



การเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์โดยการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องจักร  
IMPROVING THE PRODUCTION CAPACITY OF ELECTRONIC COMPONENTS BY INCREASING  
SPEED OF MACHINE PRODUCTION

ฐปนนท์ อ่อนหวานวรกิจ<sup>1</sup> และศิริรัตน์ พัฒนไพโรจน์<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

<sup>2</sup>อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ABSTRACT

ในปัจจุบันความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง และส่วนประกอบหลักของสินค้าจำพวกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คืออุปกรณ์ประเภทรีเลย์และสวิตช์ เมื่อมีความต้องการที่สูงขึ้น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาศักยภาพในการผลิตให้สูงขึ้นตามไปด้วย งานวิจัยนี้จึงได้ทำการหาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบหลักของรีเลย์และสวิตช์ของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อให้สามารถรองรับยอดการผลิตที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยใช้ผังแสดงสาเหตุและผลหรือแผนผังก้างปลาในการค้นหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาการผลิตสินค้าไม่ทันเวลา ทำให้ทราบว่า ปัจจัยหลักอยู่ที่กำลังการผลิตของเครื่องจักร จึงได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่มีอยู่ให้มีกำลังการผลิตที่สูงขึ้น ควบคู่กับการควบคุมความสามารถของกระบวนการ ภายหลังการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรพบว่าสามารถเพิ่มกำลังผลิตได้มากขึ้นถึง 66.67 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดจำนวนวันในการทำงานให้แล้วเสร็จภายในเวลาได้ถึง 40.00 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** อิเล็กทรอนิกส์, การเพิ่มกำลังการผลิต, แผนผังก้างปลา, เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ, ความสามารถของกระบวนการ

บทคัดย่อ

Nowadays, the demand of electrical machines is increasing rapidly. Relay and switch are the important parts of electronic equipment. Improving the production capacity of electronic components is necessary to accommodate the fast-growing demand of relay and switch and to meet the needs of customers. The objectives of this study were to improve the production capacity of the electronic components of the relay and switch. Fish bone diagram was used to find the influencing factors of the production capacity. We found that the using speed of machine below the machine capacity is the main factor of the problem. After improved the production capacity by increasing the speed of machine, the production capacity of the part of relay and switch increases up to 66.67 percent and the number of working days to be completed within a period reduces to 40.00 percent.

**KEYWORDS:** Electronic, Production Improvement, Fish Bone Diagram, Metal Molding Machine, Process Capability

Tapanon Onwanvorakit<sup>1</sup> and Sirorat Pattanapairoj<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Student, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

<sup>2</sup> Lecture, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen University.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเราไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับทุกครัวเรือน ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งส่วนประกอบหลักที่สำคัญสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คืออุปกรณ์จำพวกรีเลย์และสวิตช์ เมื่อมีความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สูงขึ้น ความต้องการรีเลย์และสวิตช์ก็มากขึ้นด้วยเช่นกัน ส่งผลให้อุตสาหกรรมผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ประเภทรีเลย์และสวิตช์มีอัตราการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น จึงจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตให้สามารถผลิตสินค้าเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้น ได้ทันเวลา

ในอุตสาหกรรมการผลิต หัวใจสำคัญในการผลิตสินค้าเพื่อให้ได้มาซึ่งปริมาณสินค้าที่ต้องการคือ เครื่องจักร การใช้เครื่องจักรให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเป็นสิ่งที่อุตสาหกรรมการผลิตต้องการ แต่ปัญหาหลักประการหนึ่งที่ไม่สามารถใช้เครื่องจักรได้เต็มประสิทธิภาพคือ คุณภาพสินค้าที่ถูกผลิตจากการใช้เครื่องจักรเต็มกำลังการผลิตมักจะไม่ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียในหลากหลายด้าน เช่นการใช้วัตถุดิบในการผลิตไปอย่างสูญเปล่า หรือการใช้พลังงานในการผลิตมากขึ้นแต่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าของสินค้าที่มากขึ้นตามไปด้วย เป็นต้น ดังนั้นการรักษาสมดุลของการเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องจักรควบคู่กับการรักษาคุณภาพสินค้าของสินค้าที่ผลิตให้ได้ตามมาตรฐานจึงเป็นเรื่องยาก

จากการศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานผลิตรีเลย์และสวิตช์กรณีศึกษาพบว่า กระบวนการผลิตของโรงงานสามารถแบ่งออกเป็น 3 แผนกหลักดังนี้ แผนกที่ทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ (Metal Parts) แผนกที่ทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นพลาสติก (Plastic Parts) และแผนกที่ทำการประกอบขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ (Assembly Parts) โดยแผนกที่ไม่สามารถผลิตชิ้นส่วนที่เป็นส่วนประกอบของรีเลย์และสวิตช์ได้ทันตามความต้องการคือ แผนกที่ทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ เนื่องจากมีกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอ ประกอบกับการมีอัตราการสั่งผลิตชิ้นส่วนโลหะที่เป็นส่วนประกอบของรีเลย์และสวิตช์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในหลายรุ่น และเมื่อมีความล่าช้าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่แผนกนี้ ก็จะส่งผลให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิตที่แผนกถัดไป จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นงานโลหะเพื่อให้สามารถผลิตสินค้าได้ทันเวลา ในการเพิ่มกำลังการผลิตนั้นสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบเช่น การเพิ่มจำนวนแรงงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต การเพิ่มปริมาณเครื่องจักร หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต เป็นต้น การเพิ่มจำนวนแรงงานหรือเพิ่มปริมาณเครื่องจักรในโรงงาน จะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาการผลิตสินค้าที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการที่เหมาะสมก็ต่อเมื่อ โรงงานอุตสาหกรรมได้มีการใช้งานแรงงานและเครื่องจักรที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างเต็มประสิทธิภาพแล้ว ในทางตรงกันข้าม หากแรงงานและเครื่องจักรที่มีอยู่นั้น ยังไม่ถูกใช้งานอย่างเต็มประสิทธิภาพ การเพิ่มจำนวนแรงงานหรือเพิ่มปริมาณเครื่องจักรก็ไม่ใช่วิธีแนวทางในการแก้ปัญหาที่เหมาะสม ซึ่งจากการวิเคราะห์โดยใช้ผังแสดงสาเหตุและผลพบว่า เครื่องจักรที่ใช้ในแผนกผลิตชิ้นงานโลหะของโรงงานกรณีศึกษามีกำลังการผลิตไม่เพียงพอเนื่องมาจากการเดินเครื่องจักรไม่เต็มกำลัง ซึ่งเครื่องจักรแต่ละเครื่องมีกำลังการผลิตสูงสุดอยู่ที่ 500 – 600 ชิ้น/นาที่ แต่มีการเดินกำลังการผลิตจริงอยู่ที่ 300 ชิ้น/นาที่ และจากข้อมูลการผลิตชิ้นงานโลหะที่เป็นส่วนประกอบของรีเลย์และสวิตช์ย้อนหลัง 6 เดือน พบว่า ชิ้นงานโลหะที่เป็นส่วนประกอบของรีเลย์และสวิตช์รุ่นที่มีความต้องการสูงสุด แต่มีกำลังในการผลิตที่ไม่เพียงพอ นั้นถูกผลิตที่เครื่องจักร (เครื่องบีบขึ้นรูปโลหะ) ที่มีความเร็วในการผลิตเพียง 300 ชิ้น/นาที่ ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาหาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องจักรนั้น โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีความเร็วรอบในการผลิตที่สูงขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะและลดระยะเวลาแล้วเสร็จของการผลิตชิ้นงานโลหะที่เป็นส่วนประกอบของรีเลย์และสวิตช์

## 3. หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุและรากของปัญหา

การค้นหาที่มาและสาเหตุของปัญหาโดยการวิเคราะห์ด้วยแผนผังแสดงสาเหตุและผล (แผนผังก้างปลา) และการใช้หลักการ Why-Why (ทำไม-ทำไม) เป็นวิธีที่นิยมใช้ในงานวิจัยกันอย่างแพร่หลายทั้งในอดีตและปัจจุบัน ดังตัวอย่างงานวิจัยของ [1-6] เนื่องจากสามารถทำได้ง่าย และทำให้ผู้วิเคราะห์สามารถมองเห็นรากของปัญหาที่แท้จริงได้ [7] แผนผังก้างปลาจะถูกสร้างจากการระดมความคิดของบุคลากรที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตที่ต้องการแก้ปัญหา โดยเริ่มจากการกำหนดให้ปัญหาหรือสิ่งที่ต้องการปรับปรุงแก้ไขอยู่ที่ด้านขวาของแผนผัง (บริเวณหัวปลา) และสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดปัญหายู่อทางด้านซ้ายของแผนผัง (บริเวณก้างปลา) ในบริเวณก้างปลานั้น จะประกอบด้วยก้างปลาหลักที่แสดงสาเหตุหลักที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และก้างปลาย่อยที่แสดงถึงสาเหตุดังกล่าว สาเหตุหลักที่ก่อให้เกิดปัญหาในกระบวนการผลิตส่วนใหญ่มักเกิดจาก คน (Man) เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ (Machine) วัสดุที่ใช้ในการผลิต (Material) วิธีการในการผลิต (Method) และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (Environment) [8] เมื่อสามารถกำหนดสาเหตุหลักและสาเหตุดังกล่าวที่ก่อให้เกิดปัญหาจากการระดมสมองแล้ว การประมวลผลเพื่อหาข้อสรุปของปัญหาที่แท้จริงจะถูกทำเป็นกระบวนการสุดท้าย เมื่อได้ข้อสรุปหรือปัจจัยที่เป็นที่มาของปัญหาจากแผนผังก้างปลา ปัจจัยดังกล่าวจะถูกนำไปวิเคราะห์หารากของปัญหาและแนวทางการแก้ไขด้วยหลักการ ทำไม-ทำไม เพื่อทำการขจัดปัญหาให้หมดไป

### 3.2 เครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะแผ่น (Metal Molding Machine)

ส่วนประกอบที่สำคัญหรือหัวใจของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะแผ่นคือ แม่พิมพ์ขึ้นรูปโลหะแผ่น ซึ่งสามารถจำแนกประเภทของแม่พิมพ์ได้ตามรูปแบบของกระบวนการที่ใช้ในการขึ้นรูป เช่น แม่พิมพ์ตัด หรือแม่พิมพ์พับ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงเฉพาะส่วนประกอบของแม่พิมพ์ตัด เนื่องจากเป็นชนิดของแม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนของรีเลย์และสวิตช์ที่ต้องการเพิ่มกำลังการผลิตให้สูงขึ้น ส่วนประกอบหลักของชุดแม่พิมพ์ที่ใช้ในการตัดเดือนชิ้นงานคือ พันช์ (Punch) หรือแม่พิมพ์ตัวผู้ และคายน (Die) หรือแม่พิมพ์ตัวเมีย แม่พิมพ์ทั้งสองจะถูกติดตั้งในคายนเซ็ท (Die Set) หรือชุดฐานแม่พิมพ์ แม่พิมพ์ตัวผู้จะถูกยึดที่ด้านบนของฐานแม่พิมพ์ ซึ่งเรียกว่าพันช์เพลต (Punch Plate) หรือแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวผู้ และแม่พิมพ์ตัวเมียจะถูกยึดที่บริเวณด้านล่างของฐานแม่พิมพ์ ซึ่งเรียกว่าคายนเพลต (Die Plate) หรือแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย โดยปกติแม่พิมพ์ตัวผู้จะมีลักษณะคล้ายกับแม่พิมพ์ตัวเมีย แต่จะมีขนาดเล็กกว่า แม่พิมพ์ตัวผู้จะทำหน้าที่เคลื่อนที่เข้าหาแม่พิมพ์ตัวเมีย และในขณะที่แม่พิมพ์ทั้งสองประกบกัน จะมีช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ทั้งสอง ซึ่งขนาดของช่องว่างนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดหรือความหนาของแผ่น โลหะที่นำมาตัดขึ้นรูปเป็นชิ้นงานที่ต้องการ ในขณะที่ตัดขึ้นรูปชิ้นงานจะมีชิ้นส่วนที่ช่วยป้องกันการติดของแผ่น โลหะกับแม่พิมพ์ ซึ่งชิ้นส่วนดังกล่าวเรียกว่า สตรีปเปอร์เพลต (Stripper Plate) หรือแผ่นปลดชิ้นงาน นอกจากนี้ภายในชุดแม่พิมพ์ตัด ยังมีไกด์โพสต์ (Guide Post) หรือสลักนำศูนย์ และไกด์บุช (Guide Bush) หรือปลอกสลักนำศูนย์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญในการกำหนดความเที่ยงตรงให้กับแม่พิมพ์ในขณะที่ทำการปั๊มขึ้นรูปชิ้นงานอีกด้วย [9]

### 3.3 ความสามารถของกระบวนการ (Process Capacity)

ค่าความสามารถของกระบวนการคือค่าที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการผลิต โดยอาศัยการเก็บข้อมูลที่ได้จากกระบวนการผลิตมาเปรียบเทียบกับข้อกำหนด (Specification) ของกระบวนการ ซึ่งการประเมินค่าความสามารถของกระบวนการผ่านค่า  $C_p$  สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนระหว่างระยะห่างของขอบเขตข้อกำหนดด้านบน (Upper Specification Limit: USL) และขอบเขตข้อกำหนดด้านล่าง (Lower Specification Limit: LSL) กับการกระจายตัวของข้อมูล ( $\pm 3\sigma$ ) ดังสมการที่ (1) โดยที่  $\sigma$  หมายถึง ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} \quad (1)$$

อย่างไรก็ตาม บางครั้งการประเมินความสามารถของกระบวนการด้วยค่า  $C_p$  เพียงอย่างเดียวก็ไม่สามารถสะท้อนถึงความสามารถของกระบวนการได้อย่างถูกต้อง เนื่องจากค่า  $C_p$  เป็นเพียงการพิจารณาเฉพาะสัดส่วนความกว้างหรือระยะห่างของขอบเขตข้อกำหนดทั้งสองด้านเปรียบเทียบกับกระจายตัวของข้อมูล โดยไม่ได้ทำการพิจารณาถึงตำแหน่งของข้อมูลร่วมด้วย ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีการเคลื่อนตัวไปทางขอบเขตข้อกำหนดด้านใดด้านหนึ่ง จะส่งผลให้มีความน่าจะเป็นที่กระบวนการจะออกนอกค่าขอบเขตมาตรฐานที่กำหนดในค่านั้น ซึ่งในกรณีเช่นนี้ ค่า  $C_p$  ที่ได้อาจจะอยู่ในเกณฑ์ที่สูงแต่ในความเป็นจริงนั้นก็มีส่วนของเสียหรือของที่ไม่ได้มาตรฐานในกระบวนการผลิตที่สูงเช่นกัน [10] งานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ค่า  $C_{pk}$  ในการวัดความสามารถของกระบวนการแทนการใช้ค่า  $C_p$  เนื่องจาก ค่า  $C_{pk}$  มีการพิจารณาถึงตำแหน่งของข้อมูลร่วมด้วย โดยการพิจารณาความห่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูล ( $\bar{x}$ ) กับ ขอบเขตข้อกำหนดแต่ละด้าน โดยที่สัดส่วนระหว่างค่าความห่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลกับขอบเขตข้อกำหนดด้านบนเทียบกับการกระจายตัวของข้อมูลจะถูกเรียกว่าค่า  $C_{pu}$  และสัดส่วนระหว่างค่าความห่างของค่าเฉลี่ยของข้อมูลกับขอบเขตข้อกำหนดด้านล่างเทียบกับการกระจายตัวของข้อมูลจะถูกเรียกว่าค่า  $C_{pl}$  ดังสมการที่ (2) และ (3) ตามลำดับ โดยที่ค่า  $C_{pu}$  หรือ ค่า  $C_{pl}$  ที่มีค่าน้อยกว่าจะถูกเรียกว่าค่า  $C_{pk}$  ดังสมการที่ (4) เนื่องจากเป็นค่าที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงสัดส่วนของการมีสินค้าที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่สูงกว่า

$$C_{pu} = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \quad (2)$$

$$C_{pl} = \frac{\bar{x} - LSL}{3\sigma} \quad (3)$$

$$C_{pk} = \min(C_{pu}, C_{pl}) \quad (4)$$

## 4. วิธีการวิจัย

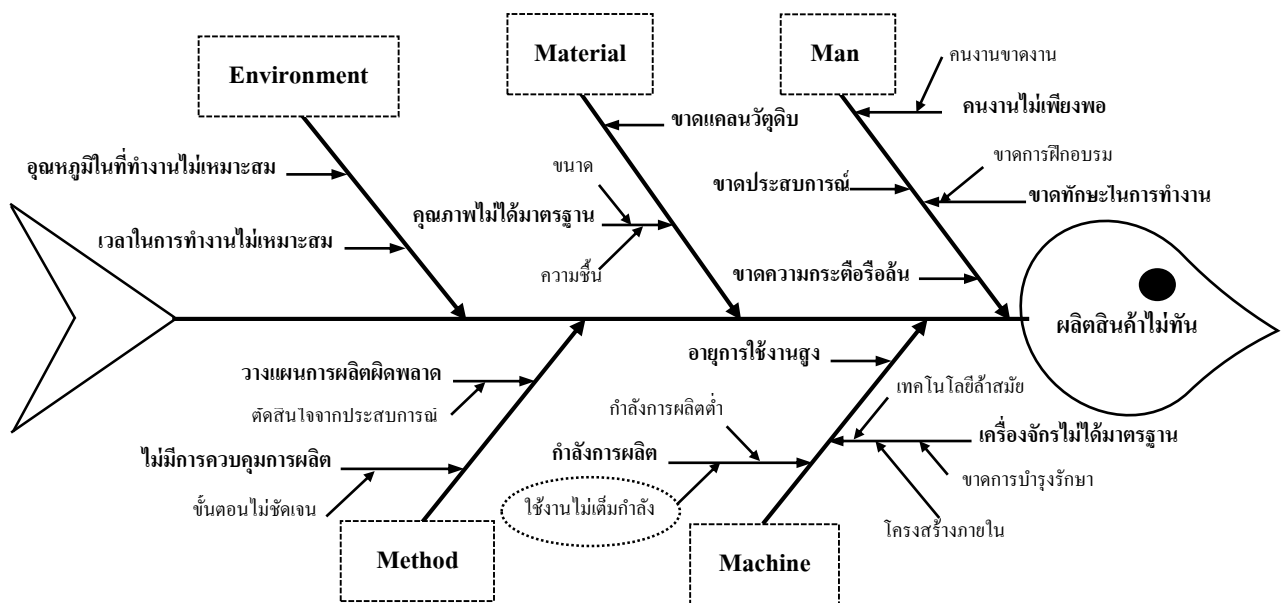
### 4.1 ศึกษากระบวนการผลิตและเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้เลือกทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในกระบวนการผลิตของแผ่นที่ทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ (Metal Part) เนื่องจากเป็นแผ่นที่ไม่สามารถผลิตชิ้นงานได้ทันเวลาที่กำหนด โดยทำการศึกษาข้อมูล รุนของชิ้นงาน จำนวนชิ้นงานที่มีการสั่ง

ผลิตในแต่ละรุ่น และเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานรุ่นต่างๆ ของแผนกนี้ย้อนหลังตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2560 ถึงเดือนเมษายน 2561 เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่จะนำไปทำการวิเคราะห์หาแนวทางในการเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นงานให้ทันเวลาและเพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

#### 4.2 วิเคราะห์ข้อมูล

จากการระดมความคิดเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการผลิตสินค้าไม่ทันเวลา ภายในแผนกที่ทำการผลิตชิ้นงานโลหะ โดยใช้หลักการของ 4M1E (Man, Machine, Material, Method และ Environment) เป็นกลุ่มปัจจัยหลักที่อาจเป็นสาเหตุของปัญหา พบว่า สาเหตุหลักของปัญหาการผลิตสินค้าไม่ทันเวลา เกิดขึ้นจากปัจจัยของเครื่องจักร ซึ่งมีสาเหตุย่อยมาจากกำลังการผลิตของเครื่องจักร เนื่องจากการใช้งานเครื่องจักรไม่เต็มกำลัง ดังรูป



รูปที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาการผลิตสินค้าไม่ทันเวลาด้วยแผนผังก้างปลา

#### 4.3 คัดเลือกเครื่องจักรและวางแผนปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร

จากการศึกษาข้อมูลการผลิตชิ้นงานโลหะย้อนหลังของโรงงานกรณีศึกษาพบว่า ชิ้นงานรุ่น AA ซึ่งเป็นรุ่นที่มีความต้องการสูงสุดในแต่ละเดือน เนื่องจากเป็นชิ้นงานที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์และสวิตช์ในหลายรุ่น ถูกผลิตโดยเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะที่มีความเร็วรอบในการผลิตเพียง 300 ชิ้น/นาที แต่จากการคำนวณค่าความเร็วรอบของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะที่จะสามารถทำให้ผลิตชิ้นงานได้ทันเวลาคือ 426 ชิ้น/นาที จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะนี้ โดยทำการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตควบคู่กับการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานเพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานที่ต้องการได้มากขึ้นและยังสามารถคงคุณภาพของชิ้นงานให้อยู่ในมาตรฐานได้

ในการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ จะเริ่มจากการตรวจสอบสภาพความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรว่าอยู่ในมาตรฐานที่กำหนดของเครื่องจักรหรือไม่ โดยทำการตรวจสอบค่าความขนานกันของแท่นวางแม่พิมพ์ด้านล่างและแท่นวางแม่พิมพ์ด้านบน (Parallelism of Ram Plate and Bolster) เพื่อไม่ให้แม่พิมพ์เกิดความเสียหายในขณะที่ผลิตชิ้นงาน ตรวจสอบค่าระยะเฟืองของเครื่องจักร (Clearance of Machine) ตรวจสอบความพร้อมของระบบตรวจจับความผิดปกติเบื้องต้นของเครื่องจักร (Obstruction Alarm Sensor) และตรวจสอบความพร้อมของแม่พิมพ์และคมตัดที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานที่ต้องการศึกษา เป็นต้น หากเครื่องจักรมีสภาพความพร้อมในการใช้งานอยู่ในมาตรฐานของเครื่องจักร จึงจะเริ่มทำการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องจักร

#### 4.4 ทดลองเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะจาก 300 ชิ้น/นาที เป็น 400 ชิ้น/นาที

เนื่องจากความเร็วรอบในการผลิตชิ้นงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะที่จะทำให้สามารถผลิตชิ้นงานรุ่น AA ได้ทันเวลา มีค่าเท่ากับ 426 ชิ้น/นาที งานวิจัยนี้จึงทำการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตชิ้นงานของเครื่องจักร โดยเริ่มจาก 400 ชิ้น/นาที ก่อนแล้วจึงเพิ่มเป็น 500 ชิ้น/นาทีในลำดับต่อไป

#### 4.5 ตรวจสอบความผิดปกติที่เกิดจากการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตชิ้นงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะ

4.5.1 วิเคราะห์หารากของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการใช้หลักการทำไม-ทำไม

4.5.2 หาแนวทางในการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้

4.5.3 ตรวจสอบผลของการแก้ปัญหา หากปัญหายังไม่ถูกแก้ไข ให้กลับไปข้อ 4.5.1

4.5.4 หากปัญหาถูกแก้ไขแล้ว และเครื่องจักรสามารถผลิตชิ้นงานชุดทดลองได้จนแล้วเสร็จ ให้ทำการสุ่มชิ้นงานมาทำการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานเพื่อประเมินความสามารถของกระบวนการและจัดทำมาตรฐานสำหรับการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะครั้งถัดไป

ทั้งนี้ ในข้อ 4.5.2 ถึง 4.5.4 จะถูกดำเนินการบนพื้นฐานของการใช้หลักวงจรคุณภาพ PDCA โดย P (Plan) คือขั้นตอนในการวางแผน D (Do) คือขั้นตอนในการปฏิบัติ C (Check) คือขั้นตอนในการตรวจสอบ และ A (Action) คือขั้นตอนในการดำเนินงานให้เหมาะสมหรือการจัดทำมาตรฐานในการทำงาน [11]

#### 4.6 ทดลองเพิ่มกำลังการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะเป็น 500 ชิ้น/นาที และสรุปผล

### 5. ผลการดำเนินงานวิจัย

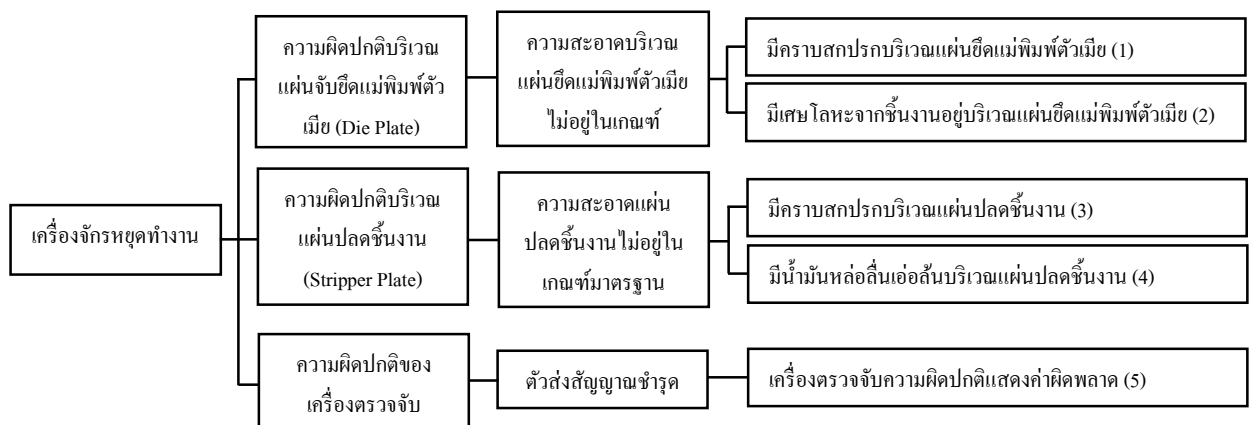
#### 5.1 ผลการทดลองจากการเพิ่มความเร็วในการผลิตของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะจาก 300 ชิ้น/นาที เป็น 400 ชิ้น/นาที

เมื่อทำการทดลองผลิตชิ้นงานที่ความเร็วรอบของเครื่องปั๊มขึ้นรูปโลหะเท่ากับ 400 ชิ้น/นาที พบว่าเครื่องจักรไม่สามารถที่จะทำการผลิตชิ้นงานได้จนครบจำนวนชุดทดลอง เนื่องจากระบบตรวจสอบความผิดปกติของเครื่องจักรตรวจพบความผิดปกติบางอย่าง จึงทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน ซึ่งความผิดปกติที่เกิดขึ้นนี้ถูกแสดงผลในด้านของการมีสิ่งกีดขวางในขณะที่ทำการปั๊มขึ้นรูปดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ความผิดปกติจาก Obstruction Alarm Sensor

เมื่อเครื่องบีบขึ้นรูปโลหะไม่สามารถทำงานได้ภายใต้การเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตชิ้นงานจาก 300 ชิ้น/นาที เป็น 400 ชิ้น/นาที จึงนำมาสู่การตรวจสอบหาสาเหตุของปัญหา และค้นหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง โดยปกติระบบตรวจจับสิ่งกีดขวางในขณะที่ทำการบีบขึ้นรูปโลหะ จะพิจารณาความผิดปกติจากระยะห่างของแผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate) และแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย (Die Plate) ที่วัดได้ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนด หากมีสิ่งกีดขวางบางอย่างเช่น มีเศษโลหะ หรือมีน้ำมันหล่อลื่นแอ่อสันอยู่ระหว่างแผ่นปลดชิ้นงาน และแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย จะทำให้ระยะห่างระหว่างแผ่นปลดชิ้นงานและแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมียที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน เครื่องจักรจะถูกสั่งให้หยุดทำงานทันที ดังนั้นที่มาของปัญหาจะต้องเกิดจากบริเวณแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย แผ่นปลดชิ้นงาน หรือจากตัวเครื่องตรวจจับสิ่งกีดขวางเอง โดยสาเหตุที่เป็นไปได้มีทั้งหมด 5 สาเหตุ ดังรูป



รูปที่ 3 สาเหตุของปัญหาเครื่องบีบขึ้นรูปโลหะหยุดทำงาน

จากสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้ง 5 สาเหตุ นำมาสู่การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาโดยใช้หลักการทำไม-ทำไม และหาวิธีการกำจัดปัญหาที่เกิดขึ้นให้หมดไป ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

กรณี	สาเหตุที่เป็นไปได้	รากของสาเหตุ	การแก้ปัญหา
1	คราบสกปรกบริเวณแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย	อุปกรณ์เป็นสนิมและมีเศษฝุ่น	ล้างแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวผู้ด้วยน้ำยากำจัดสนิมและทำการขัดคราบสนิมและฝุ่นออกจากบริเวณดังกล่าว
2	มีเศษโลหะจากชิ้นงานอยู่บริเวณแผ่นยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย	คมตัดชิ้นงานสึกหรอ ทำให้มีเศษโลหะเกิดขึ้นจากการตัดชิ้นงาน	ทำการเจียรระไนคมตัดชิ้นงาน หรือทำการเปลี่ยนคมตัดชิ้นงานใหม่หากคมตัดชิ้นงานมีการสึกหรอมาก
3	คราบสกปรกบริเวณแผ่นปลดชิ้นงาน	อุปกรณ์เป็นสนิมและมีเศษฝุ่น	ล้างแผ่นปลดชิ้นงานด้วยน้ำยากำจัดสนิมและทำการขัดคราบสนิมและฝุ่นออกจากบริเวณดังกล่าว

ตารางที่ 1 สาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา (ต่อ)

กรณี	สาเหตุที่เป็นไปได้	รากของสาเหตุ	การแก้ปัญหา
4	มีน้ำมันหล่อลื่นเออส์บนบริเวณแผ่นปลดชิ้นงาน	ปลอกสลักนำศูนย์ภายในแม่พิมพ์ (Stripper Guide Bush) ออกแบบมาไม่รองรับกับการไหลของน้ำมันหล่อลื่นภายในแม่พิมพ์ เมื่อทำการผลิตที่ความเร็วสูง ลมจากแรงอัดของการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของแม่พิมพ์จะไปทำให้น้ำมันหล่อลื่นที่อยู่ภายในปลอกสลักนำศูนย์เออส์บนบนแผ่นปลดชิ้นงาน (Stripper Plate)	เจาะร่องบริเวณขอบของปลอกสลักศูนย์ เพื่อให้เป็นช่องลม เมื่อแม่พิมพ์มีการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงในอัตราเร็วที่สูงขึ้น ช่องลมดังกล่าวจะช่วยระบายอากาศ ไม่ให้เกิดแรงอัดของลมที่ให้น้ำมันหล่อลื่นเออส์บนบนแผ่นปลดชิ้นงาน
5	เครื่องตรวจจับสิ่งกีดขวางในการบ่มขึ้นรูปแสดงค่าผิดพลาด	อุปกรณ์ชำรุด	เปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่

หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขรากปัญหาที่ค้นพบทั้ง 5 สาเหตุ พบว่าเครื่องบ่มขึ้นรูปโลหะสามารถผลิตชิ้นงานชุดทดลองได้จนแล้วเสร็จ จึงได้เข้าสู่ขั้นตอนของการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานเพื่อดูค่าความสามารถของกระบวนการว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยทำการสุ่มชิ้นงานมาทำการตรวจวัดขนาดทั้งหมด 14 จุด ต่อ 1 ชิ้นงาน ซึ่งจากทฤษฎีแวนโน้มน้ำเข้าสู่ศูนย์กลาง (Central Limit Theorem) ผู้วิจัยได้ทำการสุ่มชิ้นงานมาทำการตรวจวัดจำนวน 30 ชิ้นงาน โดยค่าขนาดที่วัดได้จากทั้ง 14 จุด จะถูกนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าความสามารถของกระบวนการ ( $Cpk$ ) ตามสมการที่ (4) โดยเกณฑ์ในการวัดค่าความสามารถของกระบวนการแบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ

- 1) หากค่า  $Cpk$  ที่ได้มีค่า มากกว่าหรือเท่ากับ 1.33 หมายถึง มีความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก
- 2) หากค่า  $Cpk$  ที่ได้มีค่า น้อยกว่า 1.33 แต่มากกว่าหรือเท่ากับ 1.00 หมายถึง มีความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ ดี



3) หากค่า  $Cpk$  ที่ได้มีค่า น้อยกว่า 1.00 หมายถึงมีความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ พอใช้

ผลจากการตรวจวัดขนาดของชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 30 ชิ้นงานพบว่า ทุกชิ้นงานมีขนาดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดทั้ง 14 จุด โดยมีค่าความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ดีมากจำนวน 11 จุด และอยู่ในเกณฑ์ดีอีกจำนวน 3 จุด จึงได้จัดทำมาตรฐานที่ใช้ในการเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะ และทำการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะไปที่ 500 ชิ้น/นาที

## 5.2 ผลการทดลองจากการเพิ่มความเร็วในการผลิตของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะจาก 400 ชิ้น/นาที เป็น 500 ชิ้น/นาที

เมื่อทำการเพิ่มความเร็วรอบของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะไปที่ 500 ชิ้น/นาที พบว่า เครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะไม่สามารถทำการผลิตชิ้นงานชุดทดลองได้จนแล้วเสร็จ เช่นเดียวกับการทดลองเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะจาก 300 ชิ้น/นาที เป็น 400 ชิ้น/นาที ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของการหยุดทำงานของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะและดำเนินการแก้ไขปัญหาก็เกิดขึ้นตามมาตรฐานที่ได้จัดทำไว้ก่อนหน้าจนพบว่า มีเศษโลหะจากการตัดหลุดอยู่บริเวณแผ่นจับยึดแม่พิมพ์ตัวเมีย เนื่องจากคมตัดชิ้นงานด้านบนและด้านล่างมีค่าความสึกหรอมากเมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน จึงทำการเปลี่ยนคมตัดทั้งด้านบนและด้านล่างใหม่ จากนั้นเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะก็สามารถผลิตชิ้นงานชุดทดลองต่อได้จนแล้วเสร็จ โดยมีค่าความสามารถของกระบวนการ ( $Cpk$ ) ทั้ง 14 จุดทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความสามารถของกระบวนการที่ความเร็วรอบในการผลิต 500 ชิ้น/นาที

จุดทดสอบที่	ค่ามาตรฐานของข้อมูล	ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่วัดได้ (mm)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล	ค่าความสามารถของกระบวนการ ( $Cpk$ )	ระดับความสามารถของกระบวนการ
1	18.10±0.020	18.101	0.002	2.924	ดีมาก
2	1.70±0.050	1.667	0.003	2.070	ดีมาก
3	15.90±0.050	15.921	0.004	2.400	ดีมาก
4	4.45±0.050	4.438	0.003	3.865	ดีมาก
5	2.00±0.020	1.995	0.001	1.464	ดีมาก
6	1.50±0.020	1.497	0.001	3.233	ดีมาก
7	10.50±0.010	10.502	0.002	1.606	ดีมาก
8	0.80±0.050	0.807	0.006	2.336	ดีมาก
9	0.50±0.030	0.548	0.004	2.123	ดีมาก
10	2.30±0.100	2.236	0.009	1.349	ดีมาก
11	0.23±0.030	0.257	0.002	0.545	พอใช้
12	0.30±0.030	0.307	0.002	4.910	ดีมาก
13	52.50±0.020	52.518	0.001	0.539	พอใช้
14	0.15±0.005	0.153	0.001	0.679	พอใช้

จากข้อมูลค่าความสามารถของกระบวนการ ทั้ง 14 จุดพบว่า มี 11 จุดทดสอบ มีค่าความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 78.57 ของทั้ง 14 จุด และ 3 จุดทดสอบ มีค่าความสามารถของกระบวนการอยู่ในเกณฑ์พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 21.43 ของทั้ง 14 จุด โดยขนาดของชิ้นงานตัวอย่างทั้ง 30 ชิ้นงานอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของโรงงานกรณีศึกษาทั้ง 14 จุดทดสอบ

## 6. วิเคราะห์และอภิปรายผล

ในการผลิตชิ้นงาน โลหะที่ความเร็วรอบเดิมของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะก่อนที่จะมีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร จะต้องใช้เวลาในการผลิตชิ้นงานจำนวน 4.5 ล้านชิ้นให้แล้วเสร็จทั้งหมด 250 ชั่วโมง หรือ 31.25 วัน (1 วันทำงาน 8 ชั่วโมง) แต่หลังจากที่ได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตชิ้นงาน จาก 300 ชิ้น/นาที เป็น 500 ชิ้น/นาที จะใช้เวลาในการผลิตชิ้นงานทั้งหมดให้แล้วเสร็จเพียง 150 ชั่วโมง หรือ 18.75 วัน ซึ่งเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานให้แล้วเสร็จในเวลาลดลงทั้งหมด 100 ชั่วโมง หรือ 12.50 วันทำการ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลที่ได้จากการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะ

ตัวชี้วัด	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
ความเร็วรอบที่ใช้ในการผลิตของเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะ	300 ชิ้น/นาที	500 ชิ้น/นาที
เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจำนวน 4.5 ล้านชิ้น (นาที)	15,000	9,000
เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจำนวน 4.5 ล้านชิ้น (ชั่วโมง)	250	150
เวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานจำนวน 4.5 ล้านชิ้น (วัน)	31.25	18.75

นอกจากการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรให้มีความเร็วรอบในการผลิตที่สูงขึ้น งานวิจัยนี้ยังได้มีการจัดทำมาตรฐานและวิธีการในการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องจักรให้กับแผนกที่ทำการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นโลหะของโรงงานกรณีศึกษา เพื่อให้พนักงานสามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในครั้งต่อไปได้อย่างเป็นระบบ และอยู่ภายใต้มาตรฐานในการปฏิบัติงานเดียวกัน

## 7. สรุป

เนื่องจากปัจจุบัน โรงงานกรณีศึกษามียอดการสั่งผลิตชิ้นงานโลหะรุ่น AA ซึ่งเป็นส่วนประกอบสำคัญของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทรีเลย์และสวิตช์ในหลายรุ่นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉลี่ยเดือนละ 4.5 ล้านชิ้น ส่งผลให้โรงงานไม่สามารถผลิตสินค้าได้ทันเวลา ผู้วิจัยจึงได้ใช้แผนผังแสดงสาเหตุและผลในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ส่งผลต่อการมีกำลังการผลิตที่ไม่เพียงพอของโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งพบว่าการใช้เครื่องจักรไม่เต็มกำลังการผลิตเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อปัญหาดังกล่าว จึงได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องจักรควบคู่กับการตรวจสอบคุณภาพของชิ้นงานที่ผลิตได้และการประเมินความสามารถของกระบวนการ ผลจากการเพิ่มความเร็วรอบในการผลิตของเครื่องจักรทำให้โรงงานกรณีศึกษาสามารถเพิ่มกำลังการผลิตชิ้นงานโลหะจากเครื่องป้อนขึ้นรูปโลหะได้ถึง 66.67 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานให้แล้วเสร็จได้ถึง 40.00 เปอร์เซ็นต์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Preamprecha, D. Productivity Improvement in the Packing Process of Pet Food in Plastic Cup. Minor Thesis, Prince of Songkla University, 2017.
- [2] Sunseang, T. Waste Reduction in Injection Process Case study: Black Dot, Master's Thesis, Dhurakij Pundit University, 2014.
- [3] Sangchot, W. The Enhancing Efficiency of finished goods warehouse management a case study of silicone paper, Master's Thesis, Burapha University, 2016.
- [4] Kalantri, R. and Chandrawat, S. Root Cause Assessment for a Manufacturing Industry: A Case Study. Journal of Engineering Science and Technology Review, 2013, 6 (1), pp. 62 - 67.
- [5] Li, S.S. and Lee, L.C. Using fishbone analysis to improve the quality of proposals for science and technology programs. Research Evaluation, 2011, 20(4), pp. 275 - 282.
- [6] Luo, T. Wu, C. and Duan, L. Fishbone diagram and risk matrix analysis method and its application in safety assessment of natural gas spherical tank. Journal of Cleaner Production, 2018, 174, pp. 296 - 304.
- [7] Pratik, A. and Kumari, P. Application of Quality Tools in Manufacturing Industries in simple ways: A Case Study. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2017, 4(12), pp. 1640 - 1643.
- [8] Yihua, M. and Tuo, X. Research of 4M1E's effect on engineering quality based on structural equation model. Procedia Systems Engineering, 2011, 1, pp. 213 - 210.
- [9] Thammachot, N. Manufacturing Process, Se-education public company limited, 2016, pp. 240 - 245.
- [10] Marc Schaeffers, Datalyzer international partners in continuous improvement, Capability indices Cp, Cpk, Pp and Ppk, 2018. Available from: <http://www.datalyzer.dk/assets/Uploads/PDF-documents/processcapabilityindices.pdf> [Accessed 26 June 2018].
- [11] Basu, R. Implementing Quality: A Practical Guide to Tools and Techniques, Thomson Learning, London, 2004.