผนภูมิคน-เครื่องจักร

เริ่มจากการบันทึกกิจกรรมและเวลาโดยแยกประเภทของกิจกรรมการทำงานอิสระ กิจกรรมการทำงานร่วมกันและกิจการการว่างงาน ของคนและเครื่องจักร ออกจากกันโดยใช้สัญลักษณ์ทั้ง 3 ชนิด และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานของคนและเครื่องจักร ดังสมการที่ 2

$$\text{เปอร์เซ็นต์การทำงาน} = \frac{\text{เวลาที่ทำงานจริงต่อชิ้น (วินาที/ชิ้น)}}{\text{รอบเวลาการผลิตต่อชิ้น (วินาที/ชิ้น)}} \times 100 \quad (2)$$

จากนั้นวิเคราะห์กิจกรรมการทำงานต่าง ๆ อย่างละเอียดเพื่อศึกษาว่ากิจกรรมอิสระใดบ้างที่สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้ลดการคองงานลงหรือลดขั้นตอนการทำงานบางอย่างลงเพื่อให้เวลาการทำงานเร็วขึ้นหรือวิเคราะห์ด้วยวิธีการคำนวณหาจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับการทำงานของพนักงานที่สามารถควบคุมได้ ด้วยการสมการที่ 3

$$Nm/c = [(T_{m/c} + T_{MD}) / (T_{MI} + T_{MD})] \quad (3)$$

$N_{m/c}$	คือ จำนวนเครื่องจักรสูงสุดที่พนักงานสามารถควบคุมได้
$T_{m/c}$	คือ เวลาในการทำงานอิสระของเครื่องจักร (วินาที)
T_{MD}	คือ เวลาในการทำงานร่วมกันของพนักงานกับเครื่องจักร
T_{MI}	คือ เวลาในการทำงานอิสระของพนักงาน

2.3.4 ค่าอรรถประโยชน์ (Utilization)

ค่าอรรถประโยชน์ คือ ร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานหรือเครื่องจักรสามารถทำงานได้จริง โดยหักจำนวนเวลาทำงานทั้งหมด ด้วยเวลาที่หยุดการทำงาน เช่น เวลาการซ่อมบำรุง หรือเวลาพักอาหารกลางวัน แบ่งออกเป็นค่าอรรถประโยชน์ของคน ดังสมการที่ 4 และค่าอรรถประโยชน์ของเครื่องจักร ดังสมการที่ 5

$$Utilization_{man} = \frac{N_{m/c} \times (T_{MD} + T_{MI})}{Cycle\ Time} \times 100 \quad (4)$$

$$Utilization_{m/c} = \frac{T_{m/c}}{Cycle\ Time} \times 100 \quad (5)$$

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเพิ่มอัตราผลิตภาพในกระบวนการผลิตมีหลายงานวิจัยที่มีการนำเอาเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาประยุกต์ใช้ อาทิเช่น งานวิจัยของ อัมรินทร์ วงศ์เศรษฐี และณัฐพล พุฒยงกุล [9] ประยุกต์ใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนา (Arena) และหลักการหาค่าที่เหมาะสมเพื่อหาจำนวนเครื่องจักรและจำนวนพนักงานที่สามารถรองรับการผลิตชุดหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ 16,000 ชิ้น/วัน โดยคำนึงถึงมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สูงที่สุด ผลจากการวิเคราะห์กระบวนการพบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิสูงสุดที่ 4,351,384,314 บาท ในช่วงอายุผลิตภัณฑ์ 4 ปี และใช้พนักงาน 64 คนในการดำเนินงานวิจัยของ สุวรรณ พลภักดี [10] ลดความสูญเสียเปล่าโดยการประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลีนในกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดของอุตสาหกรรมกรณีศึกษาที่เกิดจากความสูญเสียเปล่า 4 ประการ จากทั้งหมด 7 ประการ ได้แก่ ความสูญเสียเปล่าจากการรอคอย (0.9 %) ความสูญเสียเปล่าจากการเคลื่อนย้าย (1.4 %) ความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม (6.2 %) และความสูญเสียเปล่าจากสินค้าคงคลัง (87.5 %) จากการวิเคราะห์ปัญหาและหาแนวทางการแก้ไขด้วยการระดมสมองพบว่าแนวทางที่สามารถลดความสูญเสียเปล่าได้ คือ ออกแบบสเกลนั้บจำนวนพาเลทชิต และออกแบบฟังก์ชันการกรอกข้อมูลในไฟล์เอ็กเซลให้มีความถูกต้อง เพื่อลดความสูญเสียเปล่าจากกระบวนการทำงานที่ไม่เหมาะสม และประยุกต์ใช้ตัวแบบปริมาณการผลิตที่ประหยัดที่สุดของหลอดพีเอฟเอ็มแต่ละขนาด เพื่อลดความสูญเสียเปล่าจากการมีสินค้าคงคลังที่มากเกินไป จากนั้นสร้างแผนผังสายธารคุณค่าในสถานะอนาคตเพื่อแสดงถึงผลจากการลดความสูญเสียเปล่า โดยเวลานำของกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดลดลงจาก 230,598 วินาที เหลือ 228,588วินาที ลดลง 33.5 นาที คิดเป็นร้อยละ 0.88 และต้นทุนสินค้าคงคลังลดลงจาก 18,405 บาท/ปี เหลือ 4,904 บาท/ปี หรือลดลงร้อยละ 73.36

3 วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สํารวจสภาพปัจจุบัน

ผู้วิจัยสำรวจสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตชิ้นส่วนวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ ตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้าย โดยใช้แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ประเภท คน - เครื่องจักร ในการเก็บข้อมูลและเวลา ดังแสดงในรูปที่ 2

แผนภูมิคนเครื่องจักร (Man - Machine Chart)			ภาพผลิตภัณฑ์		
ผลิตภัณฑ์: ชิ้นส่วนของวงแหวนลูกสูบ (เครื่องคอมเพรสเซอร์แอร์)					
กรรมวิธี: การเจียรในขัดผิวชิ้นงานด้วยเครื่องจักร Grinding (ID 20.6±0.05 มิลลิเมตร Ra ≤ 0.3 ไมโครเมตร)					
<input checked="" type="checkbox"/> วิธีปัจจุบัน <input type="checkbox"/> วิธีนำเสนอ			กิจกรรม	สัญลักษณ์กิจกรรม (Bar)	
ตำแหน่งที่ตั้ง: ฝ่ายผลิต			กิจกรรมอิสระ		
ผู้บันทึก: ภูสิทธิ์ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565			กิจกรรมร่วมกัน		
ผู้อนุมัติ: ธนากร วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565			กิจกรรมว่างงานหรือรอคอยงาน		
พนักงาน (Man)			เครื่องจักร (Machine)		
Workflow activities	Time (Sec.)	Bar	Workflow activities	Time (Sec.)	Bar
กดสวิทช์เปิดประตูเครื่องเจียรใน	2		รอพนักงานกดสวิทช์เพื่อเปิดประตูเครื่องเปิด	2	
รอประตูเครื่องเจียรในเปิด	3		ประตูเครื่องเจียรในกำลังเปิดออก	3	
คลายล็อกอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานออก	8		อุปกรณ์จับยึดถูกคลายล็อกและถูกส่งชิ้นงานออก	8	
นำชิ้นงานไปวางบนโต๊ะเพื่อรอการตรวจสอบ	5		รอให้พนักงานใส่ชิ้นงานใหม่	7	
หยิบชิ้นงานชิ้นใหม่	2				
ใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึดพร้อมล็อกชิ้นงาน	10		ถูกพนักงานใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึด	10	
กดสวิทช์ปิดประตูเครื่องจักร	2		รอพนักงานกดสวิทช์เพื่อปิดประตูเครื่องจักร	2	
ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงาน (QC) ด้วยเครื่องตรวจสอบขนาดและผิวงานพร้อมบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ	12		ประตูเครื่องจักรกำลังปิด	3	
หยิบชิ้นงานออกจากเครื่องตรวจสอบวางใส่ภาชนะ	3				
รอเครื่องเจียร Grinding ทำงานอัตโนมัติ	58		เครื่องเจียรทำงานอัตโนมัติ	70	

รูปที่ 2 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณประเภทคน – เครื่องจักร ชิ้นส่วนของวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ก่อนการปรับปรุง

จากรูปที่ 2 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิคน - เครื่องจักร มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำงานของพนักงานและเครื่องจักรอัตโนมัติ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เวลาทำงานของคนและเครื่องจักร (ก่อนปรับปรุง)

เวลา	พนักงาน (วินาที)	คิดเป็นร้อยละ	เครื่องจักร (วินาที)	คิดเป็นร้อยละ
เวลาว่างาน	61	58.10	11	10.48
เวลาทำงานอิสระ	26	24.76	76	82.07
เวลาทำงานร่วมกัน	18	17.14	18	17.14
เวลาทั้งหมด	105	100	105	100

จากตารางที่ 2 ก่อนการปรับปรุงพบว่าจากรอบเวลาการผลิต 105 วินาทีต่อชิ้น พนักงานมีเวลาในการทำงานอิสระและร่วมกับเครื่องจักรเพียง 44 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 41.90 % แต่มีเวลาว่างานถึง 61 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 58.10 % ส่วนเครื่องจักรมีในเวลาที่ทำงานอิสระและร่วมกับพนักงาน 94 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 89.52 % และมีเวลาว่างานเพียง 11 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 10.48 % ซึ่งเป็นค่าคงที่เนื่องจากการทำงานอัตโนมัติ จากนั้นผู้วิจัยแยกประเภทเวลาตามลักษณะของกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รอบเวลาตามลักษณะของกิจกรรม (ก่อนปรับปรุง)

กิจกรรม	เวลา (วินาที)
$T_{m/c}$ คือ เวลาในการทำงานอิสระของเครื่องจักร	76
T_{MD} คือ เวลาในการทำงานร่วมกันของพนักงานกับเครื่องจักร	18
T_{MI} คือ เวลาในการทำงานอิสระของพนักงาน	26

จากตารางที่ 3 นำไปคำนวณหาค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานหรือเครื่องจักรสามารถทำงานได้จริงก่อนการปรับปรุงเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับค่าอัตราประโยชน์หลังการปรับปรุง ดังสมการที่ 4 และ 5

$$\%Utilization_{man} = \frac{1 \times (18 + 26)}{105} \times 100$$

$$\%Utilization_{man} = 41.90\%$$

$$\% Utilization_{m/c} = \frac{119}{145} \times 100$$

$$\% Utilization_{m/c} = 82.07 \%$$

ผลจากการคำนวณพบว่าค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 41.90 % ผู้วิจัยได้ตั้งไว้เป็นมาตรฐานเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าอัตราประโยชน์หลังการปรับปรุง ส่วนเครื่องจักรความสามารถในการทำงานอยู่ที่ 82.07 % ซึ่งเป็นค่าคงที่เนื่องจากการทำงานแบบอัตโนมัติ

จากนั้นผู้วิจัยวิเคราะห์ปัญหาเพื่อกำหนดแนวทางการแก้ไขด้วยการคำนวณหาจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการควบคุมเครื่องจักร โดยใช้สมการที่ 3 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

$$Nm/c = \text{จำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการควบคุมเครื่องจักร}$$

$$Nm/c = [(76 + 18) / (26 + 18)]$$

$$Nm/c = 2.13 \sim 2 \text{ เครื่อง}$$

จากการคำนวณจำนวนพนักงานที่เหมาะสมในการควบคุมเครื่องจักร พบว่าพนักงาน 1 คน สามารถควบคุมเครื่องจักรได้สูงสุด 2 เครื่อง ผู้วิจัยจึงนำมาเขียนแผนภูมิคน-เครื่องจักร หลังการปรับปรุง ดังแสดงในรูปที่ 3

<input type="checkbox"/> วิธีปัจจุบัน <input checked="" type="checkbox"/> วิธีนำเสนอ			กิจกรรม			สัญลักษณ์กิจกรรม (Bar)		
ตำแหน่งที่ตั้ง: ฝ่ายผลิต			กิจกรรมอิสระ					
ผู้บันทึก: ภูสิทธิ์ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565			กิจกรรมร่วมกัน					
ผู้อนุมัติ: วันที่ 17 พฤศจิกายน 2565			กิจกรรมว่างงานหรือรอคอยงาน					
พนักงาน			เครื่องจักรใน 1			เครื่องจักรใน 2		
Workflow activities	Time (Sec.)	Bar	Workflow activities	Time (Sec.)	Bar	Workflow activities	Time (Sec.)	Bar
กดสวิทช์เปิดประตูเครื่องจักรใน (1)	2		รอพนักงานกดสวิทช์เพื่อให้ประตู	2		เครื่องจักรใน (2) ทำงานอัตโนมัติ	52	
รอประตูเครื่องจักร CNC เปิด (1)	3		ประตูเครื่องจักรในกำลังเปิดออก	3				
คลายสวิตช์นำชิ้นงานที่เสร็จแล้วออกจากอุปกรณ์จับยึด (1)	8		อุปกรณ์จับยึดถูกคลายสวิตช์และถูกส่งชิ้นงานออก	8				
นำชิ้นงานไปวางบนโต๊ะเพื่อรอการตรวจสอบ (1)	5		รอให้พนักงานใส่ชิ้นงานใหม่	7				
หยิบชิ้นงานชิ้นใหม่ (1)	2		ถูกพนักงานใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึด	10				
ใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึดพร้อมสวิตช์ชิ้นงาน (1)	10		รอพนักงานกดสวิทช์	2				
กดสวิทช์ปิดประตูเครื่องจักร (1)	2		ประตูเครื่องจักรในกำลังปิด	3				
ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานด้วยเครื่องตรวจสอบขนาดและผิวงานพร้อมบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ (1)	12		เครื่องจักรใน (1) ทำงานอัตโนมัติ	70				
หยิบชิ้น (1) ออกไปวางใส่ภาชนะ	3							
เดินไปเครื่องจักรใน (2)	5							
กดสวิทช์เปิดประตูเครื่องจักรใน (2)	2							
รอประตูเครื่องจักรในเปิด (2)	3							
คลายสวิตช์นำชิ้นงานที่เสร็จแล้วออกจากอุปกรณ์จับยึด (2)	8							
นำชิ้นงานไปวางบนโต๊ะเพื่อรอการตรวจสอบ (2)	5							
หยิบชิ้นงานชิ้นใหม่ (2)	2							
ใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึดพร้อมสวิตช์ชิ้นงาน (2)	10							
กดสวิทช์ปิดประตูเครื่องจักรใน (2)	2							
ตรวจสอบคุณภาพชิ้นงานด้วยเครื่องตรวจสอบขนาดและผิวงานพร้อมบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ (2)	12							
หยิบชิ้น (2) ออกไปวางใส่ภาชนะ	3							
เดินไปเครื่องจักรใน (1)	5							
รอเครื่องจักรใน (1) ทำงานเสร็จ	1							
						รอพนักงานกดสวิทช์เพื่อให้ประตู	2	
						ประตูเครื่องจักรในกำลังเปิด	3	
						อุปกรณ์จับยึดถูกคลายสวิตช์และถูกส่งชิ้นงานออก	8	
						รอให้พนักงานใส่ชิ้นงานใหม่	7	
						ถูกพนักงานใส่ชิ้นงานใหม่เข้ากับอุปกรณ์จับยึด	10	
						รอพนักงานกดสวิทช์	2	
						ประตูเครื่องจักรในกำลังปิด	3	
						เครื่องจักรใน (2) ทำงานอัตโนมัติ	18	

รูปที่ 3 แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณประเภทคน - เครื่องจักร ชิ้นส่วนของวงแหวนลูกสูบคอมพิวเตอร์หลังการปรับปรุง

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 3 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแผนภูมิคน - เครื่องจักร มาคำนวณเปอร์เซ็นต์การทำงานของพนักงานและเครื่องจักรอัตโนมัติ สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทำงานของคน-เครื่องจักร (หลังปรับปรุง)

เวลา	พนักงาน (วินาที)	คิดเป็นร้อยละ	เครื่องจักร (วินาที)	คิดเป็นร้อยละ
เวลาว่างงาน	7	6.67	11	10.48
เวลาทำงานอิสระ	62	59.05	76	82.07
เวลาทำงานร่วมกัน	36	34.28	18	17.14
เวลาทั้งหมด	105	100	105	100

ตารางที่ 4 หลังการปรับปรุงพบว่าจากรอบเวลาการผลิต 105 วินาทีต่อชิ้น พนักงานมีเวลาในการทำงานอิสระและร่วมกับเครื่องจักร 98 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 93.33 % และเวลาว่างงาน 7 วินาทีต่อรอบ คิดเป็น 6.67 % จากนั้นนำข้อมูลมาแยกประเภทของเวลาตามลักษณะของกิจกรรม ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 รอบเวลาตามลักษณะของกิจกรรม (หลังปรับปรุง)

กิจกรรม	เวลา (วินาที)
$T_{m/c}$	76
T_{MD}	36
T_{MI}	62
Cycle Time	105

จากตารางที่ 5 ผู้วิจัยนำไปคำนวณหาค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงหลังการปรับปรุงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับค่าอัตราประโยชน์ก่อนการปรับปรุง

$$\%Utilization_{man} = \frac{2 \times (36 + 62)}{105} \times 100$$

$$\%Utilization_{man} = 67.186 \%$$

ผลจากการคำนวณพบว่าค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงหลังการปรับปรุงมีค่า 67.186 %

5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนของวงแหวนลูกสูบคอมเพรสเซอร์ของบริษัทตัวอย่างซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มค่าอัตราประโยชน์และอัตราผลิตภาพการผลิตโดยใช้เครื่องมือวิศวกรรมอุตสาหการในการดำเนินงาน สามารถสรุปได้ดังนี้

ผู้วิจัยใช้หลักการลดความสูญเสียเปล่า 7 ประการ จากลักษณะการรอคอยงานของพนักงานในขั้นตอนการทำงานอัตโนมัติของเครื่องจักร โดยใช้แผนภูมิกิจกรรมพหุคูณ ประเภทคน-เครื่องจักร เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล จากนั้นคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานและว่างงานของพนักงาน-เครื่องจักรก่อนปรับปรุงเพื่อใช้ใน ผลจากการคำนวณพบว่าค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงหลังปรับปรุงมีค่า 67.186 % คำนวณค่าอัตราประโยชน์หรือร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงก่อนการปรับปรุงเพื่อใช้เปรียบเทียบกับหลังการปรับปรุง และคำนวณจำนวนเครื่องจักรที่เหมาะสมกับพนักงานที่สามารถควบคุมได้ จากนั้นทดลองให้พนักงานทำการผลิตและเก็บข้อมูล ผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

ดำเนินงาน	ก่อน	หลัง	ผลลัพธ์
พนักงานทำงานอิสระและร่วมกับเครื่องจักร	44 วินาที	98 วินาที	เพิ่มขึ้น 54 วินาที
พนักงานว่างงาน	61 วินาที	7 วินาที	ลดลง 54 วินาที
เครื่องจักรทำงานอิสระและร่วมกับพนักงาน	94 วินาที	94 วินาที	คงที่
เครื่องจักรว่างงาน	11 วินาที	11 วินาที	คงที่
อรรถประโยชน์ man	41.90 %	152.38 %	เพิ่มขึ้น 110.48 %
อรรถประโยชน์ m/c	82.07 %	82.07 %	คงที่

จากตารางที่ 6 หลังการปรับปรุงแก้ไขพบว่าเวลาทำงานของพนักงานเพิ่มขึ้นจากเดิม 54 วินาทีต่อรอบการผลิต คิดเป็นเพิ่มขึ้น 120.45 % เวลาว่างงานของพนักงานลดลงจากเดิม 54 วินาที คิดเป็นลดลง 88.52 % ค่าอรรถประโยชน์ของพนักงานร้อยละของจำนวนเวลาที่พนักงานสามารถทำงานได้จริงเพิ่มขึ้น 110.48 % และสามารถลดพนักงานได้ 1 คน ทำให้อัตราผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 อัตราผลิตภาพการผลิต ก่อน-หลัง การปรับปรุง

ผลการดำเนินงาน	ขึ้น	ชั่วโมง	คน	ขึ้น/ชั่วโมง/คน (A/B/C)
	A	B	C	
ก่อนปรับปรุง	514	7.5	2	34.27
หลังปรับปรุง	514	7.5	1	68.54

จากตารางที่ 7 หลังการปรับปรุงอัตราผลิตภาพการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 34.27 ขึ้น/ชั่วโมง/คน เป็น 68.54 ขึ้น/ชั่วโมง/คน เพิ่มขึ้น 34.27 ขึ้น/ชั่วโมง/คน คิดเป็นเพิ่มขึ้น 100 % ซึ่งคล้ายกับงานวิจัยของ ยุทธณรงค์ จงจันทร์ และณฐา คุปต์ษิเรียร [11] ศึกษาและปรับปรุงสายการผลิตเตาเหล็กหล่อด้วยหลักการ อีซีอาร์เอส ซึ่งเป็นเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม หลังการปรับปรุงสามารถลดจำนวนสถานีงานได้ 14 สถานี ลดจำนวนพนักงานได้ 14 คน ส่งผลให้ดัชนีผลิตภาพการผลิตรวมเพิ่มขึ้น 13.04 % และสามารถนำผลงานที่ได้จากงานวิจัยไปพัฒนาการทำงานในสายการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นได้อย่างมีนัยสำคัญ

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกรรมการผู้จัดการ บริษัทตัวอย่างกรณีศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการเก็บข้อมูล การสนับสนุน และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ให้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] C. Chanikarn, "Machine improving efficiency in OD polishing process of Seiko Instrument (Thailand) Company Limited," Master of Science, Dept. Environment Management, National Institute of Development Administration, 2011. (in Thai)
- [2] I. Withaya, "Understand the concept of productivity in news for adapting to keep up with industrial technology," *Industrial Technology Review*. Vol. 21(269), 2547, pp. 125-129. (in Thai)

- [3] J. Kiattisak, *Production and operation management*, Bangkok: H.N. Group, 2006, pp. 1-308. (in Thai)
- [4] I. Withaya. (2022, November 19). *Wastes of production process* [Online]. Available: <http://www.thailandindustry.com> (in Thai)
- [5] W. Klorklear. “Wast reduction for efficiency improvement in broom production processes: A case study of community enterprise bung wai, Ubon Ratchathani,” *UBU Engineering Journal*. Vol. 13(1), 2019, pp. 141-152. (in Thai)
- [6] S. Chansiri. (2022, November 19). *Process analysis* [Online]. Available: https://pirun.ku.ac.th/~fengcsr/courses/2008_01/206341/ch9.pdf (in Thai)
- [7] C. Anot and K. Rattana. “The analysis to determine appropriate number of labors by industrial engineering tools in laminate glass production process,” *Sripatum Review of Science and Technology*. Vol. 12, 2020, pp. 21-36. (in Thai)
- [8] R. Manote. (2022, November 19). *Study documents in work study* [Online]. Available: <https://fliphtml5.com/wbccy/pdoi/basic> (in Thai)
- [9] W. Amarin and P. Nattapong, “Finding the Appropriate Number of Machines and Employees in the Hard Disk Drive Read Head Assembly Process Using Simulation Techniques,” in *Proceeding of 37th The Conference of Industrial Engineering Network 2016 (IE Network 2016)*, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khonkaen, Thailand, 2016, pp. 116-122. (in Thai)
- [10] P. Suwanna, “Wast reduction in bottled water production process,” *Ladkrabang Engineering Journal*. Vol. 38(3), 2021, pp. 77-90. (in Thai)
- [11] J. Yuthanarong and K. Natha, “Productivity improvement for cast iron burner production line: A case study at TMN Machine and Foundry Co., Ltd,” *Journal of Engineering, RMUTT*. Vol. 8(2), 2013, pp. 17-27. (in Thai)