การประชุมวิชาการนวัตกรรมด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ครั้งที่ 3
The 3rd Conference on Innovation Engineering and Technology for Economy and Society
วันที่ 29 มีนาคม 2563 ณ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตร่มเกล้า

การลดของเสียจากกระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์ โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคซิกซ์ ซิกม่า

Reduction of Defective Cylinder Head for motorcycle Production using Six Sigma Technique

วันชัย เชื้อกลางใหญ่[1*] สาธิต มุขพันธ์[1] วิชัย วงษ์หล้า[1] สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ[2],
ชานนท์ มูลวรรณ[1] ชัยพล ผ่องพลีศาล[1] และสมภพ ทิมดิษฐ์[1]
[1]สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
[2]สาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Wanchai Chuaklangyai[1*], Sathit Mukphan[1], Wichai Wongla[1], Saharat Wongsrisa[2],
Chanon Moolwan[1], Chaipol Pongpleesarn[1], Somphop Timdit[1]
[1]Department of Industrial Engineering ,Faculty of Engineering, Kasem Bundit University
[2]Department of Sustainable Industrial Engineering Management, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
E-mail: Wwanchai.chuaklangyai@gmail.com[1,*:], Sathit.honda@gmail.com, wichai11265@hotmail.com,
saharat_w@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์ โดยใช้เครื่องมือคุณภาพสำหรับกำหนดปัญหาและวิเคราะห์ระบบการตรวจสอบคุณภาพ จากข้อมูลเชิงสถิติด้านคุณภาพการผลิต ได้มีการประยุกต์ใช้พาเรโตไดอะแกรม (Pareto diagram) การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภูมิเหตุและผล และเทคนิคซิกซ์ ซิกม่า เป็นระบบคุณภาพ P-D-C-A จากข้อมูลในอดีต ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม 2562 พบว่ามีของเสียประมาณ 6,744 DPPM หรือ 0.67 % Defects ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยเริ่มจากการกำหนดปัญหาที่มีของเสียเยอะที่สุดมาวิเคราะห์ก่อนคือ ปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร โดยมีสาเหตุมาจาก ปัญหาอุปกรณ์จับชิ้นงานไม่เที่ยงตรงและไม่มีระบบตรวจสอบ ดังนั้น จึงพัฒนาระบบควบคุมคุณภาพด้วยการปรับปรุงใบตรวจสอบ โดยเปลี่ยนจากการบันทึกผลข้อมูลนับเป็นข้อมูลวัด ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น และพัฒนาอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Rough guide) ให้มีความเที่ยงตรง หลังการปรับปรุงสามารถลดเปอร์เซ็นต์ของเสียลง เหลือ 0.39 % Defects

คำสำคัญ ฝาสูบรถจักรยานยนต์ ของเสีย เครื่องมือคุณภาพ ซิกซ์ ซิกม่า ต้นทุน

Abstract

This work aims to reduce waste in production of cylinder head for motorcycles, using a quality control tool for problem definition and quality inspection system analysis. Statistical information of production quality is analyzed using pareto diagram. Cause-and-effect diagram is used to find the source of problems. Six-Sigma, a P-D-C-A quality control system is also used. Past information from January to May 2019 are used as raw data, and it was found that defects were 6,744 DPPM or 0.67%. The research method starts from definition and analysis of the most serious problem: drilling position errors in drilling 7.5-millimeter

hole, due to clamping tool's inaccuracy and lack of inspection. Therefore, a quality control system is improved by improving the certificate. In this case, count recording is changed to measurement recording to improve suitability. Rough guide is also improved to ensure accuracy. After improvement, defect percentage is down to 0.39%.

Keywords: Cylinder head, waste, quality control tools, Six Sigma, cost.

1. บทนำ

การผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์ มีความสำคัญเนื่องจากเป็นชิ้นส่วนในระบบส่งกำลัง ระบบจ่ายพลังงาน และความปลอดภัยในการใช้งาน ในอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพเพื่อเพิ่มความปลอดภัยและเกี่ยวข้องกับศักยภาพการแข่งขันที่มีการเติบโต โดยเฉพาะคุณภาพฝาสูบรถจักรยานยนต์รวมถึงการพิจารณาในส่วนของการลดต้นทุนและลดของเสียในการผลิต

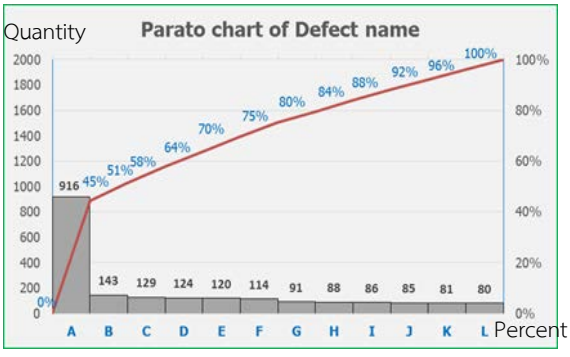
ปัจจุบันปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์ของโรงงานกรณีศึกษามีจำนวนมาก โดยเฉพาะปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 แสดงผลิตภัณฑ์ฝาสูบรถจักรยานยนต์

ปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร เป็นปัญหาที่มีปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตเยอะที่สุดจากการรวบรวมข้อมูล ตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม 2562 จึงต้องนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไขเป็นอันดับแรก

ตารางที่ 1 ตารางสะสมของเสียของกระบวนผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์

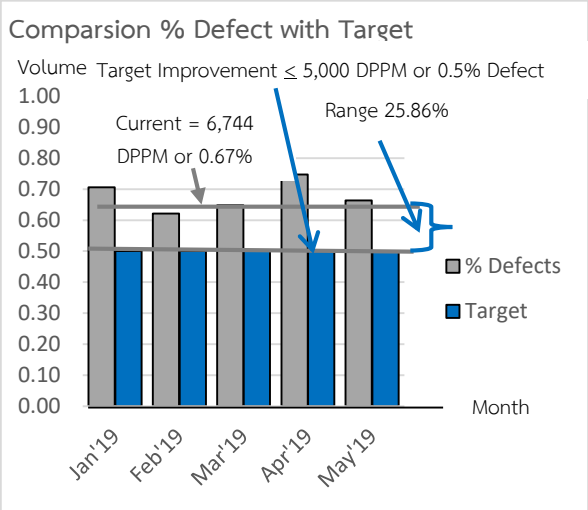
No.	Defect Type	Initials	Sum	Percent	% Cumulative
1	ตำแหน่งรูเจาะ เยื้องศูนย์ (Position hole over spec)	A	916	45	45%
2	ค่าความเรียบผิว 6.3 ซึ่ง ไม่ได้ตามค่ามาตรฐาน (surface Roughness Over spec)	B	143	7	51%
3	ชิ้นงานเป็นโพรงอากาศขนาดเล็ก บริเวณผิว M/C (pin hole)	C	129	6	58%
4	ระยะ25ไม่ได้ตามค่ามาตรฐาน (Distance 25 Lower spec)	D	124	6	64%
5	ค่าความตั้งฉากของชิ้นงาน เคิดการเยื้อง(Perpendicularity out Off spec)	E	120	6	70%
6	ค่าความกลม Ø 40ไม่ได้ ค่ามาตรฐาน(Roundness Ø40)	F	114	6	75%
7	รอยขีดข่วนบริเวณผิวM/C (Area M/C Scratch)	G	91	4	80%
8	ความหนารวมของชิ้นงานไม่ได้ตาม ค่ามาตรฐาน(Thickness Lower spec)	H	88	4	84%
9	Jigเช็ค100%สวมกับชิ้นงานไม่ลง (Jig check Pokayoke app Normal)	I	86	4	88%
10	ขนาดรูเกลียว M6x1.25 ไม่ได้ตาม ค่ามาตรฐาน(Thread screw Over spec)	J	85	4	92%
11	รูเจาะเพลาลูกเบี้ยวไม่ร่วมศูนย์กัน (Concentricity Over spec)	K	81	4	96%
12	ผิวM/Cเรียบไม่สม่ำเสมอ(สะท้าน) (Flatness Out Off Spec)	L	80	4	100%



รูปที่ 2 แสดงจำนวนของเสียจากกระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์

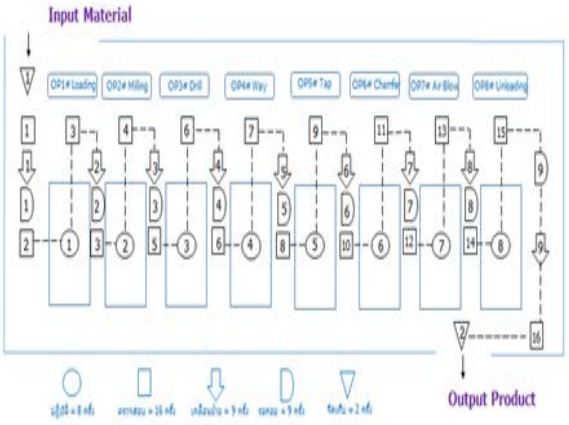
ผลิตภัณฑ์ฝาสูบรถจักรยานยนต์นี้พบของเสียมากถึง 2,057 ชิ้น หรือ 6,744 DPPM หรือ 0.67 %Defects ซึ่งไม่เป็นไปตามเป้าหมายขององค์กรที่ตั้งไว้ คือ ของเสียจากผลิตภัณฑ์ต้องไม่เกิน 0.5 %Defects หรือ 5,000 DPPM จากการรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง พฤษภาคม 2562

ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียกับเป้าหมายองค์กร

กระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์มีขั้นตอนการปฏิบัติงานทั้งหมด 8 ครั้ง มีขั้นตอนการตรวจสอบทั้งหมด 18 ครั้ง มีขั้นตอนการเคลื่อนย้ายทั้งหมด 9 ครั้ง มีขั้นตอนการรอคอยทั้งหมด 9 ครั้ง และมีขั้นตอนการจัดเก็บทั้งหมด 2 ครั้ง ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงกระบวนการผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์

การปรับปรุงคุณภาพของชิ้นงานที่มีความสำคัญอย่างยิ่งคือ วิธีการทาง ซิกซ์ ซิกม่าและการใช้เครื่องมือคุณภาพซึ่งเป็นเครื่องมือที่ วิเคราะห์และแก้ไขปัญหาคุณภาพของชิ้นงานนั้นๆ ได้ตรงตามวามต้องการของลูกค้า ซึ่งในโรงงานกรณีศึกษานี้เป็นการเลือกใช้วิธีการทาง ซิกซ์ ซิกม่า และเครื่องมือคุณภาพมาวิเคราะห์และทำการแก้ไขปัญหา

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ซิกซ์ ซิกม่า (Six Sigma) วิธีการทางซิกซ์ ซิกม่า เป็นมาตรการซึ่งใช้วัดคุณภาพการดำเนินงานโดย มีแนวคิดที่ว่า การควบคุมคุณภาพ โดยการลดความแปรปรวนเพื่อให้เกิดส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่น้อยที่สุด ซึ่งส่งผลให้การดำเนินงานยิ่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น ขั้นตอนทุกขั้นตอนของการทำงานทุกประเภทจะถูกควบคุมอย่างมีระบบ โดยที่พนักงานจะต้องรู้สึกว่ามิใช่การทำงานหนักยิ่งขึ้น ซึ่งวิธีการทาง ซิกซ์ ซิกม่า เป็นกลยุทธ์ที่สามารถนำมาใช้ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการในทุกระดับ โดยขั้นตอนที่ใช้ในการทำงานจะมีด้วยกัน 5 ขั้นตอน [1] ดังนี้ คือ

2.1.1 การกำหนดปัญหาด้วยแผนภูมิพาเรโตด้วยการนำปัญหาของเสียที่เกิดขึ้น 12 ปัญหามาสร้างเป็นแผนภูมิพาเรโตโดยการเลือกปัญหาที่มีของเสียเยอะที่สุดมาทำการแก้ไขก่อน

2.1.2 การวัดเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา โดยการใช้เครื่องมือมีการเลือกใช้เครื่องมือคุณภาพในการนำมาวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา

2.1.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ด้วย FMEA เป็นกลวิธีที่ใช้ในการเข้าถึงสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบเพื่อใช้ในการศึกษาปัญหาที่เป็นไปได้เพื่อป้องกันมิให้ปัญหาที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น แล้วประเมินค่า RPN จัดเรียงจากมากไปหาน้อยและสร้างแผนภูมิพาเรโต เพื่อพิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยใช้ตัวเลข 80:20 เพื่อกำหนดสาเหตุที่ต้องทำการแก้ไข [2]

2.1.4 ปรับปรุงกระบวนการเจาะรูฝาสูบรถจักรยานยนต์

2.1.4.1 ทำการออกแบบอุปกรณ์ประคองชิ้นงาน (Rough guide) เพื่อประคองชิ้นงานไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ [3]

2.1.4.2 จัดทำใบตรวจสอบ (Check sheet) ให้มีการบันทึกผลข้อเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลข

2.1.5 การควบคุมกระบวนการเจาะรู ซึ่งเป็นมาตรการป้องกันและการสร้างระบบควบคุม เพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำ

2.2 วิธีการควบคุมคุณภาพ

เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (Quality Control Tools) เครื่องมือควบคุมคุณภาพ เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการแก้ไขปัญหาทางด้านคุณภาพของกระบวนการผลิต ซึ่งช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา คัดเลือกหรือจัดลำดับความสำคัญของปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริง เพื่อให้สามารถแก้ไขได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งติดตามผลอย่างต่อเนื่องตลอดจนช่วยในการจัดทำมาตรฐาน [4]

2.2.1 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause & Effect Diagram) เป็นการค้นหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยการระดมความคิดจากกลุ่มผู้ร่วมทำงานจริง และผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในการผลิต

2.2.2 กราฟ (Graph) เป็นการแสดงถึงข้อมูลทางสถิติที่ใช้ ในการเปรียบเทียบข้อมูลและวิเคราะห์ผลของข้อมูลดังกล่าว เพื่อทำให้ง่ายและรวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ

2.2.3 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram) นำมาใช้ในการกำหนดปัญหาของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการจากนั้นนำมาจัดเรียงลำดับเพื่อพิจารณาความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยใช้ตัวเลข 80:20 เพื่อกำหนดสาเหตุที่ต้องทำการแก้ไข

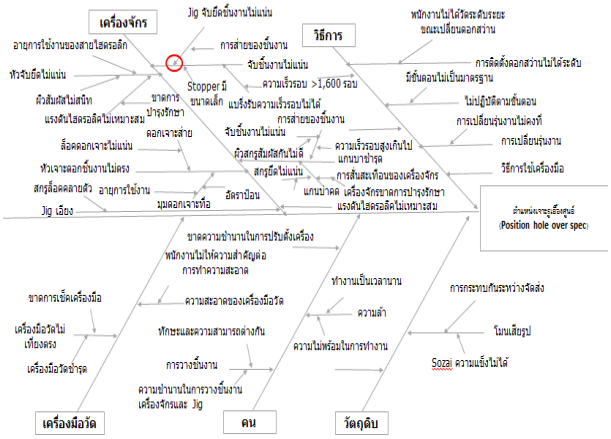
2.2.4 แผ่นตรวจสอบ (Check Sheet) ทำการออกแบบใบตรวจสอบโดยเปลี่ยนจากการบันทึกผลข้อมูลนับเป็นข้อมูลวัด ให้มีความเหมาะสมมากขึ้น

3. วิธีการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ [5]

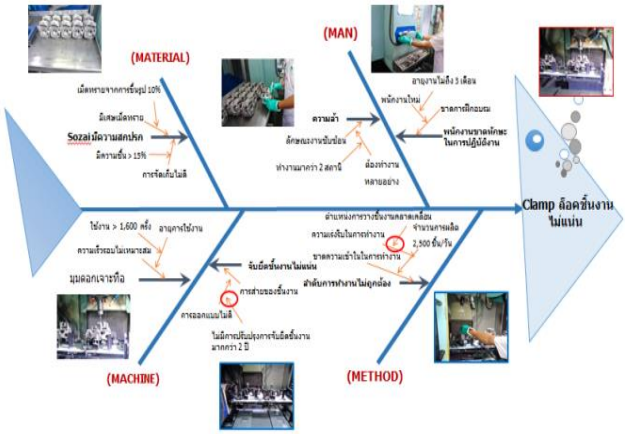
3.1 ปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร เป็นปัญหาที่มีปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตเยอะที่สุด จึงนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข

3.2 การวัดเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ด้วยแผนผังแสดงเหตุและผล สำหรับหัวข้อปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร ทางผู้วิจัยและทีมงานหลายๆฝ่ายได้ช่วยกันระดมสมอง (Brainstorm) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร

ทางกลุ่มผู้วิจัยได้นำปัญหาที่ได้จากก้างปลาแรกมาวิเคราะห์ในก้างปลาที่สองอีกครั้ง เพื่อหาความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น



รูปที่ 6 แผนภาพแสดงเหตุและผลของปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหา Clamp ล็อคชิ้นงานไม่แน่น

3.3 วิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ การเข้าถึงสาเหตุของปัญหาอย่างเป็นระบบโดยการศึกษาปัญหาที่เป็นไปได้เพื่อป้องกันมิให้ปัญหาที่มีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น

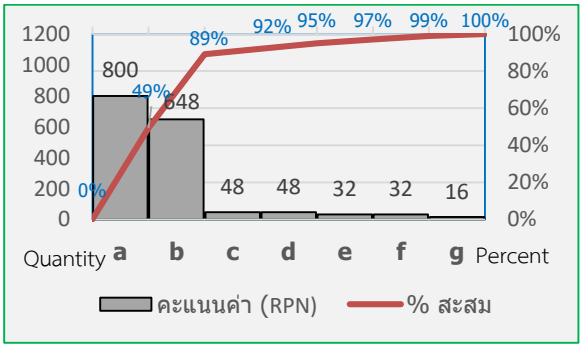
ตารางที่ 2 วิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบ FMEA

หน้าที่ของกระบวนการ	แนวโน้มของลักษณะข้อบกพร่อง	แนวโน้มของผลจากข้อบกพร่อง	แนวโน้มของสาเหตุ	การควบคุมในปัจจุบัน	สภาพปัจจุบัน SEA	OCC	DET	RPN	วิธีการแก้ไข	ผู้รับผิดชอบ	การแก้ไข	ผลการแก้ไข SED	OCC	DET	RPN
เจาะ	1. Sosai มีความสปรก	1.1 การจัดเก็บไม่ดี	1.1a มีความชื้น ของ Sosai > 15%	ยังไม่มีการควบคุม	8	2	2	32							
		1.2 มีเม็ดทราย	1.2a มีเม็ดทรายติดมากับ Sosai 10%	ตรวจสอบชำด้วยสายตา	8	2	1	16							
	2. ไม่ทำตามขั้นตอนการทำงาน	3.1 ลักษณะงานซับซ้อน	2.1a ต้องทำงานมากกว่า 2 สถานี	ยังไม่มีการควบคุม	8	2	3	48							
	3. พนักงานขาดทักษะในการปฏิบัติงาน	3.1 ขาดการฝึกอบรม	3.1a อายุงานปัจจุบัน 2 เดือน 15 วัน	ยังไม่มีการควบคุม	8	2	2	32							
	4. ลำดับการทำงานไม่ถูกต้อง	4.1 ไม่มีการวางแผน	4.1a ตำแหน่งการวางชิ้นงานคลาดเคลื่อน	ยังไม่มีการควบคุม	8	9	9	648							
	5. จุดดอกเจาะที่	5.1 ความเร็วรอบไม่เหมาะสม	5.1a ใช้งานดอกเจาะ > 1600 ครั้ง	ยังไม่มีการควบคุม	8	2	3	48							
	7. จับชิ้นงานไม่แน่น	6.1 การล่าของชิ้นงาน	6.1a ไม่มีการปรับปุงการจับยึดชิ้นงานมากกว่า 2 ปี	ยังไม่มีการควบคุม	8	10	10	800							

ตารางที่ 3 ผลสรุปลำดับคะแนนในการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ

ลำดับ	ชื่อย่อ	สาเหตุ	RPN Score	% Cumulative
1	a	ไม่มีการปรับปรุงการจับยึดชิ้นงานมากกว่า 2 ปี	800	49%
2	b	ตำแหน่งการวางชิ้นงานคลาดเคลื่อน	648	89%
3	c	ใช้งานดอกเจาะ > 1600 ครั้ง	48	92%
4	d	ต้องทำงานมากกว่า 2 สถานีงาน	48	95%
5	e	อายุงานไม่ถึง 4 เดือน	32	97%
6	f	มีความชื้น ของ Sosaj > 15%	32	99%
7	g	มีเม็ดทรายติดมากับ Sosaj 10%	16	100%

จากตารางที่ 3 แสดงผลวิเคราะห์ความบกพร่องและผลกระทบที่สำคัญ จัดเรียงตามหัวข้อที่มีคะแนนจากมากไปหาน้อยเพื่อให้ง่ายในดำเนินการแก้ไขต่อไป



รูปภาพที่ 7 แผนภาพพาเรโตจัดลำดับความสำคัญของค่า RPN

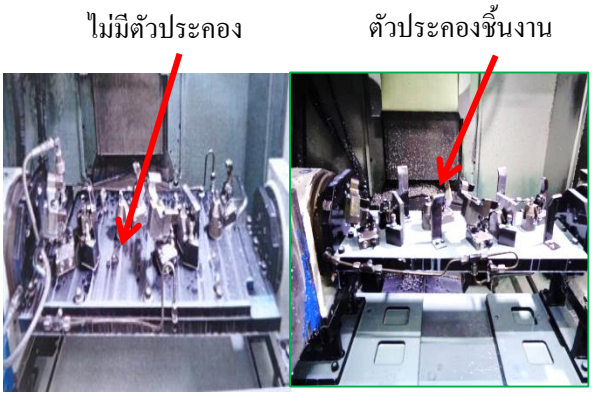
พิจารณาลำดับความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยใช้ตัวเลข 80:20 และทำการเลือกปัจจัยนำเข้าที่สำคัญที่จะนำไปวิเคราะห์ โดยปัจจัยนำเข้าที่เลือกมาทั้งหมดมี 2 ปัจจัยนำเข้าดังต่อไปนี้

1) ไม่มีการปรับปรุง การจับยึดชิ้นงานมากกว่า 2 ปี เนื่องจากไม่มีการวางแผนปรับปรุงเครื่องจักรเพราะเป็นเครื่องจักรใหม่

2) ตำแหน่งการวางชิ้นงานคลาดเคลื่อน

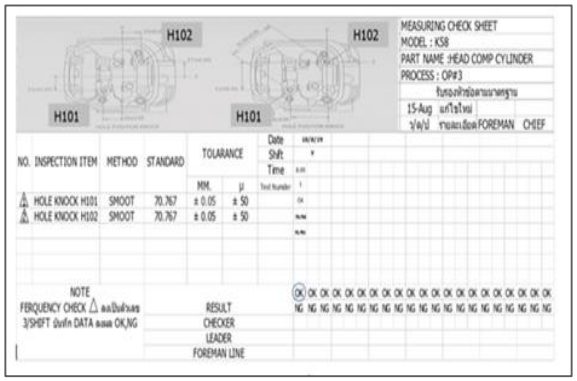
3.4 ผลการปรับปรุง

3.4.1 หลังจากการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ประคองชิ้นงาน (Rough guide) เพื่อประคองชิ้นงานไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยอาศัยหลักการของ Stopper ซึ่งเป็นตัวรองชิ้นงานและเป็นตัวประคองชิ้นงาน ทำให้พนักงานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกมากขึ้น เป็นการป้องกันปัญหาการใส่ชิ้นงานไม่ลง JIG และลดปัญหาของเสียที่เกิดจากตำแหน่งการเจาะรูไม่เหมาะสมที่มีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 มิลลิเมตร ได้ตามที่กำหนด



รูปที่ 8 ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุง

3.4.2 หลังจากการปรับปรุงใบตรวจสอบ (Check sheet) ทำให้มีการตรวจสอบตำแหน่งการวางชิ้นงานก่อนทำการเจาะรูทุกครั้ง และมีการบันทึกข้อมูลจากการตรวจสอบเป็นข้อมูลตัวเลข ส่งผลให้ของเสียที่เกิดจากตำแหน่งการวางชิ้นงานคลาดเคลื่อนลดลง ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดงใบตรวจสอบชิ้นงาน (CHECK SHEET)

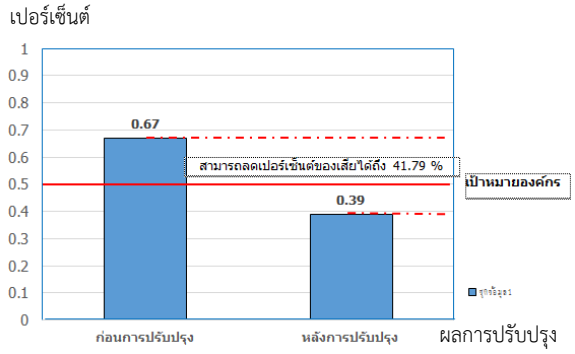
3.5 การควบคุมกระบวนการเพื่อป้องกันไม่ให้ปัญหาเกิดขึ้นซ้ำจึงมีแนวทางในการควบคุมดังนี้

1) ควบคุมคู่มือปฏิบัติงาน

2) ควบคุมแบบฟอร์มประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ปัญหาของเสียผลิตภัณฑ์ฝาสูบรถจักรยานยนต์จากการวิเคราะห์และทำการแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน (Rough guide) และใบตรวจสอบชิ้นงาน (Check Sheet) เป็นผลให้สามารถของเสียที่เกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 สรุปผลก่อนและหลังการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่าการวิเคราะห์ปัญหาของเสียของผลิตภัณฑ์ฝาสูบรถจักรยานยนต์ในกระบวนการเจาะรูชิ้นงาน สามารถปรับปรุงการจับยึดชิ้นงานและการลงบันทึกในใบตรวจสอบชิ้นงานได้อย่างชัดเจนและลดเปอร์เซ็นต์ของเสียลงได้ 41.79 % จากเดิม 0.67 %Defects ลดลงเหลือ 0.39 %Defects จึงมั่นใจได้ว่าสามารถแก้ปัญหาของเสียให้ลดลงได้ตามเป้าหมายที่กำหนด

การวิเคราะห์ปัญหาของเสียนี้ยังสามารถไปประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นหรือปัญหาประเภทอื่นนอกเหนือจากผลิตภัณฑ์ฝาสูบรถจักรยานยนต์ได้อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ได้ให้ความรู้และสถานที่ทำงานวิจัย และขอขอบคุณความอนุเคราะห์ข้อมูลและสถานที่ทำงานวิจัยจากโรงงานผลิตฝาสูบรถจักรยานยนต์

รายการเอกสารอ้างอิง

[1] สมพร วงษ์เพ็ง (2554) การประยุกต์ใช้เทคนิค ซิกซ์ซิกม่า เพื่อลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติก หน้า 23 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[2] เสน่ห์ ไวยครุฑา (2558) การลดของเสียจากกระบวนการหยอดกาวแบบกึ่งอัตโนมัติ หน้า 18-19 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

[3] เกรียงไกร ศรีเลิศ(2558) การลดของเสียของการป้อนชิ้นงานในกระบวนการชุบแข็ง หน้า 32 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

[4] มนตรี มีชัย (2559) การลดของเสียในกระบวนการผลิตยางคอมปาวด์โดยการประยุกต์ใช้กระบวนการทาง ซิกซ์ ซิกมา กรณีศึกษา : บริษัทผลิตคอมปาวด์แห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง หน้า 21-24 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารธุรกิจ สำหรับผู้บริหาร มหาวิทยาลัยบูรพา

[5] กรรณิการ์ เบญจรัฐพงศ์(2558) การประยุกต์ใช้ซิกซ์ซิกม่าในกระบวนการผลิตไพวอต หน้า 17 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์