การแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียประเภทรอยขาดระหว่างการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์

Solving the Problem of Waste Pieces in the Type of Broken Downlight Legs during the Production

Received : October 6, 2021
Revised : December 7, 2021
Accepted : December 13, 2021

บุริม นิลแป้น, วศ.ม. (Burim Nilpan, M.Eng.)[1]*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ : เพื่อแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียประเภทรอยขาดระหว่างกระบวนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ของบริษัทแห่งหนึ่ง ด้วยการประยุกต์ใช้หลักการของวิธีการควบคุมคุณภาพ โดยมีเป้าหมายสามารถลดปริมาณชิ้นงานของเสียประเภทรอยขาดของขาโคมไฟดาวน์ไลท์ลงได้ 10 – 20 เปอร์เซ็นต์

วิธีการวิจัย : กระบวนการแก้ไขปัญหาเริ่มจากการศึกษาขั้นตอนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์โดยดำเนินการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์จากวัตถุดิบปริมาณ 50 กิโลกรัม ทำการคัดแยกชิ้นงานที่ผ่านและชิ้นงานที่ถือเป็นของเสียที่เกิดขึ้น บันทึกปริมาณของเสียประเภทการขาดที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิต จากนั้นผู้วิจัยพิจารณาหาแนวทางการแก้ไข โดยการประยุกต์ใช้หลักการควบคุมคุณภาพ กระบวนการแก้ไขปัญหาเริ่มจากใช้แผนผังแสดงเหตุและผลเข้ามาวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดรอยขาดระหว่างการผลิต ตั้งสมมติฐานของสาเหตุที่อาจเป็นต้นเหตุของปัญหาและทำการทดสอบเบื้องต้น การแก้ไขปัญหาได้ดำเนินการโดยออกแบบระบบกลไกและจัดสร้างอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อใช้ในการป้อนชิ้นงานเพื่อทดแทนการใช้คนปฏิบัติการและสามารถควบคุมความกว้างของเหล็กที่เข้าสู่กระบวนการได้ จากนั้นทำการติดตั้งเข้ากับตัวปั๊มชุดเดิม แล้วจึงดำเนินการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์เพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างก่อนและหลังทำการติดตั้งอุปกรณ์

ผลการวิจัย : ผลจากการเก็บข้อมูลทำให้ทราบว่าก่อนจะแก้ไขปัญหา การผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มีการใช้วัตถุดิบจำนวน 50 กิโลกรัมนั้น มีการเกิดชิ้นงานประเภทรอยขาดเป็นจำนวน 268 ชิ้น ภายหลังจากได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ได้วิเคราะห์และจัดสร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่ได้ดำเนินการจัดสร้างขึ้น พบว่าเกิดชิ้นงานที่มีรอยขาดเพียง 70 ชิ้น ดังนั้น จึงถือได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์สามารถลดของเสียที่เป็นชิ้นงานที่เป็นรอยขาดได้เป็นจำนวน 198 ชิ้น คิดเป็น 73.8 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: การควบคุมคุณภาพ, ผังแสดงเหตุและผล, การออกแบบเครื่องจักรกล

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีโลจิสติกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร
(Logistic Technology Program, Faculty of Engineering and Industrial Technology,
Bansomdetjaopraya Rajabhat University, Bangkok)
[*]ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)
Email: burimnilpan@hotmail.com

Abstract

Objective: To solve the problem of waste pieces generated in the manufacturing process of downlight legs in a company by applying the principles of quality control methods. The goal was to reduce the waste pieces, specifically broken downlight legs, by 10 - 20%.

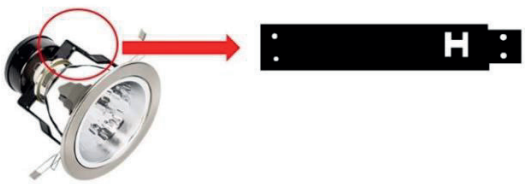
Methods: The problem solving process started from a study of the manufacturing process of the downlight legs, by preparing and processing 50 kilograms of raw materials. The finished products were sorted by qualified and waste pieces. The breakage type and amount of the waste were recorded. Then the researcher considered a solution, by applying the principles of quality control. The problem solving process started from using a cause and effect diagram to detect the cause of the tear during the production. Hypothesized the potential cause of the problem and performed preliminary tests. Hence, the problem was solved by designing and constructed a mechanical system used to feed the workpieces to replace a human operator and precisely control the width of the steel entering the process. The designed equipment was installed in addition to the original “feeding pump”, then the legs of the downlight were produced. The results were then compared between before and after installing the device.

Results: Data collection showed that, before solving the problem, the manufacturing of downlight lamp legs using 50 kilograms of raw materials, 268 pieces of torn type were found. After installing the device that analyze and construct to solve the problems, it was found that only 70 torn pieces were produced. Therefore, the installation of the device could reduce the waste-pieces that have a torn mark-by the amount of 198 pieces, which accounted for 73.8%.

Keywords: quality control, cause and effect diagram, machine design

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในการจัดสร้างอาคารและบ้านเรือนนั้น กระบวนการให้ความสว่างถือเป็นขั้นตอนที่ต้องใส่ใจในการออกแบบ เพราะนอกจากจะต้องพิจารณาในเรื่องของการให้ความสว่างแล้ว ยังต้องพิจารณาในด้านของความสวยงามภายหลังการติดตั้งด้วย โคมไฟดาวน์ไลท์ ถือเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญในกระบวนการดังที่กล่าวมา ขั้นตอนการการผลิตโคมไฟดาวน์ไลท์นั้น มีบางชิ้นส่วนที่ต้องผ่านกระบวนการที่ผ่านขั้นตอนของกรรมวิธีการขึ้นรูป เช่น ส่วนของขายึดโคมไฟ ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งทางบริษัทผู้ผลิตไม่ได้เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนดังกล่าวเอง แต่อาศัยการจัดจ้างซัพพลายเออร์เข้ามาช่วยในการดำเนินการแทน

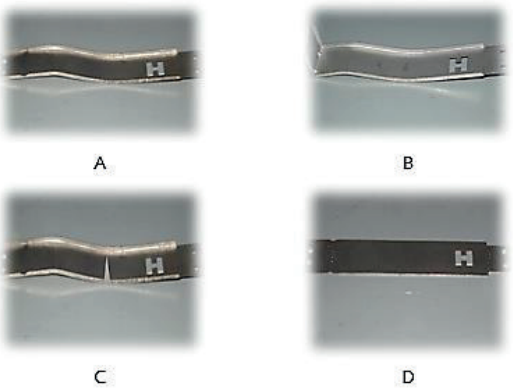


รูปที่ 1 โคมไฟดาวน์ไลท์ และขาโคมไฟดาวน์ไลท์
ที่มา: โกลบอลเฮ้าส์ (2562)

จากการลงพื้นที่ไปยังสถานประกอบการผู้รับผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์แห่งหนึ่งและได้ทำการสอบถามเจ้าของสถานประกอบการดังกล่าว พบว่ารูปแบบของชิ้นงานที่ได้ผ่านกระบวนการผลิตสามารถแยกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ ชิ้นงานที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2 และชิ้นงานที่ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพ หรือเรียกได้ว่าเป็นชิ้นงานที่ถือเป็นของเสีย

รูปที่ 2 ชิ้นงานขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่ผ่านมาตรฐานคุณภาพ

จากการสอบถามพนักงานฝ่ายผลิต ทำให้ทราบว่าโดยปกติแล้วรูปแบบของเสียขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิตมีอยู่ 4 รูปแบบ ได้แก่ ชิ้นงานเบี้ยว (A) ชิ้นงานบุบ (B) ชิ้นงานมีรอยขาด (C) และชิ้นงานมีรอยจุด (D) ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 รูปแบบของเสียที่ได้เกิดจากกระบวนการปั๊มขึ้นรูปขาโคมไฟดาวน์ไลท์

เจ้าของสถานประกอบการที่รับปั๊มขึ้นรูปได้แบ่งของเสียไว้ 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ของเสียที่สามารถนำมาปรับปรุงได้ แต่ต้องเสียเวลาในการแก้ไขเพิ่มเติม โดยชิ้นงานเบี้ยว ชิ้นงานบุบ และชิ้นงานมีรอยจุด ถือเป็นของเสียกลุ่มนี้ สำหรับกลุ่มที่ 2 คือ ของเสียที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วไม่สามารถแก้ไขได้ การดำเนินการกับของเสียประเภทที่ 2 ทำได้เพียงขายทิ้งเท่านั้น โดยชิ้นงานมีรอยขาดถือเป็นของเสียประเภทกลุ่มนี้ เมื่อเปรียบเทียบถึงความเสียหายที่เกิดขึ้น การเกิดของเสียกลุ่มที่ 2 จึงถือเป็นสถานการณ์ที่ผู้ผลิตไม่ต้องการให้เกิดขึ้นมากที่สุด

ณัฐนันท์ บุญเสนอ (2560) ได้ศึกษาการลดของเสียที่พบในกระบวนการปั้มขึ้นรูปฟอร์จจิโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ ใบตรวจสอบ (Check Sheet) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) และผังก้างปลา (Fish Bone Diagram) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลสาเหตุการเกิดของเสีย วิเคราะห์หาสาเหตุหลักโดยจากการวิเคราะห์ตรวจสอบปัญหาหลักได้แก่ เศษเหล็กติดจากดายและเศษเหล็กติดจากคัตติ้ง เมื่อทราบสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาดังกล่าวแล้ว ทำการหาแนวทางแก้ไขโดยนำเทคนิคการระดมสมอง (Brainstorming) เพื่อทำการแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตและได้ทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนปรับปรุง และหลังปรับปรุงพบว่าของเสียในกระบวนการผลิตเฉลี่ยจากเดิม ก่อนปรับปรุง 0.06 % และหลังปรับปรุงลดลงเป็น 0.03 %

นพมณี วัฒนสังสุทธิ์ และวรพจน์ มีถม (2564) ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์และเพิ่มปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาโดยใช้การศึกษางานด้วยเทคนิคตั้งคำถาม 5W1H (What, When, Where, Why, Who and How) หลักการ ECRS (Eliminate, Combine, Rearrange, Simplify) และหลักการเศรษฐศาสตร์การเคลื่อนไหว ซึ่งจะออกแบบวิธีการทำงานใหม่ในกระบวนการติดตั้งแม่พิมพ์และสร้างอุปกรณ์ขนถ่ายเศษชิ้นงานในขั้นตอนที่ 2 ของกระบวนการผลิตปั๊มขึ้นรูป รวมไปถึงการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของปุ่มกดแฮนด์สวิตซ์ใหม่ ผลการปรับปรุง พบว่า สามารถลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ได้จากเดิมเฉลี่ย 8.18 นาทีต่อครั้ง เป็น 5.51 นาทีต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32.64 และปริมาณการผลิตต่อหน่วยเวลาเพิ่มขึ้นจากเดิมเฉลี่ย 422 ชิ้นต่อชั่วโมง เป็น 474 ชิ้นต่อชั่วโมงซึ่งคิดเป็นร้อยละ 12.32

เมื่อพิจารณาจากงานวิจัยที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าการนำหลักการในทางการควบคุมคุณภาพ รวมไปถึงการใช้เครื่องมือทางด้านการควบคุมคุณภาพ น่าจะสามารถนำไปดำเนินการแก้ไขปัญหารวมไปถึงหาวิธีการลดจำนวนการเกิดรอยขาดของชิ้นงานระหว่างการผลิตซึ่งถือได้ว่าเป็นการลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าในการดำเนินการผลิตให้แก่ทางสถานประกอบการได้

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

ลดปริมาณชิ้นงานของเสียประเภทรอยขาดของขาโคมไฟดาวน์ไลท์ลงได้ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ต่อรอบการผลิต

3. ขอบเขตงานวิจัย

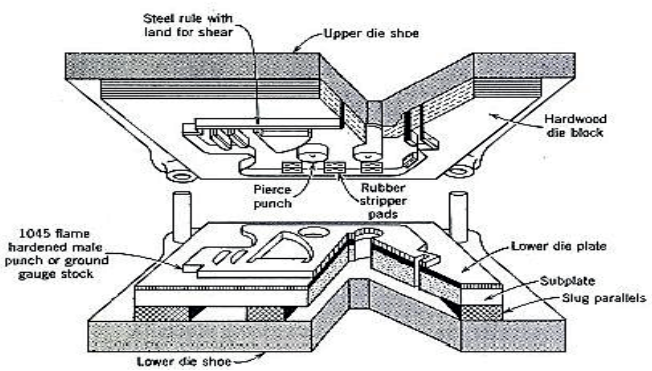
ปริมาณของเหล็กที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตในแต่ละรอบการผลิต คือ 50 กิโลกรัม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

4.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

4.1.1 การปั๊มขึ้นรูปโลหะแผ่น (Sheet Metal Stamping)

การขึ้นรูปโลหะแผ่น ด้วยการพับหรือดัดและการยืด ซึ่งเป็นวิธีการขึ้นรูปเย็นของโลหะแผ่นด้วยแม่พิมพ์และเครื่องกด แม่พิมพ์จะเป็นตัวกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นงานสำเร็จ ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน คือ พันช์หรือแม่พิมพ์และดายหรือแม่พิมพ์ตัวเมีย (ธรรม์ณชาติ วันแต่ง, 2561)



รูปที่ 4 ดายเซ็ทพร้อมแม่พิมพ์
ที่มา : ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. (2561)

4.1.2 การควบคุมคุณภาพ (Quality Control: QC)

เป็นระบบที่ใช้เพื่อรักษาระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการให้เป็นไปตามรายละเอียดที่กำหนด การที่จะบรรลุคุณภาพตามที่ได้นิยามไว้ข้างต้น จะต้องมีการควบคุมโดยการเปรียบเทียบกับมาตรฐาน หรือรายละเอียด (Specification) ของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ตั้งแต่การวางแผน การออกแบบของผลิตภัณฑ์ หรือการบริการที่ต้องตรงตามรายละเอียดที่กำหนด การเลือกกระบวนการผลิตหรือการติดตั้งที่ตรงตามจุดประสงค์ในทุก ๆ รายละเอียดของผลิตภัณฑ์ การเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมต่อการผลิต การตรวจสอบการผลิตภัณฑ์ ซึ่งต้องตามรายละเอียดของผลิตภัณฑ์ที่เจาะจงไว้ การแก้ไขกรณีที่ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และการให้บริการ (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2561)

4.1.3 เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 ชนิด (7QC Tools)

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ 7 อย่าง (7QC Tools) ประกอบไปด้วย ใบตรวจสอบ (Check Sheet), ฮิสโทแกรม (Histogram), แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause Effect Diagram), แผนภูมิควบคุม (Control Chart), แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) และกราฟ (Graph) โดยเครื่องมือควบคุมคุณภาพมีหน้าที่คือ

1) ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ใบตรวจสอบ

2) ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ฮิสโทแกรม แผนภาพพาเรโต แผนผังแสดงเหตุและผล แผนภาพการกระจาย และแผนภูมิควบคุม

3) ใช้ในการแสดงผลของข้อมูล คือ ฮิสโทแกรม และกราฟ

ในการควบคุมคุณภาพ ต้องอาศัยการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้กลวิธีทางสถิติเป็นเครื่องมือที่ใช้แก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง ให้กระบวนการผลิตไม่เปลี่ยนแปลงและมีสมรรถภาพสูงขึ้น (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2561)

4.1.4 ใบตรวจสอบ (Check Sheet)

ใบตรวจสอบเป็นเครื่องมือในการปรับปรุงคุณภาพ ใช้สำหรับการเก็บข้อมูลที่เกิดขึ้น ณ เวลาที่สนใจในสถานที่ที่ต้องการศึกษา โดยผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับการควบคุมกระบวนการผลิตจะเป็นผู้บันทึก (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2561)

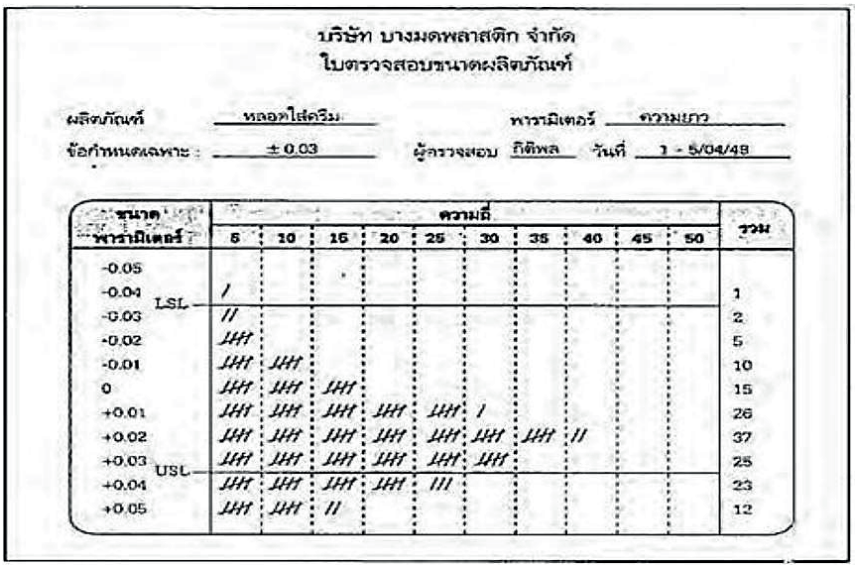
ประโยชน์ของใบตรวจสอบ

1) ช่วยให้ผู้ตรวจสอบบันทึกผลการตรวจสอบได้สะดวก

2) ช่วยให้สรุปการตรวจสอบได้เร็วขึ้น

3) ทำให้การสื่อสารข้อความและการตัดสินใจในการดำเนินงานควบคุมคุณภาพเป็นไปได้อย่างถูกต้อง

4) ทำให้การตรวจสอบเป็นไปอย่างเป็นระบบ



บริษัท บางมดพลาสติก จำกัด
ใบตรวจสอบขนาดผลิตภัณฑ์

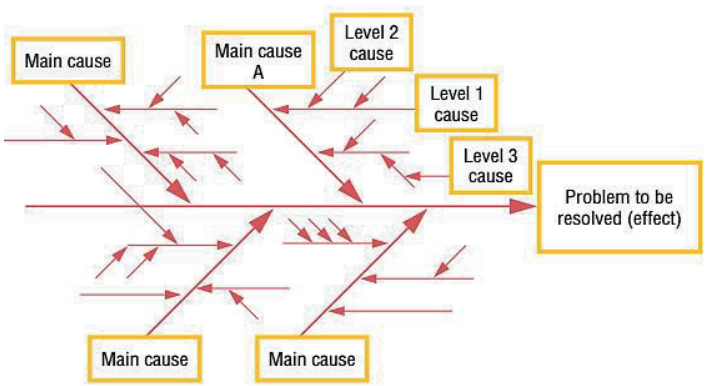
ผลิตภัณฑ์ หลอดไส้ครีม พารามิเตอร์ ความยาว
ข้อกำหนดเฉพาะ : ± 0.03 ผู้ตรวจสอบ กิตติพล วันที่ 1 - 5/04/48

ขนาดพารามิเตอร์		ความถี่ 5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	รวม
-0.05												
-0.04	LSL	/										1
-0.03		//										2
-0.02		卌										5
-0.01		卌	卌									10
0		卌	卌	卌								15
+0.01		卌	卌	卌	卌	卌	/					26
+0.02		卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	//			37
+0.03		卌	卌	卌	卌	卌	卌					25
+0.04	USL	卌	卌	卌	卌	///						23
+0.05		卌	卌	//								12

รูปที่ 5 ตัวอย่างแผ่นตรวจสอบ
ที่มา : มารวย เพ็งอุดม (2557)

4.1.5 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ผังแสดงเหตุและผล คือ ผังที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่าง ๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งเป็นผลลัพธ์ (ปัญหา) สาเหตุหลักหรือกลุ่มของปัญหาปัจจัยรอง และปัจจัยย่อย (ศุภชัย นาทะพันธ์, 2561)



รูปที่ 6 โครงสร้างผังแสดงเหตุและผล
ที่มา : Modern Manufacturing (2560)

ขั้นตอนการสร้างผัง

1) กำหนดปัญหาหรือสิ่งที่ต้องแก้ไข (หัวข้อ) อย่างชัดเจน

2) เขียนปัญหาในช่อง Effect แล้วลากลูกศรไปที่ผลลัพธ์

3) ระบุสาเหตุและความเป็นไปได้ของปัญหา หากคิดไม่ออกให้ยึดหลักพิจารณาจาก 4 M คือ Man Machine Material และ Method โดยใส่ไว้ในช่องใดก็ได้ เน้นไปที่คำถาม ทำไมจึงเกิดขึ้น

4) ระบุสาเหตุหลักที่คาดว่าจะเป็นไปได้และลากลงมายังเส้นหลักที่ชี้มุ่งไปยังผลลัพธ์ (เส้นกลาง)

5) ระบุสาเหตุรอง โดยลาก เส้นต่อจากเส้นสาเหตุหลักโดยระบุปัญหาไว้ที่ปลายเส้น

6) ระบุสาเหตุย่อย โดยลาก เส้นต่อจากเส้นสาเหตุรอง

4.1.6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean : $\bar{x}$)

เป็นการวัดค่ากลางของข้อมูล (Measures of Central Tendency) คือ การหาค่ากลางของข้อมูลที่เป็นตัวแทนของข้อมูลทั้งหมด เพื่อสรุปเรื่องราวเกี่ยวกับข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้ถูกต้องยิ่งขึ้น (กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ, 2556) โดยมีสมการดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \quad (1)$$

4.1.7 ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: s)

เป็นการวิเคราะห์ค่าการกระจายของข้อมูล (Dispersion) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บรรยายถึงการกระจายของข้อมูลในแต่ละข้างของค่าแนวโน้มเข้าสู่ศูนย์กลาง ถ้าค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อย แสดงว่ามีการกระจายตัวน้อย (กิติศักดิ์ พลอยพาณิชเจริญ, 2556) โดยมีสมการดังนี้

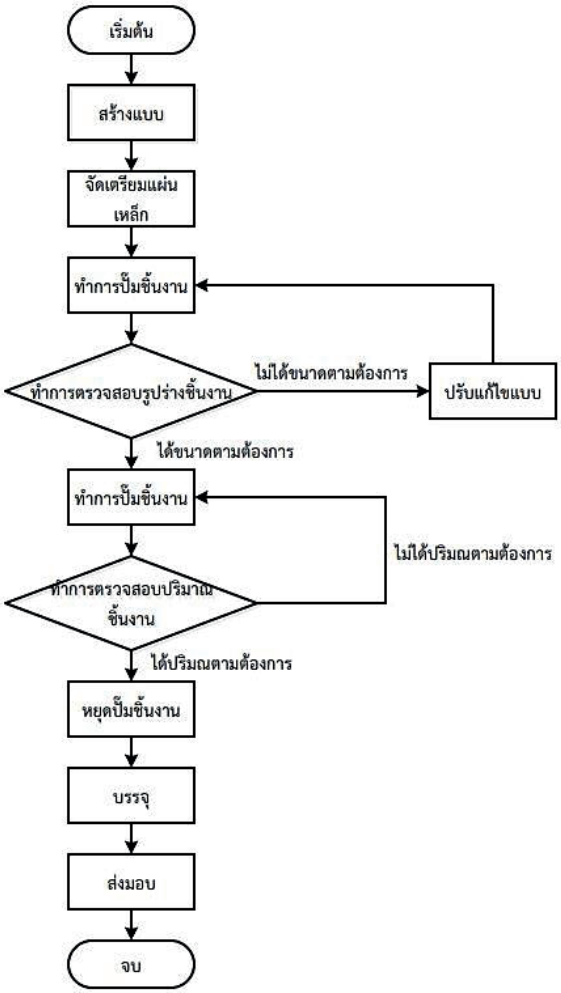
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

4.1.6 การออกแบบเครื่องจักรกล (Machine Design)

เป็นการออกแบบส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่างๆ ที่ต่ออยู่ด้วยกัน ให้เคลื่อนที่สัมพันธ์กันและส่งแรงจากแหล่งต้นกำลังเพื่อเอาชนะความต้านทานต่าง ๆ ของเครื่องจักรกล และใช้ทำงานได้ ชิ้นส่วนของเครื่องจักรกลโดยทั่วไปจะเป็นชิ้นส่วนเกร็ง ข้อต่อที่ใช้จะต้องเลือกและจัดให้ทำงานสัมพันธ์กันโดยอาจเปลี่ยนพลังงานรูปอื่นให้อยู่ในรูปพลังงานกล หรืออาจรับพลังงานกลจากแหล่งภายนอก ส่งเข้ามาและเปลี่ยนแปลงให้ทำงานได้ในลักษณะที่ต้องการ (ชาญ ถนัดงานและวริทธ์ อึ้งภากรณ์, 2556)

4.2 ศึกษากระบวนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ของสถานประกอบการ

กระบวนการทำงานในการปั๊มขาโคมไฟดาวน์ไลท์ของสถานประกอบการ กระบวนการจะเริ่มจากการออกแบบแม่พิมพ์ให้ได้ตามแบบที่ลูกค้ากำหนด จากนั้นจึงนำวัตถุดิบหลัก คือ เหล็กสลิทตัดเป็นแผ่นให้ได้ขนาดกว้าง x ยาว ตามขนาดที่กำหนดจากนั้นจึงนำแผ่นเหล็กเข้าสู่เครื่องปั๊มโดยวางอยู่ที่แม่พิมพ์ด้านล่าง แล้วจึงทำการกดแม่พิมพ์ด้านบน เมื่อนำแม่พิมพ์ด้านบนกดลงมา จะมีการทำการตรวจเช็คชิ้นงานที่ได้ โดยหากไม่ได้ตามที่ต้องการจะมีการปรับแก้ไขแบบ เมื่อได้ชิ้นงานที่ตรงตามแบบแล้วจึงทำการปั๊มชิ้นงานต่อ ซึ่งจะดำเนินการปั๊มจนแผ่นเหล็กดังกล่าวไม่เหลือพื้นที่เพียงพอต่อการปั๊ม จะมีการนำแผ่นเหล็กแผ่นใหม่เข้าสู่กระบวนการผลิต โดยกระบวนการผลิตจะดำเนินการจนกว่าจะได้จำนวนเท่าที่ต้องการ โดยแผนผังของกระบวนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่กล่าวมาแสดงดังรูปที่ 7 และแสดงภาพระหว่างการปฏิบัติงานปั๊มขึ้นรูปขาโคมไฟดาวน์ไลท์ดังรูปที่ 8

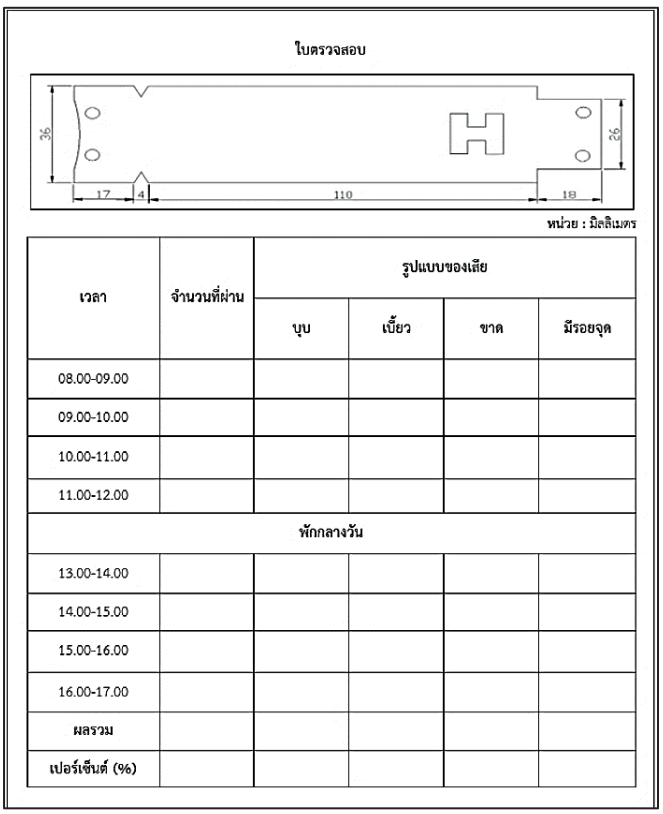


รูปที่ 7 แผนผังแสดงขั้นตอนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์

รูปที่ 8 ภาพระหว่างการปฏิบัติงานปั๊มขึ้นรูปขาโคมไฟดาวน์ไลท์

4.3 การเก็บข้อมูลโดยใช้ Check Sheet

เนื่องจากสถานประกอบการยังไม่มีการบันทึกค่าจำนวนของเสียจากการผลิตอย่างเป็นระบบ เป็นผลให้ไม่สามารถสรุปได้ว่าชิ้นงานที่เกิดเป็นรอยขาดในระบบเป็นเท่าใด ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการออกแบบใบตรวจสอบ (Check Sheet) ขึ้น ดังแสดงใน รูปที่ 9 จากนั้นจึงให้สถานประกอบการนำไปใช้ในการบันทึกผลของเสียที่ประเภทรอยขาดที่ขาโคมไฟดาวน์ไลท์ในช่วงระหว่างดำเนินการผลิตก่อนที่จะดำเนินการแก้ไข เพื่อนำไว้ใช้ในการเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ภายหลังที่ได้มีการทำการแก้ไขปัญหา



ใบตรวจสอบ

หน่วย : มิลลิเมตร

เวลา	จำนวนที่ผ่าน	รูปแบบของเสีย			
		บุบ	เบี้ยว	ขาด	มีรอยจุด
08.00-09.00					
09.00-10.00					
10.00-11.00					
11.00-12.00					
พักกลางวัน					
13.00-14.00					
14.00-15.00					
15.00-16.00					
16.00-17.00					
ผลรวม					
เปอร์เซ็นต์ (%)					

รูปที่ 9 ใบตรวจสอบที่ได้ทำการออกแบบ

4.4 วิเคราะห์ปัจจัย (Factor) ที่มีความน่าจะเป็นที่จะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการขาดของชิ้นงานระหว่างการผลิต

เพื่อวิเคราะห์ถึงแนวโน้มของสาเหตุที่ของปัญหาการเกิดรอยขาดของขาโคมไฟดาวน์ไลท์ระหว่างผลิต ผู้วิจัยจึงได้จัดทำแผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) โดยใช้หลักการวิเคราะห์กลุ่มของสาเหตุ 4 ประเด็นได้แก่ กลุ่มสาเหตุจากบุคลากร (Man) กลุ่มสาเหตุจากกรรมวิธี (Method) กลุ่มสาเหตุจากเครื่องจักร (Machine) และกลุ่มสาเหตุจากวัสดุ (Material)

4.5 ทำการออกแบบการทดลองเบื้องต้นเพื่อเป็นการทดสอบสมมติฐาน

จากผลการวิเคราะห์ ผังแสดงเหตุและผล ผู้วิจัยมีการคาดการณ์ว่า 2 ปัจจัย ได้แก่ สาเหตุพนักงานขาดความชำนาญซึ่งอยู่ในกลุ่มของสาเหตุด้านบุคลากร (Man) และสาเหตุแผ่นโลหะคละขนาดซึ่งอยู่ในกลุ่มสาเหตุของปัญหาด้านวัสดุ (Material) น่าจะเป็นสาเหตุหลักของปัญหาการเกิดรอยขาดระหว่างกระบวนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบการทดลอง 2 การทดลองเพื่อเป็นการยืนยันสมมติฐานดังนี้

การทดลองที่ 1 สมมติฐานว่าความชำนาญของพนักงานมีผลต่อปริมาณของเสีย ผู้วิจัยทำการกำหนดขนาดของแผ่นเหล็กให้มีขนาดเท่ากัน และกำหนดปริมาณเหล็กแผ่นเท่ากับ 50 กิโลกรัม แล้วจึงให้พนักงานทำการปั๊มชิ้นงาน โดยแบ่งลักษณะพนักงานออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ พนักงานที่ชำนาญงาน (ปฏิบัติงานปั๊มโลหะตั้งแต่ 5 ปี ขึ้นไป) กับพนักงานที่ไม่ชำนาญงาน (ไม่เคยปฏิบัติงานปฏิบัติงานปั๊มโลหะ หรือปฏิบัติงานปฏิบัติงานปั๊มโลหะไม่เกิน 1 ปี) จากนั้นจึงบันทึกผลของชิ้นงานขาโคมไฟขาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลอง โดยทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

การทดลองที่ 2 สมมติฐานว่าขนาดของแผ่นเหล็กมีผลต่อปริมาณของเสียกำหนดให้การปั๊มแผ่นเหล็กดำเนินการโดยพนักงานที่ชำนาญงาน และปริมาณเหล็กแผ่นเท่ากับ 50 กิโลกรัม โดยแบ่งลักษณะแผ่นเหล็กที่ใช้เป็นวัตถุดิบออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ แผ่นเหล็กที่มีขนาดพอดี และที่มีขนาดไม่พอดี ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง

4.6 กำหนดแนวทางการแก้ไข

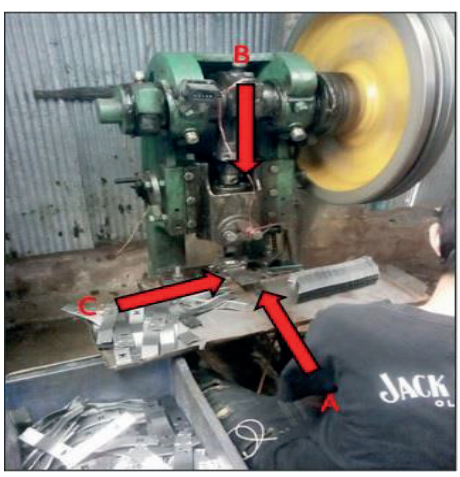
จากผลการทดลองที่ได้ดำเนินการในขั้นตอนที่ 4.5 สรุปได้ว่ารอยขาดของขาโคมไฟดาวน์ไลท์ระหว่างกระบวนการปั๊มนั้น ปัจจัยที่สำคัญมาจากความชำนาญของพนักงาน และการเตรียมขนาดของแผ่นเหล็กก่อนการปั๊ม ผู้วิจัยจึงได้มีการสรุปแนวทางในการแก้ไขของแต่ละปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปัจจัยที่เป็นสาเหตุการเกิดรอยขาดระหว่างการปั๊มขาโคมไฟดาวน์ไลท์และแนวทางการแก้ไข

ปัจจัยที่เป็นสาเหตุ	แนวทางการแก้ไข
บุคลากรผู้ที่ไม่ชำนาญ	สร้างระบบอัตโนมัติ
วัตถุดิบไม่ได้ขนาด	จำกัดขนาดหน้าเหล็ก

4.7 วิเคราะห์และทำการออกแบบระบบอัตโนมัติ

จากการที่ผู้วิจัยทำการพิจารณากระบวนการปั๊มชิ้นงานในแต่ละรอบ พบว่ามีความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ วัตถุดิบ พนักงาน และตัวเครื่องจักร โดยแต่ละรอบการผลิตจะมีขั้นตอนที่สำคัญ 3 อย่างที่ต้องใช้พนักงานในการดำเนินงาน ได้แก่ การใส่แผ่นเหล็ก (A) การกดแม่พิมพ์ (B) และการนำชิ้นงานที่ได้ออกจากตัวเครื่อง (C) แสดงในรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตำแหน่งออกแบบสร้างระบบอัตโนมัติ

ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ว่า 3 ขั้นตอนดังกล่าว เมื่อพนักงานทำงานแล้วมีปัญหาใดเกิดขึ้นบ้าง การออกแบบระบบอัตโนมัติเพื่อที่จะนำมาใช้แทนพนักงานนี้จะต้องหาแนวทางการแก้ไขในส่วนที่จะเป็นปัญหาที่กล่าวมา โดยนำเสนอปัญหาและแนวคิดในการออกแบบระบบดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวคิดการออกแบบระบบอัตโนมัติ

ขั้นตอน	ปัญหาที่เกิดขึ้นหากใช้พนักงาน	แนวทางการออกแบบระบบ
การใส่แผ่นเหล็ก (A)	การใส่แผ่นเหล็กอาศัยการคาดคะเนตำแหน่ง ทำให้ชิ้นงานที่ได้ในแต่ละแผ่นไม่เท่ากัน	จัดเปลี่ยนให้มีการใช้เหล็กเหล็กแบบม้วน เนื่องจากสามารถควบคุมหน้ากว้างของชิ้นงานมีตำแหน่งที่ชัดเจน เท่ากันทุกครั้งในรอบการปั๊ม
การกดแม่พิมพ์ (B)	การใช้แรงในการกดย้ำแม่พิมพ์ของพนักงานแต่ละคนไม่เท่ากัน	กำหนดให้กดอัดแม่พิมพ์มีแรงในการกดเท่ากันทุกรอบ
การนำชิ้นงานออกจากเครื่อง (C)	พนักงานต้องดำเนินการนำแผ่นเหล็กขึ้น แล้วจึงหยิบชิ้นงานออก ก่อนจะทำการปั๊มแบบรอบต่อไป	ใช้การผลักดันวัตถุดิบมาเป็นระบบการนำออกของชิ้นงานได้

4.8 ออกแบบระบบการทำงานอัตโนมัติ

รายละเอียดของขั้นตอนการทำงานดังนี้

1) มอเตอร์ทำงาน ถ่ายทอดกำลังไปที่มูเลย์

2) มูเลย์เกิดการหมุน

3) ลูกเบี้ยวหมุนตามรอบการหมุนของมูเลย์

4) แม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้นลงตามรอบการหมุนของมูเลย์

5) กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงตามการเคลื่อนที่ของลูกเบี้ยว

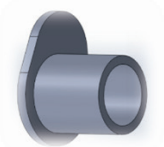
6) อุปกรณ์ดันชิ้นงานเคลื่อนที่ดันชิ้นงานเดินหน้าจากการกดของกระบอกสูบ และดึงกลับด้วยแรงสปริง

7) เหล็กสลิทแบบม้วนเกิดการดึงชิ้นงาน และมีการเคลื่อนที่แบบหมุนภายในแกนที่กำหนด

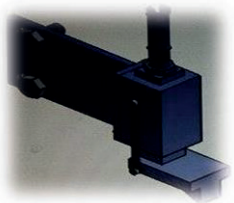
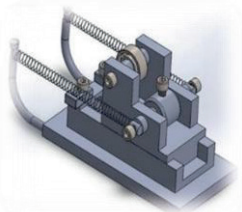
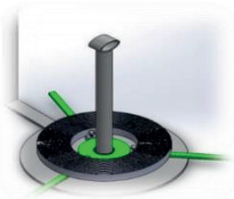
4.9 การออกแบบระบบชิ้นส่วนกลไก

ผู้วิจัยมีแนวคิดในการที่จะจัดสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติมเข้าไปที่ตัวปั๊มข้อเสือ โดยอุปกรณ์ที่ออกแบบแต่ละชิ้นส่วนมีหน้าที่ในการแก้ไขข้อบกพร่องตามที่ได้วิเคราะห์มาแล้ว โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ชิ้นส่วนที่ดำเนินการออกแบบและหน้าที่

อุปกรณ์	หน้าที่
 ลูกเบี้ยว	ทำหน้าที่หมุนตีกระบอกกดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงานให้กดลงเพื่อให้กระบอกกดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน ไปกดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน ให้ส่งชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มข้อเสือ อุปกรณ์ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่ง A

ตารางที่ 3 ชิ้นส่วนที่ดำเนินการออกแบบและหน้าที่ (ต่อ)

อุปกรณ์	หน้าที่
 กระบอกกดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน	ทำหน้าที่กดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน เพื่อส่งให้แผ่นเหล็กป้อนเข้าเครื่องปั๊มข้อเสือ อุปกรณ์ส่วนนี้จะติดตั้งอยู่ที่ตำแหน่ง B
 อุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน	อุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน ทำหน้าที่ป้อนวัตถุดิบเข้าสู่บริเวณแม่พิมพ์ ตำแหน่ง C
 แท่นวางแผ่นเหล็ก	ใช้วางแผ่นเหล็กที่ถูกสลิทเป็นม้วนวงกลมและทำหน้าที่ส่งแผ่นเหล็กเข้าอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน อุปกรณ์ส่วนนี้หมุนได้ 360 องศา

4.10 ทำการจัดสร้างและติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับเครื่องปั๊ม

ทำการติดตั้งชิ้นงานที่ได้ทำการจัดสร้าง เข้ากับปั๊มข้อเสือในตำแหน่งที่ได้มีการออกแบบไว้

4.11 ดำเนินการใช้เครื่องปั๊มที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เสริมปั๊มแผ่นเหล็กพร้อมทำการบันทึกค่าของเสีย

ดำเนินการใช้เครื่องปั๊มที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เสริมปั๊มแผ่นเหล็กพร้อมทั้งทำการบันทึกค่าของเสียประเภทรอยขาดที่เกิดขึ้นเพื่อทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังแก้ไข

5.ผลการศึกษา

5.1 ผลการใช้ Check Sheet ก่อนการปรับปรุง

จากการเก็บข้อมูลช่วงระหว่างการทำวิจัยโดยใช้วัตถุดิบ 50 กิโลกรัม พบว่าก่อนทำการแก้ไขปรับปรุงกระบวนการนั้น จำนวนของเสียที่เกิดขึ้น มีจำนวน 536 ชิ้น คิดเป็นน้ำหนัก 13.4 กิโลกรัม โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

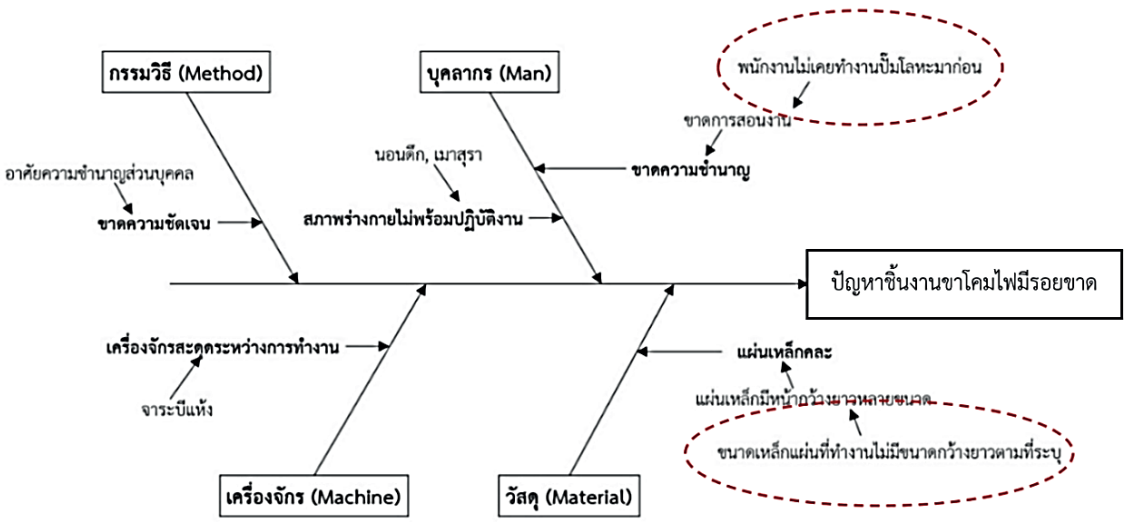
ตารางที่ 4 แสดงผลการเก็บของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์*

สาเหตุ	รอยขาด	บุบ	เบี้ยว	มีรอยจุด	รวม
จำนวนครั้ง	268	134	92	42	536
ร้อยละ	50	25	17	8	100

*เรียงจากจำนวนมากไปหาน้อย

โดยจากข้อมูลพบว่าการเสียหายที่เกิดจากชิ้นงานเป็นรอยขาดมีจำนวนถึง 268 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 50 ของความเสียหายที่เกิดขึ้นทั้งหมด

5.2 ผลการใช้ผังแสดงเหตุและผลวิเคราะห์หาสาเหตุและปัจจัยที่อาจทำให้เกิดปัญหาชิ้นงานขาโคมไฟขาด



รูปที่ 11 ผังแสดงเหตุและผลการวิเคราะห์หาสาเหตุชิ้นงานขาโคมไฟมีรอยขาด

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) ดังแสดงใน รูปที่ 11 ซึ่งจะเห็นว่ากลุ่มที่มีแขนงมากที่สุด ได้แก่ สาเหตุพนักงานขาดความชำนาญซึ่งอยู่ในกลุ่มของสาเหตุด้านบุคลากร (Man) และสาเหตุแผ่นโลหะคละขนาดซึ่งอยู่ในกลุ่มสาเหตุของปัญหาด้านวัสดุ (Material)

5.3 ผลการทดลองการทดสอบสมมติฐาน

ผลการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟขาดระหว่างพนักงานผู้ที่ชำนาญงานกับพนักงานที่ไม่ชำนาญงาน* แสดงผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดลองเปรียบเทียบปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟขาดระหว่างพนักงานผู้ที่ชำนาญงานกับพนักงานที่ไม่ชำนาญงาน*

ครั้งที่	พนักงานชำนาญงาน	พนักงานที่ไม่ชำนาญงาน
1	432	648
2	480	640
3	384	536
ค่าเฉลี่ย (ชิ้น)	432	608
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชิ้น)	48	62.4

*ทดสอบจากการใช้แผ่นเหล็ก 50 กิโลกรัม

จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าพนักงานที่ชำนาญงานปั๊มแผ่นเหล็กก่อให้เกิดชิ้นงานที่ขาดในระหว่างปฏิบัติงานน้อยกว่าพนักงานที่ไม่ชำนาญงานปั๊มแผ่นเหล็ก จึงสรุปได้ว่าทักษะความชำนาญของพนักงานเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนของชิ้นงานขาโคมไฟขาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

ผลการทดลองที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟขาดใช้เหล็กที่มีขนาดพอดี และเหล็กที่คละขนาด* แสดงผลดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการทดลองเปรียบเทียบชิ้นงานขาโคมไฟขาดระหว่างใช้เหล็กที่มีขนาดพอดีและเหล็กที่คละขนาด*

ครั้งที่	เหล็กที่มีขนาดพอดี	เหล็กที่คละขนาด
1	560	640
2	520	616
3	536	680
ค่าเฉลี่ย (ชิ้น)	536	645.6
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ชิ้น)	20	32

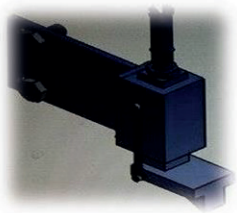
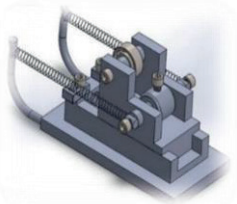
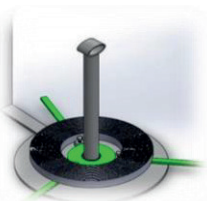
*ทดสอบจากการใช้แผ่นเหล็ก 50 กิโลกรัม

จากผลการทดลองที่เกิดขึ้นแสดงให้เห็นว่าการเตรียมขนาดเหล็กให้พอดีก่อให้เกิดชิ้นงานที่ขาดในระหว่างปฏิบัติงานน้อยกว่าการใช้แผ่นเหล็กคละขนาดระหว่างการผลิต จึงสรุปได้ว่าการเตรียมขนาดแผ่นเหล็กให้พอดีเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับจำนวนของชิ้นงานขาโคมไฟขาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต

5.4 ชิ้นส่วนภายหลังการได้ทำการจัดสร้าง

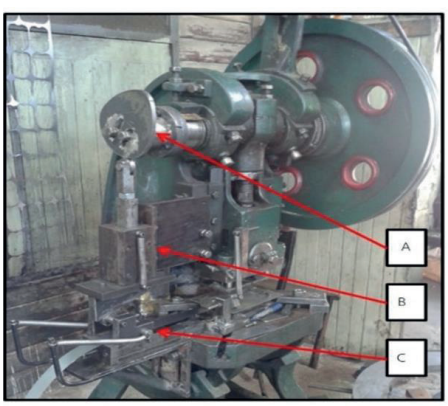
ผลลัพธ์ของชิ้นส่วนภายหลังจากที่ได้ดำเนินการจัดสร้าง เปรียบเทียบกับรูปแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้ แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ชิ้นส่วนที่ดำเนินการออกแบบและที่จัดสร้างจริง

อุปกรณ์ที่ออกแบบ	รูปร่างของชิ้นงานจริง
ลูกเบี้ยว)	
 กระบอกกดอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน	
 อุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน	
 แท่นวางแผ่นเหล็ก	

5.5 ผลจากการดำเนินการติดตั้ง อุปกรณ์ที่ได้ทำการจัดสร้าง

ตำแหน่งและวิธีการในการติดตั้งอุปกรณ์ที่ได้ทำการผลิต แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 เครื่องปั๊มที่ติดตั้งอุปกรณ์

5.6 ผลการทำงานของเครื่องเมื่อได้ทำการติดตั้ง

ภายหลังจากได้ใช้เครื่องปั๊มที่ได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์เสริมทำการปั๊มขาโคมไฟดาวน์ไลท์ โดยใช้ปริมาณวัตถุดิบเท่ากับ 50 กิโลกรัม พบว่ามีปริมาณของชิ้นงานที่มีรอยขาดที่ขาเกิดขึ้นเป็นจำนวน 70 ชิ้น

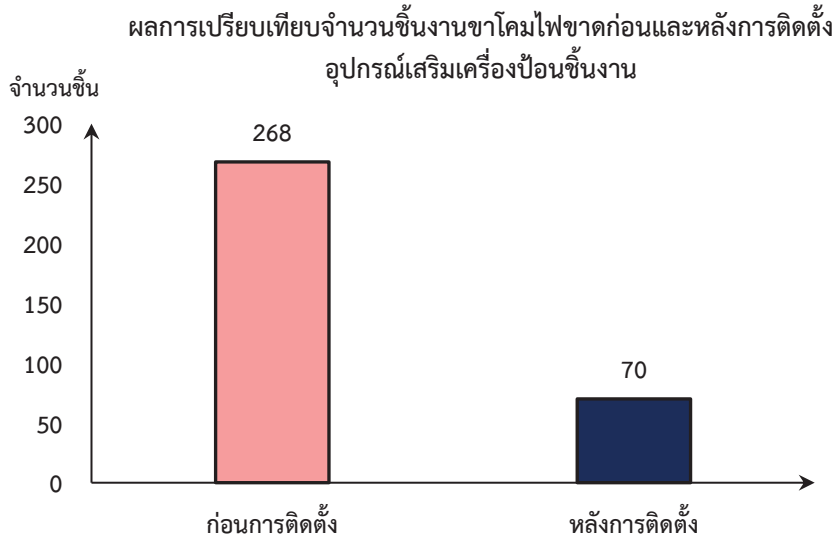
5.7 เปรียบเทียบปริมาณการขาดของขาโคมไฟดาวน์ไลท์ระหว่างการผลิต ภายหลัง ก่อน และการทำการปรับปรุงแก้ไข

ปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟขาดก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์เสริมเครื่องป้อนชิ้นงาน จากการทดสอบที่ปริมาณของวัตถุดิบเท่ากับ 50 กิโลกรัม ดังแสดงตารางที่ 8 และแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบกราฟดังรูปที่ 13

ตารางที่ 8 ผลเปรียบเทียบปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มีรอยขาดก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์เสริมเครื่องป้อนชิ้นงาน*

ผลการเปรียบเทียบ	ก่อนติดตั้งอุปกรณ์เสริม	หลังติดตั้งอุปกรณ์เสริม
ปริมาณชิ้นงานขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มีรอยขาด	268 ชิ้น	70 ชิ้น

*ทดสอบจากการใช้แผ่นเหล็ก 50 กิโลกรัม



รูปที่ 13 เปรียบเทียบของจำนวนชิ้นงานขาโคมไฟขาดที่เกิดขึ้น ก่อน และ หลังติดตั้งอุปกรณ์

ผลการทดสอบที่เกิดขึ้นจะเห็นว่าจำนวนชิ้นงานขาโคมไฟขาดระหว่างกระบวนการผลิต ลดลงเป็นจำนวน 198 ชิ้น หรือ คิดเป็นร้อยละ 73.8 จึงสรุปได้ว่าการติดตั้งอุปกรณ์เสริมสามารถช่วยแก้ไขปัญหาชิ้นงานขาโคมไฟขาดโคมไฟดาวน์ไลท์ขาดระหว่างการผลิตได้

5.8 เปรียบเทียบความแตกต่าง ระหว่างก่อนและการทำการปรับปรุงแก้ไข

ความแตกต่างของก่อนและหลังการติดตั้งอุปกรณ์เสริมเครื่องป้อนชิ้นงาน ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบผลจากการดำเนินการก่อนและหลังมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้อนชิ้นงาน

ก่อนติดตั้งอุปกรณ์เสริม	หลังติดตั้งอุปกรณ์เสริม
1. มีชิ้นงานขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มีรอยขาดปริมาณมาก	1. มีชิ้นงานขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่มีรอยขาดปริมาณน้อย
2. ต้องใช้พนักงานที่มีความชำนาญในการผลิต	2. ลดจำนวนพนักงาน
3. ใช้เวลาในการผลิตค่อนข้างนาน	3. ใช้เวลาในการผลิตลดลง

6.สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียประเภทรอยขาดระหว่างการผลิตขาโคมไฟดาวท์ไลท์อย่างเป็นระบบ โดยการแก้ไขปัญหาเป็นการนำเอาหลักการทางการควบคุมคุณภาพมาใช้ กระบวนการเริ่มจากการออกแบบใบตรวจสอบมาใช้ในการคัดกรองเพื่อทำการเลือกปัญหาที่จะทำการแก้ไข และภายหลังจากการใช้ใบตรวจสอบทำการบันทึกจำนวนของชิ้นงานที่เป็นของเสียระหว่างการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์ที่ใช้วัตถุดิบจำนวน 50 กิโลกรัม พบว่าของเสียประเภทรอยขาดมีการเกิดจำนวนครั้งมากที่สุดในบรรดาของเสียที่เกิดระหว่างการผลิตขาโคมไฟดาวน์ไลท์เป็นจำนวน 268 ชิ้น งานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกที่จะลดจำนวนของเสียประเภทรอยขาดโดยมีเป้าหมายให้มีการลดลงระหว่างร้อยละ 10 - 20 สำหรับในกระบวนการของการแก้ไขปัญหานั้น ผู้วิจัยได้ทำการใช้การวิเคราะห์ด้วยเหตุและผลในการคัดกรองสาเหตุที่มีความเป็นไปได้ เพื่อลดระยะเวลาในการออกแบบแนวทางการแก้ไขปัญหา ผลจากการวิเคราะห์ด้วยผังแสดงเหตุและผลแล้วพบว่ากลุ่มของสาเหตุด้านบุคลากร คือ ความชำนาญของบุคลากร และกลุ่มสาเหตุด้านวัตถุดิบ คือ ขนาดของความกว้างแผ่นเหล็กที่ไม่แน่นอน มีส่วนอย่างยิ่งต่อการเกิดชิ้นงานขาโคมไฟที่เป็นรอยขาด ผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบอุปกรณ์เสริมเพื่อให้ระบบการปั๊มทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อเข้ามาแทนข้อจำกัดในด้านความชำนาญของบุคลากร และทำการควบคุมขนาดหน้าตัดวัสดุเพื่อเข้ามาแก้ไขปัญหาที่มาจากกลุ่มสาเหตุด้านความไม่แน่นอนของขนาดวัตถุดิบ ภายหลังจากที่ได้ดำเนินการแก้ไขและปรับปรุงพบว่าการเกิดรอยขาดที่ขาโคมไฟดาวน์ไลท์ระหว่างการผลิตเกิดขึ้นเพียงจำนวน 70 ชิ้น ลดลงเป็นจำนวน 198 ชิ้น หรือคิดเป็นลดลงร้อยละ 73.8

7. เอกสารอ้างอิง

1. กิติศักดิ์ พลอยพานิชเจริญ. (2556). *หลักการควบคุมคุณภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 3).* กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
2. โกลบอลเฮ้าส์. (2562). *BEC โคมไฟดาวน์ไลท์ แอลอีดี 4 นิ้ว E27 TDL4/S ขอบเงิน.* (น.10). สืบค้นเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564, จาก www.globalhouse.co.th/product/detail/8851564126901/596#gallery-1.
3. ชาญ ถนัดงาน และ วริทธิ์ อึ้งภากรณ์. (2556). *การออกแบบเครื่องจักรกล.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ด; 2556.
4. ณัฐนันท์ บุญเสนอ. (2560). *การลดของเสียในกระบวนการปั๊มขึ้นรูป*. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีปทุม. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
5. ธรรม์ณชาติ วันแต่ง. (2561). *เทคโนโลยีแม่พิมพ์ปั๊มตัดโลหะ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ด.

6. นพมณี วัฒนสังสุทธิ์ และวรพจน์ มีถม. (2564). การปรับปรุงกระบวนการปั๊มขึ้นรูปในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมม, ฉบับที่ 17,* 79-98.
7. มารวย เพ็งอุดม. (2557). *การลดปริมาณสูญเสียกระป๋องจากกระบวนการผลิต กรณีศึกษา บริษัท เอเชียติค อุตสาหกรรมการเกษตรจำกัด*. (น.4) สืบค้นเมื่อวันที่ 20 พฤศจิกายน 2564, จาก http://www.research-system.siam.edu/images/01Poon/2._มารวย_เพงอดม/บทที่_2.pdf.
8. ศุภชัย นาทะพันธ์. (2561). *การควบคุมคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ซีเอ็ด.
9. Modern Manufacturing. (2560). *ตีโจทย์ปัญหากระบวนการผลิตด้วย CAUSE AND EFFECT DIAGRAM*. (น.11). สืบค้นเมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน 2564, จาก https://www.mmthailand.com/กระบวนการผลิต-cause-and-effect-diagram/.