

การลดเวลาในกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะ

Reducing Process Time for The Metallic Gasket Assembly Process

ศุภพัฒน์ ปิงตา

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรมและโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร
เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร 10530

E-mail: teh_kku@hotmail.com

Supapat Pingta

Department of Industrial and Logistics Engineering, Faculty of Engineering and Technology,
Mahanakorn University, Nongchok, Bangkok, 10530

E-mail: teh_kku@hotmail.com

Received 7 Feb 2020; Revised 19 May 2021

Accepted 28 Jun 2021; Available online 29 Jun 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและปรับปรุงกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะ ของบริษัทกรณีศึกษาแห่งหนึ่ง ซึ่งอยู่ในกลุ่มบริษัทขนาดกลางและขนาดย่อม (SMEs) ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เป็นหลัก โดยบริษัทผลิตสินค้าเป็นแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to order) ซึ่งมีผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่า บริษัทดังกล่าวขาดการปรับปรุงระบบการทำงานเป็นระยะเวลานาน ไม่มีเวลามาตรฐานการทำงาน ซึ่งแต่ละกระบวนการใช้เวลาการทำงานที่ต่างกันไป โดยเฉพาะการประกอบปะเก็นโลหะเข้าด้วยกันซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่มีคำสั่งซื้อมากที่สุด จึงใช้เวลาในการผลิตนาน ทั้งนี้สาเหตุเกิดมาจากไม่มีอุปกรณ์ช่วยในการประกอบปะเก็น ทางคณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์และปรับปรุงการทำงานโดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการประกอบขึ้นใหม่ โดยออกแบบให้สามารถทำงานได้ง่าย และรวดเร็ว เพื่อลดเวลาในกระบวนการประกอบ หลังจากการนำอุปกรณ์เข้ามาช่วยในกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะพบว่าลดลง ซึ่งก่อนการแก้ไขใช้เวลา 22.88 วินาที หลังการปรับปรุงใช้เวลาเพียง 7.12 วินาที โดยลดลงไป 15.76 วินาที คิดเป็น 68.88 เปอร์เซ็นต์

คำหลัก: ลดเวลา, การประกอบปะเก็น, เพิ่มประสิทธิภาพ

Abstract

This research aims to study and improve the metal gasket assembly process. In a case study of the small and medium-sized company (SMEs) which has mainly produced automotive parts. The company produced products according to order from customers (Make to order) that its various products in the company. From the initial data collections of the company, it was found that the company lacked in working processes improvement for a long time and there wasn't standard of working times. Each product took a different time to produce especially the metal gasket assembly process which is the most popular ordered part and took a long time to

produce owing to lack of equipment to assist the production process.

Then the research team has been designed a new device to assist the production process able to work easily and quickly to reduce the time in the assembly process. After using the device to assist the metal gasket assembly process it was founded that it took 7.12 seconds to produce (before using the device it took 22.88 seconds to produce). As a result, it was able to reduce 15.76 seconds to process the metal gasket assembly (68.88 %)

Keywords: Reduce time, Gasket assembly, Productivity

1. บทนำ

มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) ในปี 2562 มีมูลค่าเท่ากับ 16,879,027 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจาก ปีก่อนหน้า 513,455 ล้านบาท ขยายตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.4 ชะลอตัวลงเมื่อเทียบกับอัตราการขยายตัวร้อยละ 4.2 ในปีก่อนหน้า โดยมีปัจจัยสนับสนุนมาจากการขยายตัวของภาคการท่องเที่ยวและภาคการค้าเป็นหลัก ในขณะที่ ภาคอุตสาหกรรมหดตัวร้อยละ 0.7 และภาคการเกษตรขยายตัวได้ร้อยละ 0.1 ในขณะที่ GDP ของวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม ในปี 2562 มีมูลค่า 5,963,156 ล้านบาท คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 35.3 ต่อ GDP รวมทั้งประเทศ เพิ่มขึ้นจากปีก่อนที่มีสัดส่วนร้อยละ 34.6 โดยมีอัตราการขยายตัวร้อยละ 3.0 ชะลอตัวจากปีก่อน ที่ขยายตัวร้อยละ 5.5 สำหรับในปี 2562 ภาคอุตสาหกรรมได้รับผลกระทบจากการหดตัวของภาคการส่งออก สาเหตุจาก ค่าเงินบาทที่แข็งค่า สงครามการค้าระหว่างจีนและสหรัฐฯ รวมทั้งความต้องการของตลาดโลกสำหรับสินค้า ในบางอุตสาหกรรมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมยานยนต์ เป็นต้น [1]

ในต้นปี 2563 ได้เกิดวิกฤตการณ์แพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลกระทบไปทั่วโลกเป็นวงกว้าง นอกจากอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวที่ได้รับผลกระทบทางตรงแล้ว ยังส่งผลถึงการชะลอการผลิตในภาคอุตสาหกรรมทั่วโลก ไม่ว่าจะเป็นผลกระทบด้านการค้าและการลงทุนทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ และการปิดประเทศนั้นทำให้เกิดการถดถอยทางเศรษฐกิจอย่างรุนแรง ภาคการเงิน ก็ส่งผลต่อการตกลงในตลาดหุ้นทั่วโลก ราคาน้ำมันตกแบบดิ่งลงเหว เพราะระบบการขนส่งทั้งโลกหยุดชะงัก ดังนั้นจึงไม่

สามารถปฏิเสธได้ว่า เศรษฐกิจโลกของเรากำลังเข้าสู่วิกฤตเศรษฐกิจ (Global Economic Crisis) ดังนั้นผลกระทบที่จะส่งผลต่ออุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์คือสถานะเศรษฐกิจถดถอย ส่งผลต่อความต้องการสินค้าอุปโภค บริโภค และบริการ ทั้งในประเทศและต่างประเทศ สถานประกอบการบางส่วนต้องปิดตัวลงหรือลดปริมาณกำลังการผลิต ดังนั้นสิ่งที่จะตามมาคือ การเลิกจ้างแรงงาน การย้ายฐานการผลิตไปสู่ประเทศที่มีต้นทุนที่ต่ำกว่า ผลกระทบต่อการจ้างงาน ค่าจ้าง ความยากจน และส่งผลไปสู่การสูญเสียรายได้ ความต้องการยานยนต์ทั่วโลกคงลดลงอย่างเลี่ยงไม่ได้ [2]

บริษัทกรณีศึกษา เป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ เป็นบริษัทขนาดกลางมีจำนวนพนักงานประมาณ 80 คน ได้รับผลกระทบจากวิกฤตการณ์เศรษฐกิจตกต่ำ เช่นเดียวกับกับสถานประกอบการอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกัน โดยบริษัทกรณีศึกษานั้นมีความต้องการลดต้นทุนในการผลิต โดยเฉพาะต้นทุนด้านแรงงานซึ่งเป็นต้นทุนโดยตรงที่มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนมากที่สุด และต้องการพัฒนาให้องค์กรของตนเองให้เป็นองค์กรนวัตกรรมด้านการผลิต โดยการนำแนวคิดทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น การนำหลักการผลิตแบบลีน (Lean Manufacturing) การปรับปรุงงานด้วย Kaizen การลดความสูญเสียทั้ง 7 ประการ ในระบบการผลิต การออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการผลิตให้เป็นอัตโนมัติ เป็นต้น โดยเริ่มจากการพัฒนาองค์กรให้มีความรู้แก่พนักงาน และนำผู้เชี่ยวชาญเข้ามาร่วมกันพัฒนาองค์กร เพื่อปรับตัวให้เข้ากับโลกที่เปลี่ยนไป ซึ่งจากเดิมแนวคิดจากการแข่งขันเพื่อเป็นผู้นำถูกเปลี่ยนเป็นการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดและยั่งยืนให้ดำเนินธุรกิจต่อไป

โดยปัจจุบันบริษัทกรณีศึกษามีปัญหาเรื่องของเวลาที่ใช้ในการผลิต ซึ่งส่งผลทำให้ต้นทุนในการดำเนินงานเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ของบริษัทจะเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ขนาดเล็กและมีความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า จึงมีการผลิตสินค้าจะเป็นไปตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make to order) เมื่อรับคำสั่งซื้อจากลูกค้าจะนำมาคำนวณระยะเวลาในการส่งมอบให้กับลูกค้าในเบื้องต้น หลังจากนั้นจึงวางแผนการผลิตโดยละเอียดอีกครั้ง โดยปัจจุบันคำสั่งซื้อส่วนใหญ่จะเป็นชิ้นส่วนยานยนต์ประมาณ 70 % และเนื่องจากมีชิ้นส่วนที่รับผลิตหลากหลายจึงทำให้การปรับปรุงระบบการผลิตค่อนข้างยากเนื่องจากมีข้อจำกัดจากพนักงานที่ทำงานหลายหน้าที่จึงทำให้ส่วนการผลิตขาดการปรับปรุงและวางแผนที่ดี ซึ่งส่งผลให้การผลิตบางครั้งเกิดความล่าช้า และจากการเก็บข้อมูลของบริษัทกรณีศึกษาพบว่าชิ้นส่วนที่มีการผลิตมากที่สุด และมีปัญหาเรื่องการส่งมอบล่าช้านั้นคือส่วนงานประกอบปะเก็นโลหะ ซึ่งขาดการพัฒนาอุปกรณ์ที่ช่วยในการผลิตทำให้ใช้เวลาในการผลิตนานเกินความจำเป็นจึงทำให้การส่งมอบล่าช้าออกไปจากกำหนด ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเข้าไปศึกษาและปรับปรุงและลดเวลาในการทำงานในกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะ โดยใช้หลักการศึกษากการทำงานและเวลา ร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เพื่อเพิ่มผลผลิตในการผลิตต่อไป

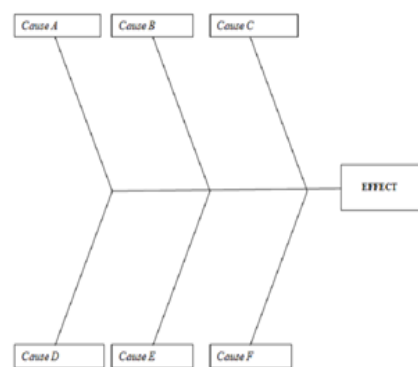
2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

วัตถุประสงค์ของบทความนี้คือศึกษากระบวนการประกอบปะเก็นโลหะเข้าด้วยกัน โดยใช้หลักการโดยทำการศึกษากการทำงานและเวลา โดยออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานให้มีประสิทธิภาพต่อการทำงานและให้สอดคล้องกับการทำงานของพนักงาน เพื่อช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ โดยจะส่งผลให้พนักงานสามารถทำงานได้เร็วขึ้นและยังเป็นแนวทางในการปรับปรุงงานที่มีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกัน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ผลิตชิ้นงานชิ้นอื่นที่มีลักษณะการผลิตเช่นเดียวกันได้

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect diagram)

ทฤษฎีแผนผังแสดงเหตุและผลเป็นเทคนิคเพื่อแสดงสาเหตุหลายสาเหตุรวมถึงผลที่เกิดขึ้น โดยแผนผังมีลักษณะรูปร่างคล้ายกับโครงกระดูกปลา เป็นเครื่องมือทั่วไปที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์สาเหตุและผลกระทบของปัญหา เพื่อระบุความเกี่ยวข้องที่ซับซ้อนของสาเหตุของปัญหาหรือสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นจริงจนไปถึงสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา (Root Cause) [3]



รูปที่ 1 แผนผังแสดงเหตุและผล
(Cause and Effect diagram)

3.2 การศึกษากการทำงาน (Work study)

การศึกษากการทำงาน คือ วิธีการทำงานปัจจุบันซึ่งใช้ในการปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นกว่าเดิม ซึ่งเน้นการเคลื่อนไหวการทำงานของพนักงานและเครื่องมือหรือเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน ซึ่งต้องวัดผลในรูปแบบของเวลา [4],[5] โดยส่วนมากในงานวิจัยพบว่าจะทำข้อมูลด้านเวลาให้อยู่ในรูปแบบของเวลามาตรฐาน [6],[7] เพื่อให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบในสถานะเงื่อนไขการทำงานจริง โดยเทคนิคการวัดงานนั้นก็มีหลากหลายวิธีแตกต่างกันไป ซึ่งส่วนหนึ่งนิยมใช้นาฬิกาจับเวลาโดยตรงซึ่งเป็นวิธีที่ได้เวลาแม่นยำ เชื่อถือได้แต่ต้องอยู่ในเงื่อนไขที่สามารถแบ่งงานย่อยออกได้ชัดเจนและต้องมีการทำงานเกิดขึ้นจริงไม่ใช้การประเมินเวลาล่วงหน้า ซึ่งหลังจากที่จับเวลาโดยตรงต้องนำมาหาค่าเฉลี่ย ประเมินอัตราความเร็ว ประเมินค่าเผื่อ

หลังจากนั้นจึงไปคำนวณหาค่าเวลามาตรฐาน

3.3 การจับเวลาโดยตรง (Direct time Study)

การจับเวลาโดยตรง (Direct Time Study) มีขั้นตอนในการศึกษาการทำงานดังนี้ [5],[8]

3.3.1 การเลือกพนักงานที่จะศึกษา มักมีผลต่อจิตใจต่อคนทำงานโดยตรง ซึ่งต้องสังเกตถึงวิธีการทำงานของพนักงาน ให้วิธีการทำงานถูกต้องตามมาตรฐานของกระบวนการเพื่อที่จะสะท้อนถึงเวลาการทำงานที่เป็นมาตรฐานของพนักงานโดยรวม

3.3.2 การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อย งานย่อย หมายถึง หน่วยย่อยของงานซึ่งเห็นได้ชัดเจนสามารถอธิบายและจับเวลาได้ การแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นงานย่อยเพื่อความสะดวกในการจับเวลาและเพื่อใช้ประโยชน์ในการศึกษาเวลา 3.3.3 การสังเกตและจับเวลาทำงานในแต่ละขั้นตอนในการบันทึกข้อมูลนาฬิกาที่ใช้จับเวลาใช้เป็นแบบวินาที การจับเวลาของแต่ละหน่วยงานย่อย เขียนนาฬิกาเริ่มต้นที่ 0 ทุกครั้งเวลาที่อ่านได้ก็จะเป็นเวลาจริงของแต่ละงานย่อยสามารถนำข้อมูลมาคำนวณได้ทันที และสามารถหักค่าล่าช้าหรือจังหวะงานที่ผิดพลาดออกไปได้

3.3.4 การกำหนดจำนวนครั้งที่ต้องจับเวลา การศึกษาเวลาโดยใช้นาฬิกาจับเวลานั้นข้อมูลจะมีความคลาดเคลื่อนอันเนื่องมาจากความแปรปรวนของงาน ดังนั้นการจับเวลาเพียง 3 - 4 รอบ ย่อมไม่ใช่ค่าที่แน่นอนพอที่จะใช้เป็นฐานในการคำนวณเวลามาตรฐานได้ โดยทั่วไปมักจะจับเวลาเบื้องต้นที่ 5 หรือ 10 รอบการทำงาน

3.4 การประเมินอัตราความเร็วของพนักงาน

วิธีประเมินอัตราการทำงานใช้วิธี "Westinghouse System of Rating" โดยพิจารณาจากองค์ประกอบ 4 ตัวคือ

3.4.1 ทักษะหรือความชำนาญ (Skill) คือ ความชำนาญในงานที่ทำ

3.4.2 ความพยายาม (Effort) คือ ความตั้งใจหรือความใส่ใจในการทำงานนั้นๆ

3.4.3 สภาพเงื่อนไขการทำงาน (Working Condition) คือ สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปในการทำงานนั้นๆ

3.4.4 ความสม่ำเสมอ (Consistency) คือ การรักษา

ความเร็วจังหวะหรือระดับของผลงานในการทำงาน

3.5 การคำนวณหาเวลาปกติ

เมื่อได้เวลาปกติแล้ววิเคราะห์เวลาที่ใช้ในการทำงานจริงเฉลี่ยและหาค่าประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor) ดังนั้นเราสามารถหาเวลาปกติของงานย่อยๆ ได้โดยวิธีการคำนวณดังนี้

$$NT = RT \times RF \quad (1)$$

เมื่อ NT = เวลาปกติ (Normal Time)

RT = เวลาตัวแทนในการทำงานที่ได้จากค่าเฉลี่ย Representative time)

RF = ประสิทธิภาพในการทำงาน (Rating Factor)

3.6 การคำนวณหาเวลามาตรฐาน

ในการศึกษาเพื่อหาเวลามาตรฐานนั้น ควรเริ่มจากวิเคราะห์งานบันทึกสภาพการทำงานตามปกติของงานพร้อมกับเลือกพนักงานที่มีความชำนาญหรือคุ้นเคยกับงานเป็นอย่างดีและทำงานนานๆ ด้วยความเร็วที่สม่ำเสมอจากนั้นจึงคำนวณหาเวลาปกติ (Normal Time) และหาเวลาค่าเผื่อต่างๆ (Allowance Time) หลังจากนั้นจึงนำไปคำนวณการหาเวลามาตรฐานเพื่อใช้ในการวัดผลการทำงานต่อไป

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยด้านการเพิ่มผลผลิตที่ผ่านมาได้มีการนำเสนออย่างแพร่หลาย โดยทางด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรมก็มีเทคนิคในการเพิ่มผลผลิตหลากหลาย ตั้งแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ในงานวิจัย [9] ได้นำเสนอมุมมองของพนักงานของที่มีต่อแนวความคิดของวิศวกรรมอุตสาหกรรมและแนวคิดของ TPS (Toyota Production System) ในการทำงานจริงขององค์กรตนเอง และแนวทางในการเพิ่มผลผลิตนั้นบางส่วนมาจากการลดความสูญเปล่า โดยในงานวิจัย [10] ได้ทำการศึกษาการเคลื่อนไหวของพนักงานในการทำงาน (Motion Study) เพื่อลดเวลาว่างและเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้เครื่องกลึงและเครื่องเจียระไน ด้วยแผนภูมิการทำงานคนและเครื่องจักร (Man – Machine Chart) เมื่อได้มีการ

ปรับปรุงการทำงานพบว่า สามารถลดเวลาว่าง (Downtime) ได้ 41 % และเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้ 20 % นอกจากนั้นการปรับปรุงกระบวนการทำงานก็สามารถเพิ่มผลผลิตได้ดังงานวิจัย [11] ได้นำหลักการ ECRS ใช้การปรับปรุงกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวทั้งเส้นสดและเส้นกึ่งแห้ง โดยสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของสายการผลิตเส้น ก๋วยเตี๋ยวแบบเส้นสดจากเพิ่มขึ้นจากเดิม 4.27 % รอบเวลาจริงของการผลิตลดลงเท่ากับ 8.13 % จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแบบเส้นสดลดลง 4 คน และผลิตภาพแรงงานเพิ่มขึ้นเท่ากับ 41.57% และเมื่อทำการปรับปรุงกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแบบเส้นกึ่งแห้ง พบว่าประสิทธิภาพของสายการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแบบเส้นกึ่งแห้ง และรอบเวลาจริงของการผลิตเท่าเดิมเท่ากับ 66.85 % หรือ 18.68 วินาทีต่อกิโลกรัม แต่การปรับปรุงดังกล่าวทำให้จำนวนพนักงานในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวแบบเส้นกึ่งแห้งลดลง 5 คน และผลิตภาพแรงงาน เพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.59 % นอกจากการสถานประกอบการขนาดใหญ่แล้วยังมีสถานประกอบการขนาด SMEs หรือ วิสาหกิจชุมชน ที่นำหลักการลดต้นทุนและเวลาด้านการผลิตมาประยุกต์ใช้กับสถานประกอบการ เช่นงานวิจัย [12] ได้นำหลักการการลดความสูญเปล่า ทั้ง 7 ประการ (7 Waste) มาใช้เพื่อประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตไม่กวาดทางมะพร้าวให้กับวิสาหกิจชุมชนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุบลราชธานี โดยสามารถลดเวลา จำนวนขั้นตอนในการทำงาน รวมถึงลดจำนวนพนักงานลงได้ ซึ่งนับว่าเป็นการลดต้นทุนให้กับวิสาหกิจชุมชนเป็นอย่างดี เช่นเดียวกับงานวิจัย [13] นำหลักการ ECRS และออกแบบอุปกรณ์การตัดกระยาสารทใหม่ โดยปรับเปลี่ยนจากการใช้แรงจากมือกด เป็นใช้เท้ากดโดยใช้หลักการของโมเมนต์ ซึ่งเพิ่มแรงในการตัดกระยาสารท ขึ้น 3.8 เท่าของแรงกดเดิม นอกจากจะลดความเมื่อยล้าของพนักงานลงแล้วยังลดเวลาที่ใช้ในการผลิตต่อชั่วโมงอีกด้วย และงานวิจัย [14] ได้ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหา คือแผนผังแสดงเหตุและผล การออกแบบการทำงาน และสร้างเครื่องล้างไข่เค็มกึ่งอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

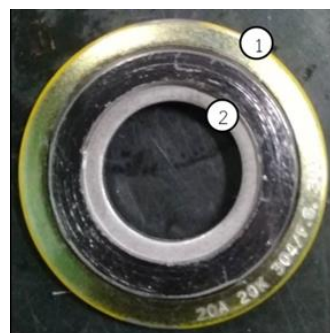
ในกระบวนการทำความสะอาดไข่เค็มพอกดิน โดยสามารถลดเวลาในการทำความสะอาดได้ 12.48 วินาที คิดเป็น 80.44 % จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การนำหลักการเพิ่มผลผลิตเพื่อลดต้นทุนนั้นสามารถไปประยุกต์ใช้ได้กับสถานประกอบการทุกขนาด และทุกประเภทของการทำธุรกิจ โดยงานวิจัยนี้ได้นำหลักการด้านการเพิ่มผลผลิตโดยเฉพาะการศึกษาการเวลาและการออกแบบอุปกรณ์มาใช้ในการแก้ไขปัญหให้กับบริษัทกรณีศึกษา

4. วิธีวิจัยดำเนินงาน

ในการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้เริ่มจากการศึกษาภาพรวมการทำงานของบริษัทกรณีศึกษา พร้อมทั้งรวบรวมปัญหาที่เกิดขึ้นในสภาพการทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงาน หลังจากนั้นจึงร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาร่วมกันออกแบบปรับปรุงวิธีการทำงานโดยสร้างอุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็น หลังจากนั้นจึงเก็บผลด้านเวลาหลังปรับปรุงเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานและสรุปผลในการวิจัย โดยสามารถแบ่งขั้นตอนในการดำเนินงานได้ดังนี้

4.1 ศึกษากระบวนการทำงานในการประกอบปะเก็นโลหะ

จากการเข้าไปศึกษากระบวนการทำงานโดยรวมของบริษัทกรณีศึกษาพบว่ากระบวนการประกอบปะเก็นโลหะนั้นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตมากที่สุด ดังนั้นกระบวนการนี้จึงใช้เวลามากที่สุดในการทำงาน โดยมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์แสดงดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ผลิตภัณฑ์ปะเก็นโลหะ

4.2 การศึกษาด้านเวลาในการทำงาน

ในการศึกษาเวลาการทำงานของกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะ จะทำการจับเวลาเพื่อหาค่าเฉลี่ยในการทำงาน 10 ครั้ง และความคลาดเคลื่อนของข้อมูลไม่เกิน $\pm 5\%$ ภายใน 95 % ของความเชื่อมั่น

ตารางที่ 1 ตารางแสดงเวลาเฉลี่ยของกระบวนการทำงานในการประกอบปะเก็นโลหะ ก่อนปรับปรุง

ขั้นตอน	งานย่อย	เวลาเฉลี่ย ($\bar{X}$)
1	หยิบปะเก็นตัวผู้จากกล่องใส่ชิ้นงานและวางปะเก็นบนโต๊ะ	3.68
2	หยิบปะเก็นตัวเมียจากกล่องใส่ชิ้นงาน และวางลงบนปะเก็นตัวผู้	3.60
3	ใช้ค้อนทุบปะเก็นแต่ละด้านให้ประกบเข้าด้วยกัน	9.66
4	วางชิ้นงานที่เสร็จแล้วในกล่อง	1.15
เวลารวม		18.09

หลังจากที่ได้ค่าเฉลี่ยของงานย่อยทั้ง 4 ขั้นตอนแล้ว จึงนำค่าเฉลี่ยไปหาเวลาปกติของการทำงาน (Normal Time) โดยใช้การประเมินอัตราความเร็วของพนักงานด้วยวิธี (Westinghouse System of Rating) [5] โดยแบ่งองค์ประกอบความเร็วในการทำงานเป็น 4 ด้าน ได้แก่ ด้านทักษะในการทำงาน (Skill) ความพยายาม (Effort) สภาพการทำงาน (Working Condition) และความสม่ำเสมอในการทำงาน (Consistency) ซึ่งผลของการประเมินอัตราความเร็วในการทำงานของพนักงานแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การประเมินอัตราความเร็วในการทำงานพนักงาน

องค์ประกอบความเร็ว	คะแนนที่ได้จากการประเมิน
ทักษะ	B2 (ดีมาก) = + 0.08
ความพยายาม	C2 (ดี) = + 0.02
สภาพเงื่อนไขของการทำงาน	E (พอใช้) = - 0.03
ความสม่ำเสมอ	B (ดีมาก) = + 0.03
ผลรวม	+ 0.10

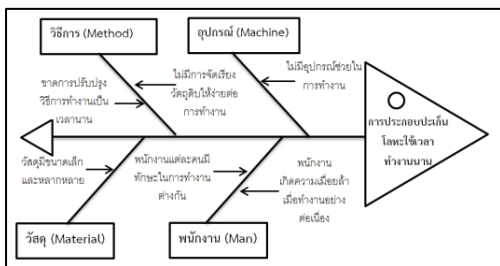
จากนั้นจึงกำหนดค่าเผื่อในการทำงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการประเมินค่าเผื่อในการทำงานไว้ 15 % และนำค่าเผื่อไปคำนวณหาเวลามาตรฐาน (Standard Time) แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การคำนวณหาเวลามาตรฐานของการทำงานก่อนปรับปรุง

ขั้นตอนย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	อัตราความเร็วในการทำงาน	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1.หยิบปะเก็นตัวผู้จากกล่องใส่ชิ้นงานและวางปะเก็นบนโต๊ะ	3.68	1.10	4.05	1.15	4.66
2.หยิบปะเก็นตัวเมียจากกล่องใส่ชิ้นงาน และวางลงบนปะเก็นตัวผู้	3.60	1.10	3.96	1.15	4.55
3. ใช้ค้อนทุบปะเก็นแต่ละด้านให้ประกบเข้าด้วยกัน	9.66	1.10	10.63	1.15	12.22
4.วางชิ้นงานที่เสร็จแล้วในกล่อง	1.15	1.10	1.27	1.15	1.45
เวลารวม	18.09	-	19.90	-	22.88

4.3 ศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

เนื่องจากจำนวนผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีค่าสูงชัน และต้องใช้เวลาในการผลิตนาน จากการเก็บข้อมูลด้านเวลาข้างต้น พบว่า ขั้นตอนที่ 3 เมื่อต้องการประกอบชิ้นงานพนักงานจะนำปะเก็นโลหะตัวผู้มาวางใส่ในปะเก็นโลหะตัวเมีย และใช้ค้อนทุบทุกมุมของปะเก็นเข้าด้วยกัน ซึ่งนอกจากจะเป็นกระบวนการที่นานแล้ว ยังส่งผลต่อความเมื่อยล้าของพนักงานเมื่อต้องทำงานเป็นเวลานาน ซึ่งสามารถแสดงโดยแผนผังเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เพื่อจะได้หาแนวทางในการแก้ไขปัญหาดังต่อไป ดังรูปที่ 3

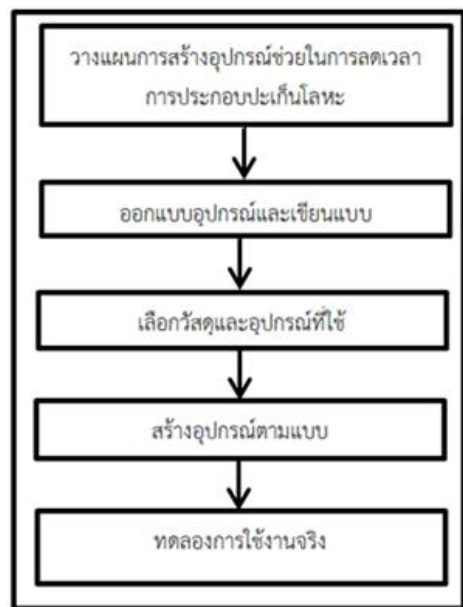


รูปที่ 3 แผนผังเหตุและผลแสดงถึงสาเหตุที่ใช้เวลาในการกระบวนการประกอบชิ้นงานนาน

จากการวิเคราะห์ปัญหาข้างต้น พบว่าปัญหาหลัก ๆ คือ กระบวนการประกอบปะเก็นโลหะใช้เวลานานเป็น เพราะ ไม่มีอุปกรณ์ช่วยในการประกอบชิ้นงานเพื่อทำงานให้ง่ายขึ้น นอกจากนั้นการทำงานจะเป็นการทำต่อเนื่องและเมื่อผ่านไปหลายชั่วโมงพนักงานจะเกิดความเมื่อยล้า ประสิทธิภาพในการทำงานจะต่ำลงและเป็นผลให้ใช้เวลานานมากขึ้นกว่าเดิม ทั้งนี้ทางผู้วิจัยและสถานประกอบการเล็งเห็นตรงกันว่า ควรจะเข้ามาคิดค้นและออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการประกอบชิ้นงานเพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4.4 การออกแบบออกแนวทางการปรับปรุงการทำงาน

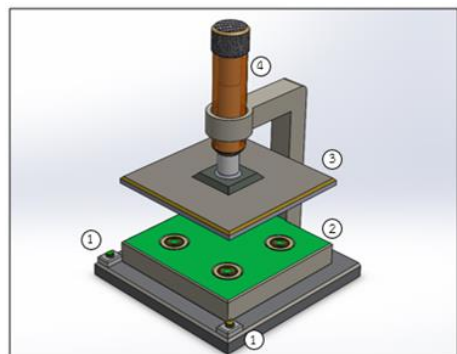
ทางผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานขึ้นมาใหม่ เพื่อให้พนักงานสามารถทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น [15] โดยการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงานนี้คณะผู้จัดทำได้ใช้โปรแกรม Solid Works ช่วยในการออกแบบ ในงานวิจัยนี้ได้วางแผนในการออกแบบอุปกรณ์ช่วยผลิตชิ้นงาน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ขั้นตอนการวางแผนและออกแบบอุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ

4.5 การออกแบบอุปกรณ์

การออกแบบอุปกรณ์ช่วยในกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะนั้น มีแนวคิด คือ จากเดิมที่พนักงานจะต้องใช้ค้อนทุบปะเก็นตัวผู้ และปะเก็นตัวเมียให้ประกบเข้าด้วยกันครั้งละ 1 คู่หรือ 1 ชิ้น ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบให้อุปกรณ์ช่วยนั้นสามารถประกอบปะเก็นได้ครั้งละ 4 คู่หรือ 4 ชิ้น ซึ่งจะสามารถทำงานได้ไวและได้ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 อุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ

จากรูปภาพแสดงถึงการออกแบบอุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ ซึ่งสามารถแบ่งส่วนประกอบออกได้เป็น 4 ส่วนได้แก่

1. ปุ่มกด (ซ้ายและขวา) ทำหน้าที่เป็นตัวส่งการให้ जानลงมากดชิ้นงานประกบเข้าด้วยกัน

โดยตัวปุ่มกดจะต้องกดพร้อมกันทั้งสองปุ่ม เพื่อเป็นการ Safety และป้องกันอุบัติเหตุจากการทำงาน

2.ฐานวางชิ้นงาน ทำหน้าที่เป็นฐานวางชิ้นงาน โดยมีลักษณะเป็นหลุม

3.จานกดชิ้นงาน ทำหน้าที่กดชิ้นงานที่อยู่ในหลุมให้ประกบเข้าด้วยกัน

4.กระบอกสูบลม ทำหน้าที่เป็นแรงกดให้จานกดชิ้นงานลงมาดันปะเก็นให้ประกบเข้ากันได้พอดี

การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์นั้นได้เลือกวัสดุที่เหมาะสมได้ทั่วไป ประกอบง่าย มีความทนทานต่อการใช้งาน และทนทานต่อแรงกดของอุปกรณ์ เนื่องจากต้องมีการใช้งานอย่างต่อเนื่อง รวมถึงสามารถซ่อมบำรุงได้ง่าย และพนักงานทุกคนสามารถใช้งานได้ซึ่งแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงการเลือกวัสดุและอุปกรณ์

ชิ้นส่วน	รายการ	วัสดุที่เลือกใช้
1	โครงวางอุปกรณ์ช่วยประกอบชิ้นงาน	เหล็ก S45C
2	ฐานวางชิ้นงาน	Superlene Sheet
3	จานกดชิ้นงาน	เหล็ก S45C
4	คานยึดกระบอกลม	เหล็ก S45C

5. ผลการดำเนินงาน

5.1 การศึกษาวิธีการทำงานหลังปรับปรุง

จากการสร้างอุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ พบว่า การทำงานต่อครั้งอาจจะใช้เวลามากขึ้น แต่จำนวนชิ้นงานที่ได้จะเพิ่มขึ้น จาก 1 ชิ้น เป็น 4 ชิ้น เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยต่องานที่ได้ 1 ชิ้น พบว่าใช้เวลาลดลง ซึ่งการใช้งานจริงแสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การนำอุปกรณ์ช่วยลดเวลาในการประกอบปะเก็นโลหะ

จากการนำไปใช้งานจริงพบว่า มีขั้นตอนการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม โดยผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง ดังตารางที่ 5 ดังนี้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขั้นตอนการทำงานก่อนและหลังปรับปรุง

ก่อนปรับปรุงโดยใช้ค้อน	หลังปรับปรุงโดยใช้อุปกรณ์ช่วยประกอบ
1. หยิบปะเก็นตัวผู้จากกล่องใส่ชิ้นงานและวางปะเก็นบนโต๊ะ	1. หยิบปะเก็นตัวผู้และตัวเมียจากกล่องมาประกบกัน
2. หยิบปะเก็นตัวเมียจากกล่องใส่ชิ้นงาน และวางลงบนปะเก็นตัวผู้	2. วางปะเก็นที่ประกบกกันลงในฐานวางชิ้นงาน
3. ใช้ค้อนทุบปะเก็นแต่ละด้านให้ประกบเข้าด้วยกัน	3. กดสวิทช์เพื่อให้อุปกรณ์ประกบชิ้นงานทำงาน
4. วางชิ้นงานที่เสร็จแล้วในกล่อง	4. ยกฐานชิ้นงานออกจากอุปกรณ์ช่วย เพื่อเทชิ้นงานที่ประกบแล้วลงในกล่องที่เตรียมไว้

5.2 การศึกษาเวลาหลังปรับปรุงการทำงาน

หลังจากที่นำอุปกรณ์ไปใช้งานจริงจึงได้เก็บข้อมูลด้านของเวลาในการผลิตหลังได้มีการปรับปรุงการทำงาน มีขั้นตอนการทำงานที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมซึ่งสามารถแสดงดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ตารางแสดงเวลาเฉลี่ยของกระบวนการทำงานในการประกอบปะเก็นโลหะ หลังปรับปรุง

ขั้นตอน	งานย่อย	เวลาเฉลี่ยต่อ 1 ครั้ง ($\bar{X}$)	เวลาเฉลี่ยต่อ 1 ชิ้น ($\bar{X}$)
1	หยิบปะเก็นตัวผู้และตัวเมีย จากกล่องมาประกอบกัน	5.6	1.40
2	วางปะเก็นที่ประกอบกันลงในฐานวางชิ้นงาน	6.88	1.72
3	กดสวิตช์เพื่อให้อุปกรณ์ประกอบชิ้นงานทำงาน	3.8	0.95
4	ยกฐานชิ้นงานออกจากอุปกรณ์ช่วย เพื่อเทชิ้นงานที่ประกอบแล้วลงในกล่องที่เตรียมไว้	6.25	1.56
เวลารวม		22.53	5.63

หมายเหตุ : การทำงาน 1 ครั้ง จะได้ชิ้นงาน 4 ชิ้น

เมื่อได้ค่าเวลาเฉลี่ยของกระบวนการทำงานในการประกอบปะเก็นโลหะหลังปรับปรุงแล้วจึงทำการประเมินอัตราความเร็วของพนักงานและค่าเผื่อในการทำงานเหมือนการทำงานก่อนปรับปรุง ซึ่งแสดงดังในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การคำนวณหาเวลามาตรฐานของการทำงานหลังปรับปรุง

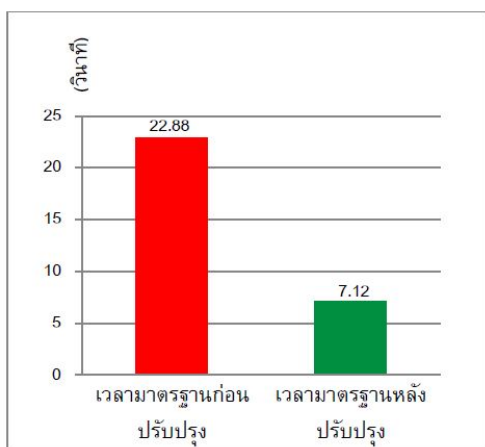
ขั้นตอนย่อย	เวลาเฉลี่ย (วินาที)	อัตราความเร็วในการทำงาน	เวลาปกติ (วินาที)	เวลาเผื่อ (%)	เวลามาตรฐาน (วินาที)
1.หยิบปะเก็นตัวผู้และตัวเมีย จากกล่องมาประกอบกัน	1.40	1.10	1.54	1.15	1.77
2.วางปะเก็นที่ประกอบกันลงในฐานวางชิ้นงาน	1.72	1.10	1.89	1.15	2.18
3.กดสวิตช์เพื่อให้อุปกรณ์ประกอบชิ้นงานทำงาน	0.95	1.10	1.05	1.15	1.20
4.ยกฐานชิ้นงานออกจากอุปกรณ์ช่วย เพื่อเทชิ้นงานที่ประกอบแล้วลงในกล่องที่เตรียมไว้	1.56	1.10	1.72	1.15	1.97
เวลารวม	5.63	-	6.2	-	7.12

จากการเก็บข้อมูลเวลามาตรฐานหลังการปรับปรุงพบว่า กระบวนการทำงานมีการเปลี่ยนแปลงแต่ในภาพรวมนั้นกระบวนการทำงานยังเหมือนเดิม โดยภาพรวมเวลาในแต่ละขั้นตอนลดลงยกเว้นขั้นตอนที่ 4 ต้องเพิ่มการยกชิ้นงานออกจากตัวอุปกรณ์ หลังจากนั้นจึงเทชิ้นงานลงในกล่องใส่ชิ้นงานที่เตรียมไว้ ซึ่งจะทำให้เวลาในขั้นตอนนี้เพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่โดยรวมเวลาในกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะลดลง ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ตารางเปรียบเทียบเวลามาตรฐานของกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะ ก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง

การทำงาน	ข้อมูลด้านเวลามาตรฐาน
ก่อนปรับปรุง (วินาที)	22.28
หลังปรับปรุง (วินาที)	7.12
เวลาที่ลดลง (วินาที)	15.76
เปอร์เซ็นต์ที่ลดลง (%)	68.88%

เนื่องจากงานย่อยของแต่ละขั้นตอนมีการเปลี่ยนแปลงจึงไม่สามารถนำแต่ละขั้นตอนมาเปรียบเทียบกันได้ เนื่องจากการทำงานแตกต่างกัน ดังนั้นการเปรียบเทียบเวลาเพื่อสรุปเวลาในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จึงได้เปรียบเทียบภาพรวมของกระบวนการประกอบปะเก็นโลหะโดยรวม ซึ่งแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การเปรียบเทียบเวลามาตรฐานก่อนและหลังปรับปรุง

6.สรุปผลดำเนินการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

จากการศึกษากระบวนการผลิต ของบริษัท กรณีศึกษาพบว่า มีปัญหาในกระบวนการผลิต คือ ชิ้นงานปะเก็นโลหะใช้เวลามากในการประกอบเข้าด้วยกัน ทางบริษัทกรณีศึกษาต้องการลดเวลาในการผลิตลง เมื่อเข้าไปศึกษา พบว่ากระบวนการประกอบปะเก็นเข้าด้วยกัน เป็นคอขวดสำหรับการผลิต จึงได้ออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการประกอบปะเก็นโลหะเข้ามา

ช่วยในกระบวนการผลิตปะเก็น พบว่าเวลาในกระบวนการผลิตลดลงจากก่อนปรับปรุง 22.88 วินาทีต่อชิ้น ลดลงเหลือ 7.12 วินาทีต่อชิ้น คิดเป็น 68.88 % จากการนำหลักทางวิศวกรรมอุตสาหการ การศึกษาการทำงาน กระบวนการแก้ไขปัญหาด้วยแผนผังเหตุและผล รวมถึงการออกแบบอุปกรณ์ช่วยในการทำงาน เมื่อนำไปประยุกต์กับการทำงานจริงสามารถลดเวลาในการทำงานได้ นอกจากจะลดเวลาในการทำงานได้ยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตโดยรวมเช่นเดียวกับงานวิจัยที่ได้กล่าวมาในงานวิจัยนี้

6.2 ข้อเสนอแนะการดำเนินงานวิจัย

จากการเข้าไปศึกษากระบวนการผลิตปะเก็นโลหะพบว่ายังพบกระบวนการอื่นที่มีลักษณะการทำงานแบบเดิมคือการขาดการปรับปรุง ไม่มีการพัฒนากระบวนการทำงานเป็นระยะเวลานาน เช่น ส่วนงานผลิตอะไหล่ยานยนต์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ใช้เวลาในการทำงานนาน โดยสามารถนำหลักการออกแบบในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดเวลาในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนอื่นของสถานประกอบการได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม , รายงานสถานการณ์ SME ปี 2562 , ข้อมูลจาก <https://www.sme.go.th/th/download.php?modulekey=215> (วันที่สืบค้นข้อมูล 12 มิถุนายน 2563)
- [2] วิภูษิต จันทรมณี, การบริหารต้นทุนเพื่อการอยู่รอดขององค์กร, Automotive Navigator, สถาบันยานยนต์ , ฉบับเดือน เมษายน – มิถุนายน 2563.
- [3] Mario Coccia, The Fishbone Diagram to Identify, Systematize and Analyze the Sources of General Purpose Technologies, Journal of Social and Administrative Sciences, Vol. 4(4), 2017. pp. 291-303.
- [4] รัชต์วรรณ กาญจนปัญญาคม, การศึกษางานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ: ทอปป; 2550.
- [5] วันชัย ริจิรวณิช, การศึกษาการทำงาน หลักการและกรณีศึกษา, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

- มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 8 พ.ศ. 2555.
- [6] โสภิตา จรเด่น, และโพยมม วรเชษฐาวาตร์, การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน : กรณีศึกษากลุ่มตัดเย็บเสื้อผ้าศูนย์สังเคราะห์และฝึกอบรมสรีระภาคใต้ จังหวัดสงขลา (in Thai), Proceedings of Industrial Engineering Network Conference 2016, 7 – 8 July 2016, Khon Kaen, Thailand.
- [7] วัฒนชัย ประสงค์, พิทักษ์ พนาวัน, และสุนทร มูลทา, การปรับปรุงผลผลิตภาพการผลิตโดยใช้ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์ในการผลิตพัดลม (in Thai), Proceedings of Industrial Engineering Network Conference 2016, 7 – 8 July 2016, Khon Kaen, Thailand.
- [8] พิศุทธิ์ พงศ์ชัยฤกษ์, การศึกษาเวลาโดยตรงเพื่อการวัดผลงานของคนงาน, วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา, ปีที่ 6 ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2555, หน้า 12 – 21.
- [9] Phillip Marksberry and David Parsley, Managing the IE (Industrial Engineering) Mindset: A quantitative investigation of Toyota's practical thinking shared among employees, Journal of Industrial Engineering and Management, Vol 4(4), 2011. pp. 771 - 799.
- [10] Mildrend Montoya-Reyes, Alvaro González-Angeles, Ismael Mendoza-Muñoz, Margarita Gil-Samaniego-Ramos and Juan Ling-López, Method Engineering to Increase Labor Productivity and Eliminate Downtime, Journal of Industrial Engineering and Management, Vol 13(2), 2020. pp. 321 - 331.
- [11] กนกนภา บุญสูงประเสริฐ และก้องภู นิมนันท์, การปรับปรุงผลผลิตภาพกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว กรณีศึกษา: โรงงานผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ฉบับที่ 26(3) กันยายน-ธันวาคม 2562, หน้า 1-13.
- [12] คลอเคลีย วจนะวิชากร, การลดความสูญเปล่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตไม้กวาดทางมะพร้าว กรณีศึกษาวิสาหกิจชุมชนบ้านบุงหวาย จังหวัดอุบลราชธานี ,วารสารวิชาการวิศวกรรมศาสตร์ ม.อบ., ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2563, หน้า 141 – 152.
- [13] ชยันต์ คำบรรลือ, ธนย์นรี พรไพเราะเพชร และไกรสร วงษ์ปู้, การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการตัดกระยาสารท กลุ่มวิสาหกิจชุมชนชนมไทยบ้านตาก, วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, ปีที่ 4 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2562, หน้า 45 – 53.
- [14] โสภิตา จรเด่น, ภัทราภา จ้อยพจน์ และ วิชัย ประยูร, การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไข่เค็มด้วยเครื่องล้างไข่เค็มพอกดินกึ่งอัตโนมัติ (in Thai), Proceedings of Industrial Engineering Network Conference 2020, 7 – 8 May 2020, Bangkok, Thailand.
- [15] วชิระ มีทอง, การออกแบบจิ๊กและฟิกซ์เจอร์, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น); 2551.