

การประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC ตามแนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า
เพื่อลดของเสียในกระบวนการเชื่อมประกอบรถยนต์
APPLICATION OF DMAIC PRINCIPLES BASED ON THE CONCEPT OF SIX SIGMA
TO REDUCE DEFECTS IN THE AUTOMOTIVE ASSEMBLY WELDING PROCESS

ณัฐวดี มหานิล^{1*}, บุญเกื้อ หวังรายกลาง², สมพร จงอร่ามเรือง³, วิรัชชัย วินิจฉัย⁴ และ วัชรินทร์ จัตตุกุล⁵

Nattavadee Mahanil^{1*}, Boonkue Wangraiklang², Somporn Jongaramreung³

Wiratchai Winitchai⁴ and Watcharin Jattukul⁵

สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์ Bangkok^{1,2,3,4,5}

Department of Industrial Engineering Technology, Faculty of Digital Technology and Innovation,

Southeast Bangkok University^{1,2,3,4,5}

Author email: nattavadee.m@gmail.com^{1*}

Received: April 25, 2024

Revised: June 5, 2024

Accepted: June 12, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียลักษณะสะเก็ดไฟในกระบวนการเชื่อมประกอบรถยนต์ ให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน จากปัญหาของเสียลักษณะสะเก็ดไฟที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ จึงได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียย้อนหลังจำนวน 7 เดือน จากยอดการผลิตรถยนต์ 48,260 คัน พบว่าของเสียลักษณะสะเก็ดไฟจำนวน 490 ชิ้น หรือมากกว่าร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน จึงประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC เป็นขั้นตอนการแก้ไขปัญหา ทำการวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนผังเหตุและผล นำสาเหตุที่ได้จากการวิเคราะห์ไปหาระดับคะแนนเพื่อลำดับความสำคัญ พบว่าสาเหตุย่อยของคะแนนที่มากกว่าร้อยละ 80 คือเกิดจากสาเหตุการปรับตั้งกระแสไฟไม่เหมาะสม จึงได้เลือกนำไปแก้ไข โดยออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟที่เหมาะสมในการเชื่อมประกอบฯ โดยการทดลองนั้นประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ 1) แรงกด 2) เวลาที่ใช้ในการเชื่อม และ 3) กระแสไฟเชื่อม มาทำการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 3k และวิเคราะห์ผลการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab ผลการทดลองพบว่าค่ากระแสไฟที่เหมาะสมในการเชื่อม คือค่าแรงกดเท่ากับ 3.6 กิโลนิวตัน/เมตร เวลาที่ใช้ในการเชื่อมเท่ากับ 250 มิลลิวินาที และกระแสไฟเชื่อมเท่ากับ 7.8 กิโลแอมแปร์ซึ่งได้ปริมาณของการเกิดสะเก็ดไฟเท่ากับ -0.197 ซึ่งเป็นการเกิดสะเก็ดไฟที่น้อยและเหมาะสม ส่งผลให้จำนวนของเสียก่อนปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.998 ต่อเดือน หลังปรับปรุงลดเหลือเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.023 ต่อเดือน และระดับซิกซ์ ซิกม่า ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 4.25 หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.33 บ่งชี้ถึงระดับคุณภาพของการกระบวนการที่ดีขึ้น

คำสำคัญ: ลดของเสีย, เชื่อมประกอบรถยนต์, DMAIC, ซิกซ์ ซิกม่า

Abstract

The purpose of the research was to reduce the waste type of spatter defect in the automotive welding process to not more than 0.2 percent of the volume production per month. The problem is the type of spatter defect. Therefore, waste data was collected for the past 7 months from the total production of 48,260 automobiles. It was found that 490 pieces of waste were in the form of spatter defects, or more than 0.2 percent of the total volume of production per month. Therefore, DMAIC principles are applied as a problem-solving procedure and analysis of root causes with cause-and-effect diagrams. Bring the sub-causes from the analysis to a score level in order of importance. It was found that the sub-cause of scores greater than 80 percent was due to a non-optimal electrical current adjustment. Then, it was chosen to be improved by designing an experiment to find the optimal electrical current value for welding and assembly. The experiment consisted of three related variables: 1) force, 2) time for welding, and 3) welding electrical current value. A 3K factorial experiment was conducted, and the results were analyzed using the Minitab Statistics program. The results of the experiment found that the optimal electrical current value for welding was a pressure value of 3.6 kilonewton/meter, a welding time of 250 millisecond, and a welding current of 7.8 kiloampere, which resulted in the amount of spark generation equal to -0.197, which is a small and optimal amount of spatter. As a result, the average amount of waste before improvement was equal to 0.998 percent per month. After improvement, it decreased to an average of 0.023 percent per month. The Six Sigma level before adjustment was equal to 4.25, and after improvement, it increased to 5.33, indicating the quality level of a better process.

Keywords: Reducing Defects, Automotive Welding, DMAIC, Six Sigma

บทนำ

คุณภาพของผลิตภัณฑ์ของอุตสาหกรรมยานยนต์เป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในกระบวนการดำเนินงานของภาคอุตสาหกรรม เพราะความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้อุตสาหกรรมยานยนต์ต้องมีการปรับตัวและเผชิญกับการแข่งขันกับเทคโนโลยีอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งเป็นอุตสาหกรรมที่สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงอุตสาหกรรมที่ระบุให้อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ (Next-Generation Automotive) เป็น 1 ใน 5 อุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First S-curve) เนื่องจากอุตสาหกรรมยานยนต์ถือเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศไทยกว่า 40 ปีที่ผ่านมา และได้รับการกล่าวถึงอย่างมากจากผู้ประกอบการยานยนต์ทั่วโลก [1] ทำให้เกิดการตื่นตัวของการพัฒนาด้านยานยนต์ที่สูงขึ้น อาทิ กลุ่มซัพพลายเออร์ (Suppliers) ผู้ผลิต (Manufacturers) ตลอดจนตัวแทนขาย และผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ต้องปรับปรุงกระบวนการดำเนินงาน วิธีการทำงาน รวมไปถึงมีแนวคิดที่ส่งเสริม ปรับปรุง และพัฒนาอุตสาหกรรมของตนเองให้ตอบสนองความต้องการ และกลไกการขับเคลื่อนทั้งด้านคุณภาพของผลิตภัณฑ์และบริการ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ

ในปัจจุบันต้นทุนด้านคุณภาพของผู้ผลิตเป็นแนวคิดที่สำคัญมากในการใช้วัดผลการดำเนินงานของภาคอุตสาหกรรม เพราะการลงทุนในค่าใช้จ่ายต่างๆ ส่งผลต่อการดำเนินงานในระยะยาว ดังนั้นผู้ผลิตจึงให้ความสำคัญกับการลดจำนวนข้อบกพร่อง

ที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต หากผู้ผลิตสามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้ก่อนที่จะส่งผลิตภัณฑ์หรือบริการนั้นๆ ถึงมือลูกค้า ก็จะสามารถหลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการจัดการกับข้อร้องเรียน และค่าใช้จ่ายจากการส่งคืนผลิตภัณฑ์หรือบริการของลูกค้า

งานวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการศึกษางานด้านคุณภาพของผู้ประกอบตัวถังรถยนต์ (Body Shop) แห่งหนึ่งของนิคมอุตสาหกรรมเหมราฮือสเทิร์นซีบอร์ด ในจังหวัดระยอง โดยทำการศึกษาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบา ที่มีลักษณะของเสีย 6 ลักษณะ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการจำแนกลักษณะ และจำนวนของเสียของกระบวนการประกอบา

ลักษณะของเสีย	จำนวนของเสียของกระบวนการประกอบา (เดือนพฤศจิกายน 2565 -พฤษภาคม 2566)							รวม	คิดเป็นร้อยละ
	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.		
ชิ้นงานเป็นรอย	50	35	0	44	20	47	18	214	19.74
ชิ้นงานบุบ	45	30	24	32	5	16	31	183	16.88
ชิ้นงานนูน	31	0	23	2	0	7	5	68	6.27
สะเก็ดไฟ	135	99	87	55	34	23	57	490	45.20
ชิ้นงานเสียรูป	15	30	8	20	18	23	2	116	10.70
อื่นๆ	1	3	1	2	5	1	0	13	1.20
รวม	277	197	143	155	82	117	113	1,084	100.00

จากตารางที่ 1 ของเสียในช่วง 7 เดือนที่ผ่านมา มีจำนวนของเสียทั้งหมดจำนวนทั้งสิ้น 1,084 ชิ้น และบ่งชี้ได้ว่าลักษณะของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ลักษณะสะเก็ดไฟ มีจำนวน 490 ชิ้น คิดเป็นร้อยละ 45.20 ของจำนวนของเสียทั้งหมด ซึ่งของเสียที่เกิดจากสะเก็ดไฟเชื่อมกระเด็นติดตัวถัง (Spatter Defect) ส่งผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มสูงขึ้น ทำให้ต้องเสียเวลาในการขัดผิว (Finishing Process) ของตัวถังรถยนต์ และทำให้การส่งมอบล่าช้า และทำให้เสียโอกาสในการแข่งขันสูงมากเช่นกัน จึงเกิดเป็นการศึกษาของผู้วิจัยที่จะทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และหาวิธีการปรับปรุงกระบวนการประกอบา เพื่อลดจำนวนของเสียลักษณะสะเก็ดไฟ เพื่อการปรับปรุงด้านคุณภาพทั้งด้านผลิตภัณฑ์และคุณภาพของต้นทุน และสร้างโอกาสในการแข่งขันกับอุตสาหกรรมเดียวกัน

1. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อลดของเสียลักษณะสะเก็ดไฟในกระบวนการเชื่อมประกอบา ให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน

2. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

2.1 เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการประกอบา อาทิ ต้นทุนการผลิตลดลง หลีกเลี่ยงค่าใช้จ่ายในการจัดการกับข้อร้องเรียน และค่าใช้จ่ายจากการส่งคืนผลิตภัณฑ์หรือบริการของลูกค้า ลดเวลาในการแก้ไขชิ้นงาน การส่งมอบตรงเวลา และเพิ่มโอกาสในการแข่งขันกับอุตสาหกรรมเดียวกันได้มากขึ้น

2.2 เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร อาทิ เครื่องจักรทำงานต่อเนื่อง ลดการหยุดชะงัก และการซ่อมบำรุงที่เกิดจากการของเสีย

2.3 เพิ่มความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และบริการ รวมถึงความเป็นมืออาชีพในกระบวนการประกอบา

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 ความสูญเสีย (Wastes)

ของเสีย (Defects) เป็นส่วนหนึ่งของความสูญเสียตามหลักการของความสูญเสีย 7 ประการ หรือ 7 Wastes [2] ซึ่งหมายถึง ความสูญเสียที่เกิดจากการผลิตงานแล้วเกิดความผิดพลาดในการผลิต ส่งผลให้งานนั้นไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด สาเหตุที่ทำให้เกิดของเสีย ได้แก่ วัตถุดิบที่นำเข้าสู่กระบวนการผลิตมีความเสียหาย ความไม่เข้าใจในวิธีการทำงานของพนักงาน การประกอบงานที่ผิดวิธี หรืออาจเกิดความผิดพลาดของเครื่องจักร หรือสิ่งที่สนับสนุนการผลิต [3] ซึ่งของเสียจากกระบวนการผลิต สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ของเสียที่จำเป็นต้องทำลายทิ้ง (Scrap) และของเสียที่สามารถนำไปซ่อมแซมได้ หรือทำให้เกิดการทำงานซ้ำ (Rework) ถ้ามีของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ไม่ว่าจะเป็นของเสียชนิดลักษณะใดก็ตาม ย่อมทำให้เสียต้นทุนในการผลิตทั้งสิ้น และก่อให้เกิดความสูญเสียที่ต้องปรับปรุงแก้ไข [4]

3.1.2 หลักการ DMAIC

หลักการ DMAIC คือ หลักการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) ตามแนวคิดของซิกซ์ซิกม่า (Six Sigma) ที่มีขั้นตอนการปรับปรุง 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. Define (D) การกำหนดปัญหาที่เกิดความสูญเสีย เป็นขั้นตอนแรกสุดของกระบวนการปรับปรุง ซึ่งถือเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพราะหากระบุปัญหาไม่ชัดเจนก็อาจจะส่งผลถึงขั้นตอนต่อไปได้

2. Measure (M) การกำหนดวิธีวัดความสูญเสีย เป็นขั้นตอนการตรวจวัด หรือบ่งชี้ปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยต้องหาหน่วยวัดมาบ่งชี้ ซึ่งอาจจะเป็นตัวชี้วัดเชิงปริมาณที่วัดได้โดยตรง (Quantitative) หรืออาจจะเป็นตัวชี้วัดเชิงคุณภาพที่กำหนดขึ้นมา (Qualitative)

3. Analyze (A) การวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสีย เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุรากเหง้าหรือปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เกิดความสูญเสียเพื่อนำไปกำหนดและหาแนวทางแก้ไขหรือทำการปรับปรุงต่อไป

4. Improve (I) การปรับปรุง เป็นขั้นตอนการกำหนดแนวทางปรับปรุงการทำงาน โดยหลังจากแยกแยะสาเหตุต่างๆ แล้ว ขั้นตอนนี้เป็นกำหนดแนวทางปรับปรุงแก้ไข ที่ตรงกับสาเหตุที่วิเคราะห์ได้ โดยควรเน้นไปที่แนวทางใหม่ ๆ ที่อาจยังไม่เคยปฏิบัติมาก่อน เพื่อสร้างผลลัพธ์ใหม่ ๆ

5. Control (C) การควบคุม เป็นขั้นตอนการติดตามและควบคุม ขั้นตอนนี้เป็นการควบคุมให้การปรับปรุงได้เป็นไปตามแผนงานที่วางไว้ รวมถึงการติดตามผลที่เกิดขึ้นว่าแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ ความสูญเสียลดลงหรือไม่ โดยอ้างอิงจากตัวชี้วัดที่เก็บได้ ตั้งแต่ขั้นตอนการตรวจวัดความสูญเสีย (M) ซึ่งหากยังไม่ดีขึ้น หรือไม่เป็นไปตามผลที่คาดหวังไว้ ก็ต้องกลับมาเริ่มกระบวนการตั้งแต่ขั้นตอนการระบุปัญหา (D) ใหม่อีกครั้ง ทำวนซ้ำแบบนี้จนกระทั่งปัญหาถูกแก้ไข หรือได้ผลลัพธ์ตรงตามที่ต้องการ [5]

3.1.3 เครื่องมือคุณภาพ (7QC Tools)

เครื่องมือคุณภาพ 7 ประการ ประกอบด้วย 1) ใบตรวจสอบ (Check Sheet) 2) ฮิสโตแกรม (Histogram) 3) แผนภาพพาเรโต (Pareto Chart) 4) แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) 5) แผนภูมิควบคุม (Control Chart) 6) แผนภาพการกระจาย (Scatter Diagram) และ 7) แผนภูมิ (Graph) [6]

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐวดี และคณะ ศึกษากระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมผลิตน้ำยาซักผ้า พบว่าเกิดความสูญเสียเปล่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ ซึ่งความสูญเสียที่เกิดขึ้นจัดเป็นความสูญเสียเปล่าประเภทของเสีย งานวิจัยจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของเสีย และลดของเสียประเภทรอยยับที่ท็อปซิลของขั้นตอนการปิดท็อปซิลถุงบรรจุภัณฑ์น้ำยาซักผ้า จากการเก็บข้อมูลของเสีย พบของเสียที่มีความถี่มากที่สุด คือ ของเสียประเภทรอยยับที่ท็อปซิล จึงได้ประยุกต์หลักการ DMAIC ในการแก้ไขปัญหา ใช้แผนผังแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการประเมินความเสี่ยงของปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา พบว่าสาเหตุที่มีคะแนนสูงที่สุด คือ ไม่มีมาตรฐานการตั้งค่าอุณหภูมิ จึงทำการทดลองปรับค่าอุณหภูมิ โดยกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 198, 195, 190 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าค่าอุณหภูมิที่ 190 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ส่งผลให้ระดับค่าความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงเท่ากับร้อยละ 96.39 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 99.98 และระดับซิกม่าก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 3.25 เพิ่มขึ้นเป็น 5.25 [7]

ธัญญลักษณ์ ศรีธรรม และคณะ ศึกษาการประยุกต์ใช้แบบจำลอง DMAIC เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดขวดยาหยอดตา มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาปิดขวดยาหยอดตาของอุตสาหกรรมพลาสติกแห่งหนึ่ง ซึ่งประยุกต์ใช้ตามแนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า โดยใช้หลักการ DMAIC จากการศึกษาข้อมูลของเสียจากการผลิตย้อนหลัง 3 เดือน พบว่าลักษณะของเสียอันดับหนึ่งได้แก่ การรั่วซึม จากการวิเคราะห์แผนผังเหตุและผล และประเมินความเสี่ยงพบว่าสาเหตุหลักในการเกิดปัญหาการรั่วซึม คือ การปรับตั้งค่าความดันของเครื่องฉีดพลาสติกไม่เหมาะสม จึงทำการปรับปรุงกระบวนการผลิต โดยทำการทดสอบปรับตั้งค่าความดัน เพื่อหาค่าความดันที่เหมาะสม และจัดทำแบบฟอร์มการตรวจเช็คเครื่องจักร (Machine check sheet) จัดทำมาตรฐานการตรวจสอบแบบเป็นลำดับขั้นตอน ผลจากการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยการควบคุมปัจจัยหลักในระยะเวลา 3 เดือน ทำให้สัดส่วนของเสียจากกระบวนการผลิตฝาปิดขวดยาหยอดตาจากเดิม 91,319 ชิ้น ลดเหลือ 19,943 คิดเป็นร้อยละ 78.16 ของสัดส่วนของเสียที่ลดลง [8]

อภิญา ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการผลิตของโรงงานถุงมือตัวอย่าง เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยประยุกต์หลักการ DMAIC ร่วมกับแผนภูมิพาเรโตในการวิเคราะห์และจัดลำดับของปัญหา และใช้แผนภูมิเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ผลการปรับปรุง พบว่าก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยของเสียร้อยละ 1.69 หลังการปรับปรุงของเสียลดเหลือเฉลี่ยร้อยละ 1.46 ทำให้ต้นทุนของเสียลดลงเฉลี่ย 19,038 บาทต่อเดือน [9]

กิตติชัย ศึกษาการลดของเสียในการผลิตชิ้นส่วนมอเตอร์ไซค์ โดยการคัดเลือกปัญหาผ่านแผนภูมิพาเรโต จากนั้นวิเคราะห์ความล้มเหลวและผลกระทบ หรือเครื่องมือ FMEA เพื่อหาความสำคัญของปัญหาจากการจัดลำดับความสำคัญ ความเสี่ยง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต พบว่าลักษณะของเสียคือ 1) ความโตหัวซีลวดไม่ได้ขนาดที่เกิดจากแม่พิมพ์สึก และ 2) ซีลวดเป็นรอยที่เกิดจากแม่พิมพ์แตก ส่งผลต่อคุณภาพของสินค้ามากที่สุด จึงกำหนดวิธีการปรับปรุงเพื่อเป็นแนวทางในการลดความเสี่ยงปัญหาของเสีย โดยจัดทำเอกสารบทเรียนในการถ่ายทอดความรู้ พร้อมก็นำไปปฏิบัติ ผลการปรับปรุงพบว่า ของเสียลักษณะความโตของหัวซีลวดไม่ได้ขนาดที่เกิดจากแม่พิมพ์สึกสามารถลดค่าดัชนีความเสี่ยงขึ้นแม่พิมพ์สึก ก่อนปรับปรุงมีดัชนีความเสี่ยงเท่ากับ 384 ลดเหลือ 85 ส่วนของเสียลักษณะซีลวดเป็นรอยที่เกิดจากแม่พิมพ์แตก ก่อนปรับปรุงมีดัชนีความเสี่ยงเท่ากับ 324 ลดเหลือ 75 สามารถลดของเสียประเภทหัวซีลวดไม่ได้ขนาดลงได้ร้อยละ 71.92 และลดของเสียประเภทซีลวดเป็นรอยลงได้ร้อยละ 84.74 [10]

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียลักษณะสะกัดไฟในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ ให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน ได้กำหนดเครื่องมือการวิจัย กลุ่มเป้าหมาย และวิธีการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

4.1 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1.1 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้กลุ่มเครื่องมือคุณภาพ ได้แก่ 1) แผนผังการไหล เพื่อแสดงกระบวนการเชื่อมประกอบฯ ในการศึกษาขั้นตอนการทำงานให้ชัดเจน 2) ใบตรวจสอบ ที่ใช้กำหนดปัญหาให้ที่บ่งชี้ลักษณะของเสียสะกัดไฟจากการเชื่อมประกอบฯ เพื่อนำไปวิเคราะห์ถึงสาเหตุของปัญหาได้อย่างแม่นยำ

4.1.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา ใช้กลุ่มเครื่องมือคุณภาพ คือ แผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาของเสียลักษณะสะกัดไฟจากการเชื่อมประกอบฯ และประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab (Version 2019) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติในการทดลอง

4.2 กลุ่มเป้าหมาย

4.2.1 กลุ่มประชากร คือ ของเสียในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ จำนวน 7 เดือนย้อนหลัง จำนวนทั้งสิ้น 1,084 ชิ้น

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ของเสียลักษณะสะกัดไฟจากการเชื่อมประกอบฯ จำนวน 7 เดือนย้อนหลัง จำนวนทั้งสิ้น 490 ชิ้น โดยเลือกศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง เนื่องจากเป็นลักษณะของเสียที่มีจำนวนมากที่สุด หรือร้อยละ 45.20 ของจำนวนของเสียทั้งหมด

4.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

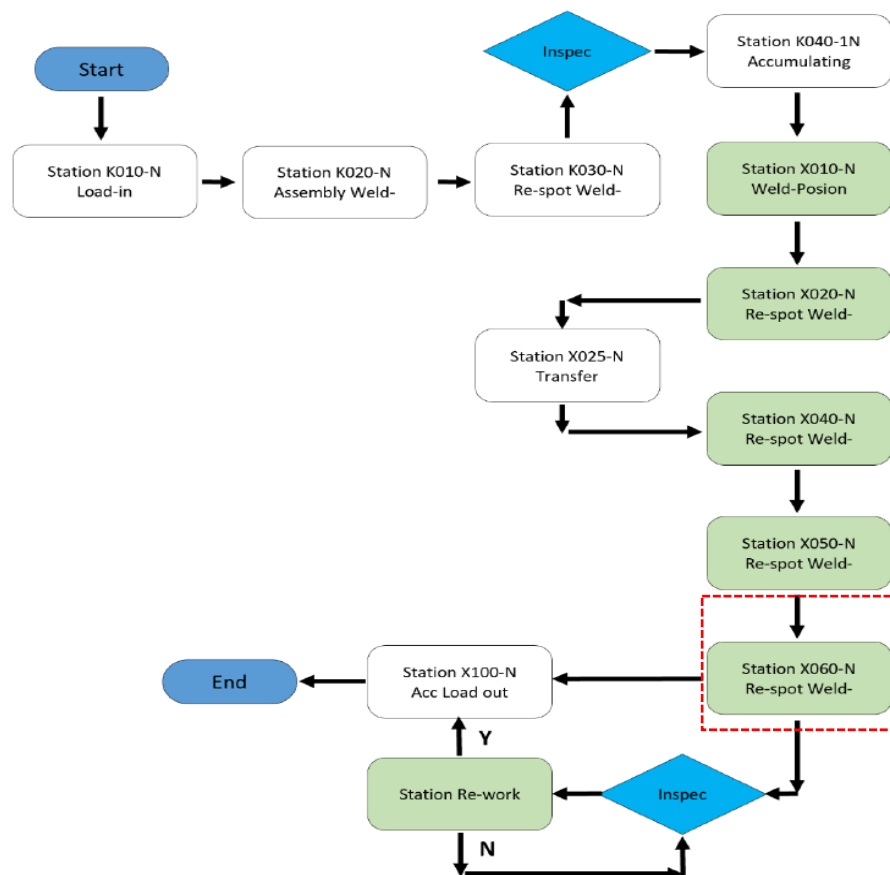
ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยได้ประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC เป็นขั้นตอนการแก้ไขปัญหา และปรับปรุง ดังนี้

4.3.1 Define Phase (D) กำหนดปัญหา ปัญหาได้กำหนดขึ้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ จำนวน 7 เดือน ย้อนหลัง พบจำนวนของเสียที่เป็นลักษณะสะกัดไฟที่มีจำนวนมากที่สุดจากจำนวนของเสียทั้งหมด ดังแสดงจำนวนและร้อยละของเสียเมื่อเทียบกับยอดการผลิตในตารางที่ 2 ซึ่งของเสียสะกัดไฟเป็นลักษณะสะกัดไฟจากการเชื่อมประกอบฯ กระเด็นไปเกาะพื้นผิวด้านข้าง (Body Side) ของตัวถังรถยนต์ ส่งผลมาจากปฏิกิริยาของความร้อนและการเชื่อม ซึ่งก่อนการปรับปรุง จากยอดการผลิต 48,260 คัน พบว่าของเสียลักษณะสะกัดไฟมีจำนวน 490 ชิ้น หรือมากกว่าร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิต (คัน) ต่อเดือน

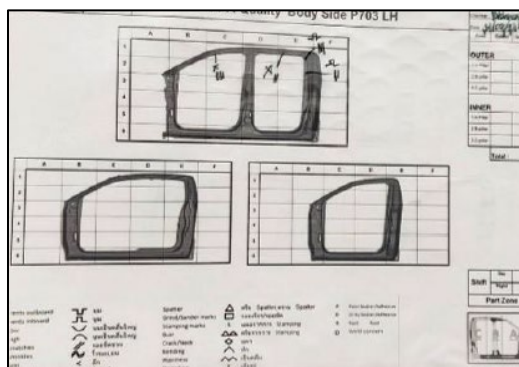
ตารางที่ 2 แสดงจำนวนและร้อยละของเสีย (สะกัดไฟเชื่อม) เดือนพฤศจิกายน 2566 ถึงเดือนพฤษภาคม 2566

เดือน	ยอดการผลิต (คัน)	ของเสียสะกัดไฟเชื่อม (ชิ้น)	ร้อยละของเสีย
พฤศจิกายน	8,298	135	1.63
ธันวาคม	6,381	99	1.55
มกราคม	6,414	87	1.36
กุมภาพันธ์	7,003	55	0.79
มีนาคม	7,482	34	0.45
เมษายน	5,380	23	0.43
พฤษภาคม	7,302	57	0.78
รวม	48,260	490	เฉลี่ยต่อเดือน = 0.998

จากข้อมูลของเสียที่แสดงในตารางที่ 2 ผู้วิจัยจึงได้ศึกษากระบวนการเชื่อมประกอบฯ โดยการใช้แผนผังการไหล (Flow Diagram) เพื่อจำแนกให้เข้าใจอย่างละเอียดถึงแต่ละขั้นตอนของกระบวนการเชื่อมประกอบฯ ทั้งกระบวนการประกอบด้วยสถานีงาน 13 สถานี ซึ่งแบ่งเป็นสถานีเชื่อมประกอบฯ 7 สถานี ดังรูปภาพที่ 1 และจากการศึกษา พบว่าสถานีที่เกิดปัญหามาจากสถานี X060N หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ทำการนำข้อมูลจากใบตรวจสอบมาวิเคราะห์ ดังรูปภาพที่ 2 เพื่อหาจุดที่ก่อให้เกิดปัญหาของเสียลักษณะสะเก็ดไฟจากการเชื่อมประกอบฯ ชิ้นงาน ดังรูปภาพที่ 3 เพื่อนำมากำหนดเป็นปัญหาสำหรับการแก้ไขในขั้นตอนต่อไป



รูปภาพที่ 1 แผนผังการไหล (Flow Diagram) แสดงกระบวนการเชื่อมประกอบฯ



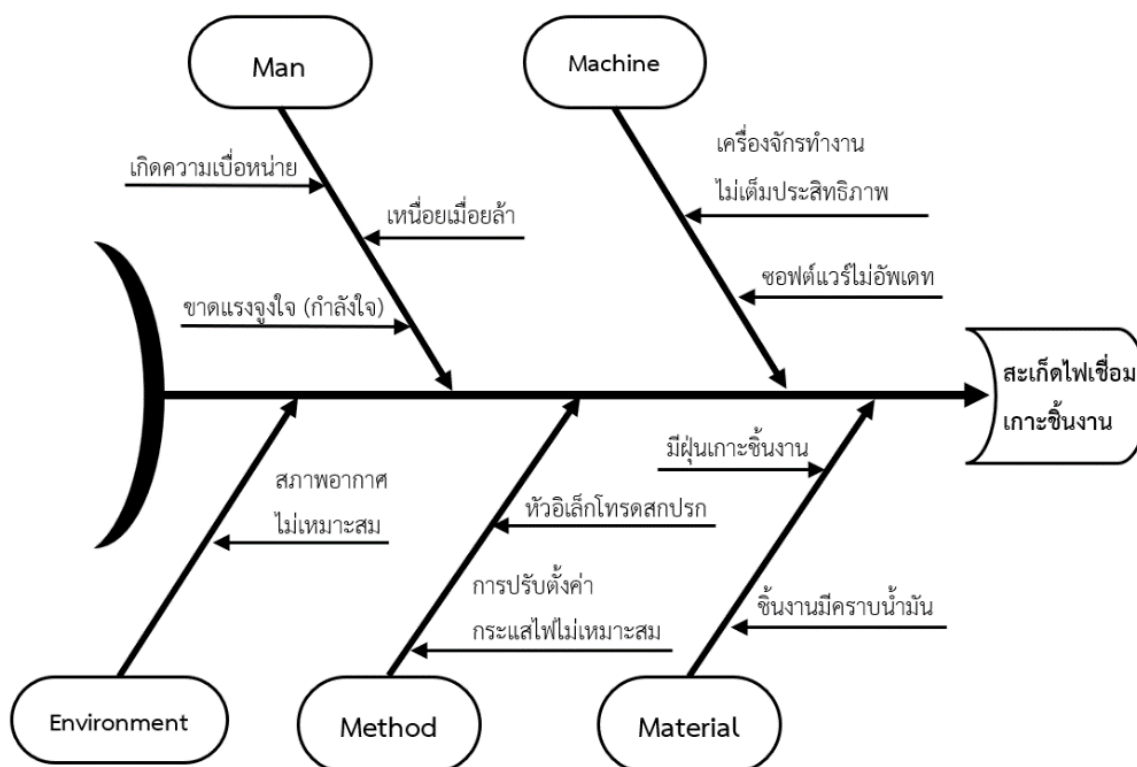
รูปภาพที่ 2 แสดงเครื่องมือใบตรวจสอบ



รูปภาพที่ 3 ของเสียลักษณะสะเก็ดไฟของชิ้นงาน

4.3.2 Measure Phase (M) กำหนดวิธีการวัด กำหนดหน่วยวัดในการแก้ไขปรับปรุงจากร้อยละของเสีย เมื่อเทียบกับยอดการผลิตต่อเดือน โดยการตั้งเป้าหมายควบคุมของเสียให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตรวมต่อเดือน และ กำหนดหน่วยวัดด้วยระดับซิกมา (Sigma) ไม่ต่ำกว่า 4.00 และกำหนดระยะเวลาในการควบคุมผลการแก้ไขปรับปรุงจำนวน มากกว่า 6 เดือน เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน

4.3.3 Analyze Phase (M) วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของเสียลักษณะสะกัดไฟ โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล [11] ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาร่วมกันกับทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับงาน ได้แก่ ผู้จัดการแผนก (Mgn.) รองผู้จัดการแผนก (Sr.) หัวหน้าฝ่ายวิศวกร (Eng.L) วิศวกรงานเชื่อม (Eng.) หัวหน้างาน (Pce.) และพนักงานควบคุม งานเชื่อม (Hou) โดยวิเคราะห์จากปัจจัยการผลิต 4M1E [12] ดังรูปภาพที่ 4



รูปภาพที่ 4 แสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดของเสียลักษณะสะกัดไฟ

หลังจากนั้นได้นำทุกสาเหตุของปัญหาเข้าสู่การวิเคราะห์ความสำคัญ โดยกำหนดให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงาน ให้คะแนนความสำคัญของสาเหตุที่ส่งผลต่อปัญหาของเสียลักษณะสะกัดไฟเชื่อมประกอบๆ เกาะชิ้นงาน หลังจากนั้นนำมา เรียงลำดับความสำคัญ และคิดเป็นร้อยละของคะแนนด้วยวิธีคำนวณหาระดับของคะแนน ดังตารางที่ 3 จาก

$$\text{ระดับของคะแนน} = 9 (\text{คะแนนสูงสุด}) \times 6 (\text{จำนวนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการประเมิน}) = 54$$

$$\text{ร้อยละ} = (\text{ผลรวมในแต่ละสาเหตุ} / \text{คะแนนรวม}) \times 100$$

ตารางที่ 3 แสดงระดับคะแนนที่คิดเป็นร้อยละของสำคัญของสาเหตุของเสียลักษณะสะกัดไฟเชื่อมประกอบ

สาเหตุหลักจากปัจจัยการผลิต	สาเหตุน้อย	ระดับคะแนน (คะแนนเต็ม 9) (ประเมินโดยผู้ที่เกี่ยวข้องกับงาน)						คะแนนรวม	คะแนนร้อยละ
		Mgn.	Sr.	Eng.L	Eng.	PCE	Hou		
วิธีการ	การปรับตั้งกระแสไฟไม่เหมาะสม	9	9	9	9	7	9	52	96.30
	หัวอิเล็กโทรดสกปรก	7	7	7	7	7	7	42	77.78
วัตถุดิบ	มีฝุ่นเกาะชิ้นงาน	5	5	5	5	5	5	30	55.56
	ชิ้นงานมีคราบน้ำมัน	5	5	5	5	3	5	28	51.85
เครื่องจักร	ซอฟต์แวร์ไม่อัปเดต	5	5	5	5	5	3	28	51.85
	เครื่องจักรทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ	3	3	3	3	3	3	18	33.33
คน	เกิดความเบื่อหน่าย	3	3	3	3	3	1	16	29.63
	ขาดแรงจูงใจ	3	3	3	3	1	3	16	29.63
	เหนื่อย เมื่อยล้า	3	3	3	3	1	1	14	25.93
สิ่งแวดล้อม	สภาพอากาศไม่เหมาะสม	1	1	1	1	1	1	6	11.11

จากตารางที่ 3 ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และผู้วิจัยให้ความสำคัญกับสาเหตุน้อยที่มีระดับคะแนนที่มากกว่าร้อยละ 80 ซึ่งบ่งบอกถึงความสำคัญของการรับแก้ไข จึงได้เลือกนำเอาสาเหตุน้อยที่เกิดจากการปรับตั้งกระแสไฟไม่เหมาะสม มาเข้าสู่การหาแนวทางแก้ไขปรับปรุงในขั้นตอนต่อไป

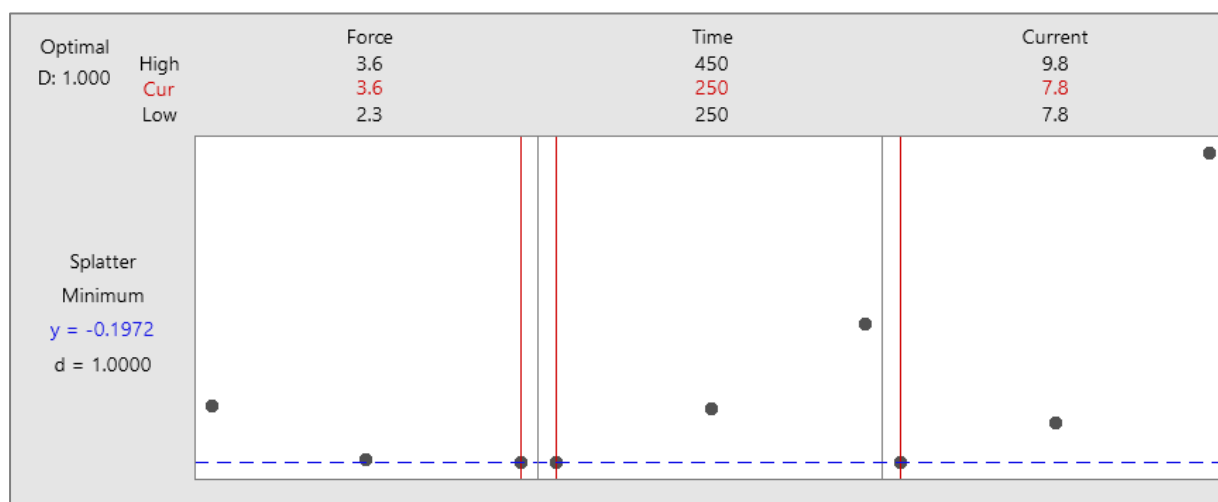
4.3.4 Improve Phase (I) ปรับปรุง จากสาเหตุน้อยที่เกิดจากการปรับตั้งกระแสไฟไม่เหมาะสม ที่ส่งผลให้เกิดของเสียลักษณะสะกัดไฟเชื่อมประกอบ ผู้วิจัยจึงได้ทำการแก้ไขปรับปรุงโดยออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟที่เหมาะสมในการเชื่อมประกอบ เพื่อทดสอบปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Minitab (Version 2019) ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดลอง

จากลักษณะการเชื่อมแบบความต้านทาน (Resistance spot welding) ประกอบด้วย 3 ตัวแปรคือ แรงกด (Force) เวลาที่ใช้ในการเชื่อม (Time) กระแสไฟเชื่อม (Current) [13] ผู้วิจัยจึงได้นำทั้ง 3 ตัวแปร มาทำการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 3k (3k Factorial Design) ดังตารางที่ 4 ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลัก 3 ปัจจัยคือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และระดับสูง การออกแบบระดับต่ำและระดับสูง เป็นการตั้งขีดจำกัดของการปรับตั้งที่คิดว่าอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพมาใช้ส่วนระดับกลางที่เพิ่มเข้ามาเพื่อให้การทดลองมีความแม่นยำมากที่สุด

ตารางที่ 4 ปัจจัยและระดับปัจจัยที่ใช้สำหรับการออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล 3k

ปัจจัยในการทดลอง	ระดับต่ำ (Low)	ระดับกลาง (Middle)	ระดับสูง (High)	หน่วยวัด(Measure)
แรงกด (Force)	2.3	2.7	3.6	กิโลนิวตัน/เมตร
เวลาที่ใช้ในการเชื่อม (Time)	250	320	450	มิลลิวินาที
กระแสไฟเชื่อม (Current)	7.8	8.9	9.8	กิโลแอมแปร์

จากตารางที่ 4 จากปัจจัยและระดับปัจจัยในการทดลอง Response Optimization พบว่าค่าที่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อการเกิดสะเก็ดไฟเชื่อมน้อยที่สุด จะต้องเลือกใช้แรงกด เท่ากับ 3.6 กิโลนิวตัน/เมตร เวลาที่ใช้ในการเชื่อมเท่ากับ 250 มิลลิวินาที และกระแสไฟเชื่อมเท่ากับ 7.8 กิโลแอมแปร์ จะได้ปริมาณของการเกิดสะเก็ดไฟเท่ากับ -0.197 ซึ่งเป็นการเกิดสะเก็ดไฟที่น้อยและเป็นค่าที่เหมาะสม ดังรูปภาพที่ 5 ในการนำไปปรับตั้งกระแสไฟในการเชื่อมฯ จึงได้เลือกผลลัพธ์จากการทดลองที่ได้ไปทดลองกับกระบวนการเชื่อมประกอบฯ และทำการเก็บข้อมูลหลังปรับปรุง เพื่อวิเคราะห์ผลการวิจัย



รูปภาพที่ 5 แสดงค่า Response Optimization จากการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Minitab

4.3.5 Control Phase (C) ควบคุมและติดตาม กำหนดมาตรฐานของการทำงาน โดยการทำแผนควบคุม (Control Plan) กระบวนการทำงานให้พนักงานหรือผู้ปฏิบัติงาน ได้ปฏิบัติตามกฎข้อบังคับที่ได้ตกลงร่วมกัน ตัวอย่างรูปภาพที่ 6

Control Plan											
☐ Prototype ☐ Pre-Launch ☒ Production Control Plan Number					Key Contact/Phone			Date (Orig.)		Date (Rev.)	
Part Number/Last Change Level					Core Team			Customer Engineering Approval/Date (If Req'd)			
Part Name/Description					Supplier/Part Approval/Date			Customer Quality Approval/Date (If Req'd)			
Supplier/Part				Supplier Code		Other Approval/Date (If Req'd)			Other Approval/Date (If Req'd)		
Part/Process Number	Process Name/Operation Description	Machine, Device, Jig, Tools for Mfg.	Characteristics			Special Char. Class	Methods				Reaction Plan
			No.	Product	Process		Product/Process Specification/ Tolerance	Evaluation/Measurement Technique	Sample		
1	Adjust Weld parameter	All weld timer		Weld timer	- Add training - Set up of machine		- Coupon test - Frybar - UT scan - Tear Down	1 unit 1 unit 1 unit 1 unit	After Setup 3 hr. 3 hours per shift 2 months	Work back	Wt, WQR
2	Teaching Robot	All machine		Remount	- Measure test - Add training for teaching the gun angle - Measure test after training					Certificate	Refresh training every 3 months.
3	Change electrode	All machine weld		Remount welding	- Robot service - Lock-out - Change new electrode - Closed the door - New tip start			all	3 hours per shift		

รูปภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างแผนการควบคุม (Control Plan)

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการวิจัย

จากปัญหาของเสียที่เกิดในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ พบจำนวนของเสียที่เป็นลักษณะสะเก็ดไฟที่มีจำนวนมากที่สุดจากจำนวนของเสียทั้งหมด จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียลักษณะสะเก็ดไฟในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ ให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน โดยการประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC เป็นขั้นตอนการแก้ไขปัญหา และวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และผลการทดลองด้วยเครื่องมือคุณภาพตามหลักการวิศวกรรม

ผลการศึกษาวิจัยพบว่าก่อนการปรับปรุงมียอดการผลิต 48,260 ชิ้น พบว่าของเสียลักษณะสะเก็ดไฟมีจำนวน 490 ชิ้น หรือมากกว่าร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิต (ชิ้น) ต่อเดือน ดังตารางที่ 2 และหลังการปรับปรุงมียอดการผลิต 68,613 ชิ้น พบว่าของเสียลักษณะสะเก็ดไฟมีจำนวน 15 ชิ้น หรือไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิต (ชิ้น) ต่อเดือน ดังตารางที่ 5 แสดงจำนวน ร้อยละของเสียหลังปรับปรุง

ตารางที่ 5 แสดงจำนวน ร้อยละของเสียหลังปรับปรุง

เดือน (ปี)	ยอดการผลิต (ชิ้น)	ของเสียสะเก็ดไฟเชื่อม (ชิ้น)	ร้อยละของเสีย
กรกฎาคม (2566)	8,792	10	0.11
สิงหาคม (2566)	12,056	2	0.02
กันยายน (2566)	10,974	1	0.01
ตุลาคม (2566)	10,730	1	0.01
พฤศจิกายน (2566)	11,176	1	0.01
ธันวาคม (2566)	7,190	0	0.00
มกราคม (2567)	7,695	0	0.00
รวม	68,613	15	เฉลี่ยต่อเดือน = 0.023

จากตารางที่ 2 และ 5 แสดงจำนวน ร้อยละของเสียก่อนและหลังปรับปรุง หลังจากนั้นนำไปเปรียบเทียบผลก่อนและหลังปรับปรุงตามหน่วยวัดที่ได้กำหนดไว้ด้วยระดับซิกม่า และกำหนดระยะเวลาในการควบคุมผลการแก้ไขปรับปรุงจำนวนมากกว่า 6 เดือน เพื่อสร้างมาตรฐานการทำงาน ผลการเปรียบเทียบระดับค่าซิกม่า ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงหน่วยวัดที่ได้กำหนดไว้ด้วยระดับซิกม่า [5] ก่อนและหลังปรับปรุง

Calculating Sigma Value Worksheet			ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
1	Number of Defect Opportunities per Unit	O=	3.4	3.4
2	Number of Defect Opportunities per Unit	N=	48,260	68,613
3	Number of Defect Mode:	D=	490	15
4	Calculate Defects per Opportunities	DPO = D/(N*O)	0.00298628	0.00006429
5	Calculate Defects per Million Opportunities	DPMO = DPO x 1M	2986.28	64.29
6	Calculate Yield:	Yield = (1-DPO) x100	99.70	99.99
7	Lookup Sigma in the Sigma table [=NORMSINV (Yield) +1.5]	Sigma Value	4.25	5.33

5.2 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ มุ่งเน้นการลดของเสียจากกระบวนการเชื่อมประกอบรถยนต์โดยประยุกต์ใช้หลักการ DMAIC เพื่อลดของเสียลักษณะสะเก็ดไฟในกระบวนการเชื่อมประกอบฯ ให้ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของยอดการผลิตต่อเดือน จากปัญหาของเสียที่เป็นลักษณะสะเก็ดไฟ ที่มีสาเหตุย่อยจากการปรับตั้งกระแสไฟไม่เหมาะสม เป็นสาเหตุที่มีความสำคัญมากที่สุดในการก่อให้เกิดของเสีย จึงทำออกแบบการทดลองเพื่อหาค่ากระแสไฟที่เหมาะสมในการเชื่อมประกอบฯ พบว่าค่าที่เหมาะสมที่ส่งผลกระทบต่อสะเก็ดไฟเชื่อมที่น้อยที่สุด จะต้องเลือกใช้แรงกด เท่ากับ 3.6 กิโลนิวตัน/เมตร เวลาที่ใช้ในการเชื่อมเท่ากับ 250 มิลลิวินาที และกระแสไฟเชื่อมเท่ากับ 7.8 กิโลแอมแปร์ จะได้ปริมาณของสะเก็ดไฟเท่ากับ -0.19 ซึ่งเป็นการเกิดสะเก็ดไฟที่น้อยและเป็นค่าที่เหมาะสม ส่งผลให้ก่อนปรับปรุงมีของเสียเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับร้อยละ 0.998 หลังปรับปรุงของเสียเฉลี่ยต่อเดือน เท่ากับร้อยละ 0.023 และระดับซิกซ์ ซิกม่า ก่อนปรับปรุงเท่ากับ 4.25 หลังปรับปรุงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 5.33 บ่งชี้ถึงระดับคุณภาพของการกระบวนการที่ดีขึ้นหลังปรับปรุง

6. อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยในครั้งนี้ หากเป็นส่วนของการออกแบบการทดลองได้มีความสอดคล้องงานวิจัยของณัฐกฤต แสงสว่าง และจริยาภรณ์ อุ่นวงษ์ ศึกษาคุณภาพงานเชื่อมความต้านทานแบบจุดของเหล็กกล้าป้าโนซ์ กับอลูมิเนียม เกรด 5052 และเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด 304 เพื่อศึกษาอิทธิพลตัวแปรของการเชื่อมของเหล็กกล้าป้าโนซ์กับเหล็กกล้าไร้สนิม เกรด 304 และอลูมิเนียม เกรด 5052 ด้วยการเชื่อมความต้านทานแบบจุด ซึ่งได้มีการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB แบบ General Full Factorial Design โดยการทวนซ้ำ 3 รอบ ชิ้นงานทดลอง 3 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า การเพิ่มกระแสไฟฟ้าและระยะเวลาเชื่อมมากจนเกินไปทำให้เกิดสะเก็ดไฟรอบรอยเชื่อมบริเวณ ผิวหน้ามีรอยไหม้ [15] และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุชาดา มะโนชัย และสมเกียรติ จงประสิทธิ์พร ศึกษาการพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการเชื่อมแบบจุด โดยวิธีการออกแบบการทดลอง กรณีศึกษาฐานใช้คอป เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตและหาระดับของปัจจัยที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของรอยเชื่อมที่ไม่ได้มาตรฐาน จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเกิดปัญหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมไม่ได้มาตรฐาน พบว่ามี 3 ปัจจัย ได้แก่ กระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อม แรงกดชิ้นงาน และเวลาในการเชื่อม และค่าที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับกระแสไฟฟ้า 8,450 แอมแปร์ แรงกดชิ้นงาน 4.6 กิโลนิวตัน/เมตร และเวลา 11 วินาที [14]

และในส่วนของการกระบวนการวิเคราะห์ และการใช้เครื่องมือในการศึกษาวิจัยได้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของณัฐกฤต มหานิล และคณะ ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการบรรจุภัณฑ์น้ำยาซักผ้า โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดของซิกซ์ ซิกม่า เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของเสีย และลดของเสียประเภทรอยยับที่ทอปซิลของขั้นตอนการปิดทอปซิลบรรจุภัณฑ์น้ำยาซักผ้า โดยประยุกต์หลักการ DMAIC ในการแก้ไขปัญหา ใช้แผนผังแสดงเหตุและผลในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และทำการวิเคราะห์เชิงลึกด้วยการประเมินความเสี่ยงของปัจจัยการผลิตที่มีผลต่อสาเหตุที่เป็นรากเหง้าของปัญหา พบว่าสาเหตุที่มีคะแนนสูงที่สุด คือ ไม่มีมาตรฐานการตั้งค่าอุณหภูมิ จึงทำการทดลองปรับค่าอุณหภูมิ โดยกำหนดค่าอุณหภูมิไว้ 3 ระดับ ได้แก่ 198, 195, 190 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าค่าอุณหภูมิที่ 190 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดในการผลิต ส่งผลให้ระดับค่าความน่าเชื่อถือของกระบวนการผลิตก่อนการปรับปรุงเท่ากับร้อยละ 96.39 เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 99.98 และระดับซิกม่าก่อนการปรับปรุงเท่ากับ 3.25 เพิ่มขึ้นเป็น 5.25 [8] และสอดคล้องกับงานวิจัยของมลิษา มะกาหิน ที่ศึกษาการลดของเสียในกระบวนการบรรจุ กรณีศึกษาโรงงานผลิตยาแผนปัจจุบันสำหรับมนุษย์ โดยใช้แนวทางของซิกซ์ ซิกม่า โดยประยุกต์หลักการ DMAIC ในการแก้ไขปัญหา และประเมินค่าความรุนแรงของผลกระทบด้วย FMEA และใช้ค่า RPN เป็นตัวบ่งชี้ถึงการแก้ไขปรับปรุง พบว่าสามารถลดปริมาณของเสียจากเดิม 73 กล่องต่อเดือน เหลือ 1 กล่องต่อ 4 เดือน หรือคิดจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นเหลือเพียงร้อยละ 0.002 ซึ่งส่งผลให้กระบวนการบรรจุมีความสามารถในการผลิตที่ดีกว่าเดิม [15] และ

สอดคล้องกับงานวิจัยของวันชาติ แก้วยีนดี ศึกษาการลดปริมาณตำหนิจากกระบวนการย้อม และตกแต่งสำเร็จในโรงงาน ตัวอย่าง โดยประยุกต์หลักการ DMAIC เพื่อลดสัดส่วนปริมาณงานที่มีตำหนิไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน วิเคราะห์หาสาเหตุด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล จากนั้นทำการวิเคราะห์คุณลักษณะข้อบกพร่อง และผลกระทบ (FMEA) มาช่วยวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขสาเหตุ และประยุกต์ใช้เทคนิคทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม (IE-Technique) และนำแผนภูมิควบคุมมาใช้ในการควบคุมผลการแก้ไขปรับปรุง ผลการศึกษาพบว่าสามารถลดปริมาณงานที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจาก 274,273.08 หลา ลดลงเหลือ 211,789.83 หลา คิดเป็นมูลค่าค่าใช้จ่ายที่ลดลงเท่ากับ 29,054,674.05 บาทต่อปี [16]

7. ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งต่อไปที่มีลักษณะเดียวกัน ควรมีการประยุกต์ใช้เครื่องมือในการออกแบบการทดลองที่มีความหลากหลาย และแม่นยำ เช่น หลักการของ Design of Experiment: DOE เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Industrial Intelligence Unit: IIU, Economic Office Industry (OIE), “Summary of the Situation of the Modern Automotive Industry Towards the Goal of a Sustainable Economy,” [Online]. Available: <https://iiu.oie.go.th/images/document/pdf/20230311135311.pdf>. [Accessed: Jan. 08, 2024].
- [2] M. Poppendieck, “7 Wastes,” [Online]. Available: <http://www.moro.co.th/the-7-wastes>. [Accessed: Jan. 08, 2024].
- [3] K. Pari, “7 Wastes,” [Online]. Available: <https://greedisgoods.com/7-waste>. [Accessed: Dec. 18, 2023].
- [4] FDI, “7 Wastes,” [Online]. Available: <https://fdirecruit.co.th/7-waste>. [Accessed: Dec. 03, 2023].
- [5] F. W. Breyfogle, *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*, USA: John Wiley & Sons, 1999.
- [6] THANAYUTSITE, “7 QC Tools,” [Online]. Available: <https://thanayutsite.wordpress.com/>. [Accessed: Oct. 09, 2023].
- [7] N. Mahanil et al., “Reducing Waste in the Liquid Detergent Packaging Process by Applying the Six Sigma Concept,” *Journal of Science and Technology, Southeast Bangkok University*, vol. 3, no. 1, pp. 1-12, 2023.
- [8] T. Sriram et al., “Application of the DMAIC Model to Reduce Waste in the Eye Drop Bottle Caps Manufacturing Process,” *The 6th National Conference on Informatics, Agriculture, Management, Business Administration, Engineering, Sciences and Technology: IAMBEST 2021*, King Mongkut's Institute of Technology Lat Krabang, Chumphon Khet Udomsak Campus, Thailand, pp. 52-60, 2021.
- [9] A. Nuprim, “Defect Reduction in a Manufacturing Process; A Case Study in Gloves Manufacturing,” M.Eng. thesis, Department of Industrial Management, Prince of Songkla University, Thailand, 2020.
- [10] K. Athikulrat and S. Yindeemorph, “Application of Six Sigma to Reduce Waste from Wire Spokes Production Process: A Case Study on Motorcycle Parts Factory,” *KMUTT Research & Development Journal*, vol. 43, no. 3, pp. 227-296, 2020.
- [11] W. Wannasathit, *7 Quality Control*, Business Bulletin Service Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 2016.

-
- [12] S. Saiklai, *4M1E Principle*, Piyawatana Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 2014.
- [13] S. Manochai and S. Jongprasithporn, "Productivity Improvement by Design and Analysis of Experiments Case Study: Base of Choke Up," *Graduate Research Conference*, Khon Kaen University, pp. 194-202, 2012.
- [14] N. Saengsawang and J. Ounwong, "Quality of Resistance Spot Welding Joints of Galvanized Steel With Aluminum 5052 and Stainless Steel 304," *Industrial Engineering Network Academic Conference*, Sripatum University, Phetchaburi, Bangkok, pp. 1319-1330, 2012.
- [15] M. Magumhin and W. Dokchan, "Reducing of Waste in Filling Processes: A Case Study of Medicinal Products for Human Factory," *Journal of Technical Education Development*, vol. 35, no. 124, pp. 63-72, 2022.
- [16] W. Kaewyindee et al., "Waste Reduction of Dyeing and Finishing Process by Six Sigma," *Graduate Research Conference*, Rangsit University, pp. 2529-2536, 2018.