

โครงการที่ 2/2562 (วศบ.อุตสาหกรรม)



การลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

นางสาวจุฑามาศ	จอมราชคม	รหัสนักศึกษา 590610265
นางสาวฐิติกาญจน์	เต็มสมบัติบวร	รหัสนักศึกษา 590610271

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ	การลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี			
โดย	นางสาวจุฑามาศ	จอมราชคม	รหัสนักศึกษา	590610265
	นางสาวฐิติกาญจน์	เต็มสมบัติบวร	รหัสนักศึกษา	590610271
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่			
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช			
ปีการศึกษา	2562			

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อนุมัติให้
 โครงการนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

กรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
 (ผศ.ดร.วริษา วิสิทธิพานิช)

..... กรรมการ
 (รศ.ดร.วิมลีน เหล่าศิริถาวร)

..... กรรมการ
 (อาจารย์ณรงค์ เพชรขารี)

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการวิจัยเรื่อง การลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี สามารถดำเนินไปได้ด้วยดีจนประสบความสำเร็จ ได้รับความอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ผู้จัดทำวิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วริษา วิสทธิพานิช ผู้ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ได้ให้คำแนะนำ ความรู้ หลักการ และแนวคิดในการแก้ไขปัญหา ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขโครงการ และคอยให้คำปรึกษาที่ดีตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้วิจัย ตลอดจนบุคลากรทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการวิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ บริษัท เอส.วี.ที แมชชีนเนอร์ จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุน และให้ความกรุณาทั้งในเรื่องสถานที่และการเก็บข้อมูลในการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่และพนักงานผู้ปฏิบัติงาน ที่ได้อำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล ให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการทำโครงการ ตลอดจนให้ความร่วมมือตั้งแต่ต้นจนจบในการทำโครงการ

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ที่คอยให้การส่งเสริมและอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำและกำลังใจแก่ผู้จัดทำวิจัยเป็นอย่างดีตลอดมา

อีกทั้งยังขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา นอกจากนี้ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องอีกหลายท่านที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำสั่งสอน พร้อมทั้งช่วยเหลือให้การจัดทำโครงการในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้เป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการวิจัยที่ได้จัดทำขึ้นมานี้จะเป็นประโยชน์ไม่น้อยแก่ผู้อื่นที่สนใจ หากโครงการวิจัยนี้มีข้อบกพร่องหรือมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำก็ขออภัย และพร้อมรับฟังข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ทุกประการ

จุฑามาศ จอมราชคม
ฐิติกาญจน์ เต็มสมบัติบวร

หัวข้อโครงการ	การลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี		
โดย	นางสาวจุฑามาศ จอมราชคม	รหัสนักศึกษา	590610265
	นางสาวฐิติกาญจน์ เต็มสมบัติวร	รหัสนักศึกษา	590610271
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.วริษา วิสุทธิพานิช		
ปีการศึกษา	2562		

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษากระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีของบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอร์ จำกัด เนื่องจากปัจจุบันกระบวนการนี้มีปริมาณของเสียเป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสาเหตุเกิดจากพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี และพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน ส่งผลให้ขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ตลอดจนต้องมีการแก้ไขและปรับแต่งจุดบกพร่องของชิ้นงานนั้นๆ ทำให้เสียเวลาในการผลิตชิ้นงานถัดไป และยังมีชิ้นงานบางส่วนที่ไม่สามารถแก้ไขให้มีมาตรฐานตามที่กำหนดได้ จึงจำเป็นต้องจัดหรือทำลายชิ้นงานส่วนนั้นๆ ไป ดังนั้นวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยนี้คือ การลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

โครงการวิจัยนี้เริ่มดำเนินการจากการจัดทำแผนผังพาเรโต เพื่อหาปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งพบว่าปัญหาหลัก คือ ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการส่วนใหญ่มาจากของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด จากนั้นได้ใช้แผนผังแสดงเหตุและผลวิเคราะห์สาเหตุที่เกี่ยวข้อง และใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในการพิสูจน์หาสาเหตุที่แท้จริง และทำการแก้ไขปัญหของเสียที่เกิดขึ้น โดยออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน จัดทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ตรวจเช็คอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน แล้วจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ตลอดจนจัดทำมาตรฐานในการสอบเทียบเวอร์เนียร์ร่วมกับแผนก QC ซึ่งหลังการปรับปรุงกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ทำให้สัดส่วนของเสียลดลงจากเดิมร้อยละ 9.9 เหลือร้อยละ 1.6 ซึ่งของเสียที่ลดลงคิดเป็น 83.84 เปอร์เซ็นต์ และมูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 12,500 บาท

Project Title	Defect Reduction in CNC Milling Process of Metal Workpieces		
Name	Jutamart	Jomratchakom	Code 590610265
	Thitikarn	Toemsombatbouaon	Code 590610271
Department	Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Chiang Mai University		
Project Advisor	Assistant Professor Warisa Wisittipanich, D.Eng.		
Academic Year	2019		

ABSTRACT

This research project has studied the CNC milling process of metal workpieces of S.V.T. Machinery Company Limited. This process has a large number of defects and has a tendency to continuously increase by poor setting preparation of workers. Workers did not properly check and set the tools and endmill, resulting in the size that does not meet the specified requirement. Therefore, parts with defects must be repaired to meet requirement. However, there are several difficulty in repairing process and parts after repaired cannot be used and must be destroyed. The objective of this research is to reduce defects in the CNC milling process of metal workpieces.

This research project started by creating a pareto chart to identify the main problem. It was found that the main problem was the large number of defects due to the fact that metal workpieces did not meet specified requirement. The Cause and Effect Diagram was then used to analyze the related cause and the Failure Mode and Effects Analysis was used to identify the root cause of the problem. After improvement, by designing equipment that helps in the installation of workpieces, making check sheets, inspecting the equipment and making equipment maintenance plans, as well as setting the standard for the inspection of Vernier Calipers, the proportion of defects reduced from 9.9 percent to 1.6 percent which account to 83.84 percent with the value of 12,500 Baht.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (Seven Wastes)	5
2.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)	13
2.3 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)	15
2.4 การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ (FMEA)	18
2.5 หลักการลดความสูญเสียเปล่า (ECRS)	25
2.6 ใบตรวจสอบ (Check sheet)	28
2.7 การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง	30
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
บทที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน	
3.1 ที่มาของบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอร์รี่ จำกัด	32
3.2 ข้อมูลสถานที่โรงงาน	32
3.3 ประเภทผลิตภัณฑ์	33
บทที่ 4 วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัย	
4.1 ศึกษาและสำรวจข้อมูลภายในโรงงานเกี่ยวกับกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะ โดยเครื่องกัดซีเอ็นซี	37

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2	37
4.3	38
4.4	38
4.5	38
4.6	39
บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน	
5.1	40
5.2	42
5.3	45
5.4	56
5.5	59
5.6	81
บทที่ 6 สรุปผลและเสนอแนะ	
6.1	83
6.2	83
6.3	83
บรรณานุกรม	84
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ข้อมูลของเสียและมูลค่าของของเสียก่อนและหลังทำการปรับปรุง	85
ภาคผนวก ข ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน	88
ภาคผนวก ค การสอบเทียบเครื่องมือวัด	92
ประวัติผู้เขียน	95

สารบัญตาราง

	หน้า
2.1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)	20
2.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ	21
2.3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง	23
2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความสามารถการตรวจจับ	23
2.5 การตั้งคำถามตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)	26
2.6 วิเคราะห์งานตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)	27
5.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี	44
5.2 สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562	44
5.3 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง	49
5.4 เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง	49
5.5 การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย	50
5.6 ค่า RPN เฉลี่ยที่ได้จากผลประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย	53
5.7 สาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่จะดำเนินการแก้ไข	55
5.8 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	56
5.9 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	57
5.10 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	58
5.11 ข้อมูลปริมาณของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดก่อนและหลังปรับปรุง	81
5.12 มูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	81
ก-1 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling ในปี พ.ศ. 2560	86
ก-2 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling ในปี พ.ศ. 2561	86

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ก-3 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling ตั้งแต่เดือน มกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562	87
ก-4 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling หลังการปรับปรุง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	87

สารบัญญภาพ

หน้า

1.1	แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบมูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้น ในแต่ละกระบวนการผลิต ในปี พ.ศ. 2560 - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562	2
1.2	แผนภูมิวงกลมแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐาน กับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ในปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2561	3
2.1	ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต	13
2.2	ตัวอย่างแผนผังแสดงเหตุและผล	16
2.3	ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบ	29
3.1	ที่ตั้งบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด	33
3.2	แผนที่บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด	33
3.3	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์	34
3.4	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์	34
3.5	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์	34
3.6	ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์	34
4.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงการวิจัย	36
5.1	กระบวนการกีดขวางงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี	41
5.2	ของเสียในลักษณะรูเจาะชิ้นงานเอียง	43
5.3	ของเสียในลักษณะผิวชิ้นงานมีรอยลึก	43
5.4	ของเสียในลักษณะระยะของชิ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนด	43
5.5	ปริมาณของเสียแต่ละประเภท ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562	45
5.6	แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากคนของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงาน ไม่เป็นไปตามที่กำหนด	46
5.7	แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากวัสดุของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงาน ไม่เป็นไปตามที่กำหนด	47
5.8	แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากเครื่องจักรของปัญหาของเสียประเภทขนาดของ ชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
5.9 แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากวิธีการของปัญหาของเสียประเภทขนาดของ ชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด	48
5.10 สัดส่วนของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562	54
5.11 ลักษณะการวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง	59
5.12 ภาพเขียนแบบของชิ้นงานที่ต้องการ	60
5.13 ภาพเขียนแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Core	61
5.14 ภาพเขียนแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Cavity	61
5.15 ภาพสามมิติของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Core	62
5.16 ภาพสามมิติของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Cavity	62
5.17 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานทรงกลม	63
5.18 ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการหลังจากใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการติดตั้ง	63
5.19 ลักษณะการวางชิ้นงานสลับด้าน	64
5.20 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน	64
5.21 พนักงานใช้ปากกาเขียนเหล็กมาร์คจุดสำคัญลงบนชิ้นงาน	65
5.22 ลักษณะการใส่ชิ้นงานไม่แน่น ทำให้ชิ้นงานคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่ง ที่กำหนด	66
5.23 ลักษณะการใส่ชิ้นงานประเภทวัสดุที่มีความอ่อนตัวแน่นเกินไป	66
5.24 พนักงานตรวจเช็คความแน่นในการล็อคหรือจับยึดชิ้นงาน ตามใบตรวจสอบลำดับที่ 3	67
5.25 พนักงานใช้ประแจปอนด์ช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน	67
5.26 ลักษณะของเสียที่เกิดจากการใช้ดอกกัดผิดขนาดในการกัดชิ้นงาน	68
5.27 การจัดเก็บดอกกัดที่ไม่ได้แยกประเภทและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน	68

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
5.28 การจัดเก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัตที่กระจายไปใช้งานในแต่ละเครื่อง	69
5.29 พนักงานตรวจเช็คขนาดของดอกกัตด้วยเวอร์เนียรก่อนนำไปใช้งาน	70
5.30 ที่เก็บเครื่องมือและดอกกัตที่มีการแยกประเภทและขนาดของดอกกัต อย่างชัดเจน	70
5.31 ที่เก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัตในบริเวณส่วนกลาง	70
5.32 ลักษณะการเซต Stopper เอียง	71
5.33 พนักงานเซต Stopper ด้วยการใช้เครื่องมือ Dial Gauge	72
5.34 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเซตศูนย์ผิด	72
5.35 พนักงานตรวจเช็คตำแหน่งที่ทำการเซตศูนย์ก่อนปฏิบัติงานด้วยวิธีการ ตรวจเช็ค MBI	73
5.36 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเซตดอกกัตไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะ	73
5.37 พนักงานตรวจสอบตำแหน่งดอกกัตกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะด้วยการหมุน แกน Z แตะกับตำแหน่งจุดศูนย์กลางของรูเจาะ	74
5.38 ที่จัดเก็บอุปกรณ์ที่ไม่ได้แยกอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานและไม่พร้อมใช้งาน ออกจากกัน	75
5.39 ผู้จัดทำโครงการตรวจเช็คสภาพของอุปกรณ์จับยึดเบื้องต้นและแยกอุปกรณ์ ที่ไม่พร้อมใช้งานออกไป	76
5.40 ชั้นวางอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่มีการแยกประเภท ติดสติ๊กเกอร์ และมีป้ายระบุ ประเภทอย่างชัดเจน	76
5.41 พนักงานตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานด้วยเครื่องมือวัด	77
5.42 เกจบล็อกที่ใช้สอบเทียบเครื่องมือวัด	78
5.43 พนักงานแผนก QC ทำการสอบเทียบเวอร์เนีย	78
5.44 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเวอร์เนีย	79
5.45 พนักงานตรวจเช็คความคมของดอกกัต	80
5.46 การแยกดอกกัตที่พร้อมใช้งานกับดอกกัตที่ต้องลับคมออกจากกัน และ จัดวางแยกตามประเภทของดอกกัต	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ข-1 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	89
ข-2 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอกกัด	90
ข-3 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน	91
ค-1 ใบรายงานการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper ตามมาตรฐาน ISO 3599-1976(E)	93
ค-2 คำอธิบายการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper	93
ค-3 การตรวจความขนานของปากจับ Vernier Caliper	94
ค-4 การตรวจสอบความถูกต้องของสเกล	94

บทที่ 1

บทนำ

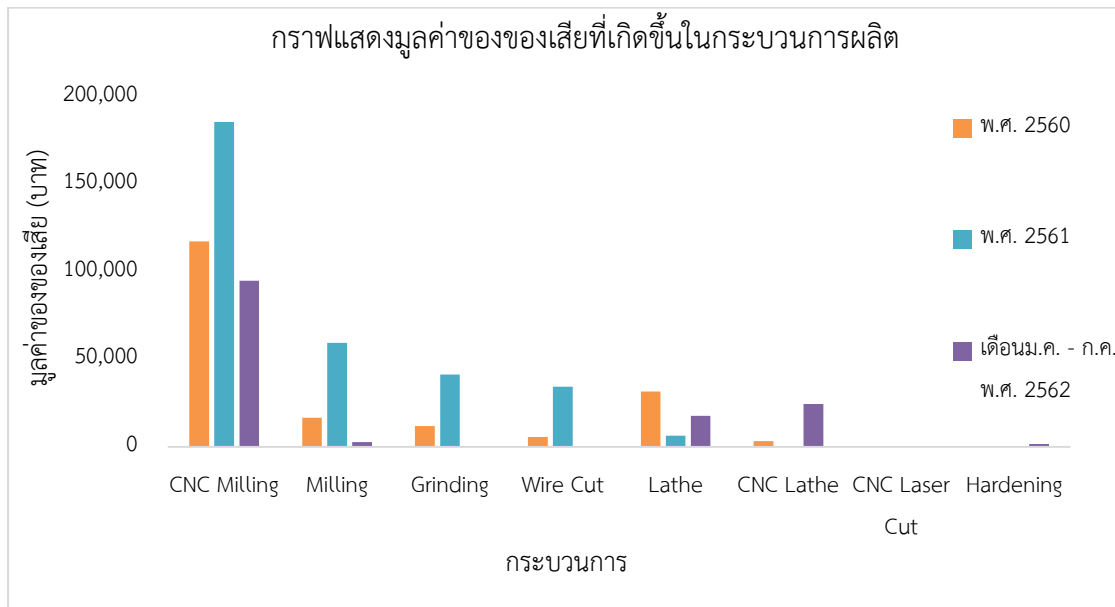
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำโครงการ

ในสภาวะการณ์ปัจจุบันที่อุตสาหกรรมภาคการผลิตมีแนวโน้มการขยายตัวอย่างรวดเร็ว อันเนื่องมาจากอุตสาหกรรมการผลิตเป็นส่วนสำคัญในการประกอบกิจการเกือบทุกประเภท เนื่องจากสินค้าที่ผลิตได้จากเครื่องจักรกลมักเป็นส่วนประกอบหรือเครื่องมืออุปกรณ์ที่นำไปใช้ในการผลิตสินค้าสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมอื่น เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และอุตสาหกรรมเกษตร เป็นต้น ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตต่างต้องเร่งปรับเปลี่ยนรูปแบบสินค้าและเทคโนโลยี เพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งหนึ่งในวิธีการเตรียมตัวรับมือกับการปรับเปลี่ยนในภาคอุตสาหกรรมการผลิตในอนาคต คือ การลดความสูญเสียเปล่าทุกรูปแบบในกระบวนการผลิต เพื่อเป็นการปรับปรุงกระบวนการผลิต เพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เพิ่มคุณภาพ ลดต้นทุน และเกิดผลกำไรสูงสุดในระยะยาว

บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด ซึ่งเป็นโรงงานที่รับออกแบบและผลิตชิ้นงาน อะไหล่แม่แบบ และอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ทั้งงานโลหะและงานพลาสติก โดยมีการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Make to Order) จากการศึกษากระบวนการผลิตพบว่าทุกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในโรงงานแห่งนี้ล้วนมีกระบวนการผลิตที่ใช้เครื่องจักรและคนควบคู่กัน อีกทั้งยังพบว่ากระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีเป็นกระบวนการที่มีการผลิตบ่อยครั้ง และการเกิดความสูญเสียเปล่ามากที่สุดเช่นกัน

จากการศึกษาเบื้องต้น ทำให้ทราบว่าความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีเกิดจากการปฏิบัติงานของคนงานเป็นหลัก อีกทั้งพบว่าความสูญเสียเปล่าที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นในรูปแบบของปริมาณของเสียจากกระบวนการผลิตในรูปแบบต่างๆ เช่น

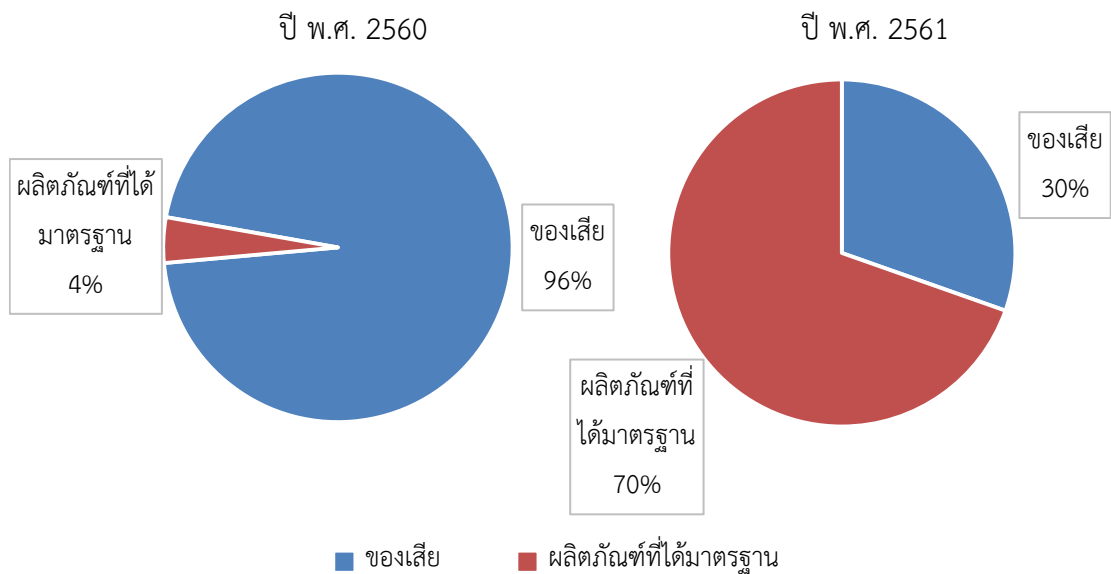
ชิ้นงานมีขนาดไม่ได้ตามมาตรฐาน รูเจาะของชิ้นงานเอียง และผิวของชิ้นงานมีรอยลึก และจากการเก็บข้อมูลพบว่าเกิดปริมาณของเสียจำนวนมากในแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นต้นทุนที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่ม โดยคิดเป็นมูลค่าของของเสีย แสดงในภาพ 1.1



ภาพ 1.1 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบมูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละกระบวนการผลิต ในปี พ.ศ. 2560 - เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562

จากแผนภูมิข้างต้นจะพบว่าของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีก่อให้เกิดมูลค่าของของเสียเป็นจำนวนมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการผลิตทั้งหมด โดยในปี พ.ศ. 2560 มีมูลค่ารวม 117,275 บาท ในปี พ.ศ. 2561 มีมูลค่ารวม 185,586 บาท และในปี พ.ศ. 2562 ยังมีแนวโน้มที่สูงอย่างต่อเนื่อง โดยจากการเก็บข้อมูลของเสียในเดือนมกราคมถึงเดือนกรกฎาคมมีมูลค่ารวมทั้งสิ้น 94,922 บาท เมื่อเป็นคิดเป็นสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานกับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้นจะเห็นได้ว่าในปี พ.ศ. 2560 เกิดของเสียร้อยละ 96 และในปี พ.ศ. 2561 เกิดของเสียร้อยละ 30 โดยสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี แสดงในภาพ 1.2

สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี



ภาพ 1.2 แผนภูมิวงกลมแสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ได้มาตรฐานกับจำนวนของเสียที่เกิดขึ้น ในปี พ.ศ. 2560 - พ.ศ. 2561

จากแผนภูมิข้างต้นจะพบว่าสัดส่วนของของเสียที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าลดลงจากเดิม แต่ยังคงมีสัดส่วนของเสียในปริมาณที่มาก โดยสาเหตุของการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีมาจากพนักงานเขียนโปรแกรมผิด พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานดึงระยะผิด และอุปกรณ์จับยึดล็อกไม่แน่น เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีความสนใจที่จะศึกษาและหาวิธีดำเนินการแก้ไขปรับปรุง โดยใช้เทคนิคและเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหการ พร้อมทั้งออกแบบวิธีการปรับปรุงการผลิต เพื่อลดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 สถานที่ศึกษา บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี่ จำกัด ตั้งอยู่ที่ 237 หมู่ 18 ถนนอ้อมเมืองลำพูน-ป่าซาง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51000

1.3.2 ศึกษาและวิเคราะห์กระบวนการกีดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ตั้งแต่การรับวัตถุดิบ การปรับตั้งเครื่องจักร การขนถ่ายวัสดุ และการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ทั้งในระหว่างการผลิตและหลังจากกระบวนการผลิต

1.3.3 พิจารณาของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี จำนวน 6 เครื่อง

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเพิ่มผลผลิตในกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีให้กับโรงงานได้

1.4.2 สามารถลดต้นทุนที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มให้กับโรงงานได้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ผู้เสนอโครงงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะปรับปรุงและแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี จึงได้รวบรวมทฤษฎี ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของบุคคลต่างๆ ที่สามารถใช้ได้จริง แล้วนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาสรุปสาระและประเด็นสำคัญที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้ในประเด็นต่างๆ ดังนี้

2.1 ความสูญเสีย 7 ประการ (Seven Wastes)

การกำจัดความสูญเสีย 7 ประการ (7 Wastes) เป็นระบบกำจัดความสูญเสียและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องในกระบวนการผลิต เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ ซึ่งข้อเสียจากการมี 7 Wastes คือ ใช้เวลาในการผลิตนาน สินค้ามีคุณภาพต่ำ และต้นทุนสูง (ที่มา : Hank Czarnecki and Nicholas Loyd, n.d.) กระบวนการผลิตมักจะพบว่ามี ความสูญเสียต่างๆ แฝงอยู่ไม่มากนักน้อย ซึ่งเป็นเหตุให้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้นจึงมีแนวคิด เพื่อพยายามจะลดความสูญเสียเหล่านี้เกิดขึ้นมากมาย (ที่มา : Marry Poppendieck., 200) ซึ่งมีหนึ่งในแนวคิดที่คิดค้นโดย Mr.Shigeo Shingo และ Mr.Taiichi Ohno คือ ระบบการผลิตแบบโตโยต้า (Toyota Production System) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อขจัดความสูญเสีย 7 ประการ ดังนี้ ได้แก่

1. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)
2. ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)
3. ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)
4. ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)
5. ความสูญเสียเนื่องจากระบวนการผลิต (Processing)

6. ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

7. ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2.1.1 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction) เกิดจากการผลิตสินค้าปริมาณมากเกินไปความต้องการการใช้งานในขณะนั้น หรือผลิตไว้นานเป็นเวลานาน มาจากแนวความคิดเดิมที่ว่าแต่ละขั้นตอนจะต้องผลิตงานออกมาให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้เกิดต้นทุนต่อหน่วยต่ำสุดในแต่ละครั้ง โดยไม่ได้คำนึงถึงจะทำให้มีงานระหว่างทำ (Work in Process, WIP) ในกระบวนการเป็นจำนวนมากและทำให้กระบวนการผลิตขาดความยืดหยุ่น

ปัญหาจากการผลิตมากเกินไป

1. เสียเวลาและแรงงานไปในการผลิตที่ยังไม่จำเป็น
2. เสียพื้นที่ในการจัดเก็บ WIP
3. เกิดการขนย้ายวัสดุที่ซ้ำซ้อนโดยไม่จำเป็น
4. ของเสียไม่ได้รับการแก้ไขทันที
5. ต้นทุนจม เนื่องจากต้องการพื้นที่เพื่อจัดเก็บมากขึ้นและเกิดค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ เช่น การเช่าโกดัง เพื่อเก็บวัสดุและสินค้า

6. ปิดบังปัญหาการผลิต เช่น เครื่องจักรเสีย

7. ใช้ทรัพยากรในการบริหารจัดการมากขึ้น เช่น พนักงานในการควบคุมงาน งานเอกสาร

8. การเสื่อมของสภาพสินค้า

วิธีการปรับปรุง

1. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมผลิตตลอดเวลา

2. ลดเวลาการตั้งเครื่องจักร โดยศึกษาเวลาในการตั้งเครื่องจักร จากนั้นทำการปรับปรุง

- จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อมก่อนเริ่มตั้งเครื่อง

- แยกขั้นตอนที่ทำได้ในขณะที่เครื่องจักรยังทำงานอยู่ออกจากขั้นตอนที่ต้องทำ

เมื่อเครื่องจักรหยุดเท่านั้น

- จัดลำดับขั้นตอนในการตั้งเครื่องจักรให้เหมาะสม

- กระจายงานอย่างเหมาะสม โดยไม่ให้เกิดการรอนาน

- จัดหาหรือทำอุปกรณ์ เพื่อช่วยในการกำหนดตำแหน่งอย่างรวดเร็ว

3. ปรับปรุงขั้นตอนที่เป็นคอขวดในกระบวนการ เพื่อลดรอบเวลาการผลิต

4. ผลิตในปริมาณและเวลาที่ต้องการเท่านั้น โดยปรับเวลาของกระบวนการให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิต

5. ฝึกให้พนักงานมีทักษะหลายอย่าง

6. ทำการผลิตเฉพาะที่จำเป็น

2.1.2 ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory) เกิดจากการซื้อวัสดุคราวละมากๆ เพื่อเป็นประกันว่าจะมีวัสดุสำหรับผลิตตลอดเวลา หรือเพื่อให้ได้ส่วนลดจากการสั่งซื้อ จะส่งผลให้วัสดุที่อยู่ในคลังมีปริมาณมากเกินไปเกินความต้องการใช้งานอยู่เสมอ และเป็นภาระในการดูแลและการจัดการ

ปัญหาจากการเก็บวัสดุคงคลัง

1. ใช้พื้นที่จัดเก็บมาก

2. ต้นทุนจม เนื่องจากวัสดุอยู่ในกระบวนการนานเท่าที่วัสดุถูกส่งมาจนกระทั่งทำการผลิตเสร็จ และขายให้กับลูกค้า

3. เมื่อเปลี่ยนคำสั่งการผลิตจะมีวัสดุตกค้างอยู่ในคลังสินค้ามาก โดยไม่ทราบว่าจะมีความต้องการใช้อีกเมื่อไร

4. วัสดุเสื่อมคุณภาพและล้าสมัย หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่ดีพอ

5. สั่งซื้อซ้ำซ้อน หากระบบการควบคุมวัสดุคงคลังไม่เพียงพอ

6. ต้องการแรงงานและการจัดการมากในการจัดเก็บ

วิธีการปรับปรุง

1. กำหนดระดับในการจัดเก็บ และมีจุดสั่งซื้อที่ชัดเจน

2. จัดทำแผนการจัดซื้อให้สอดคล้องกับกำหนดการผลิต

3. สร้างระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Just In Time, JIT)

4. ลดช่วงเวลานำ (Lead Time) ในการจัดซื้อ เพื่อลดความถี่ของการจัดซื้อคราวละมากๆ โดยการสร้างความสัมพันธ์กับคู่ค้า และการจัดการระบบห่วงโซ่อุปทาน

5. ปรับปรุงการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการ เพื่อลดการสะสมของงานระหว่างกระบวนการ

6. ควบคุมปริมาณวัสดุ โดยใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น เพื่อให้สามารถเข้าใจ และสังเกตได้ง่าย อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความสะดวก และลดความผิดพลาดในการสั่งซื้อเกิดความจำเป็นได้

7. ใช้ระบบเข้าก่อน ออกก่อน เพื่อป้องกันไม่ให้มีวัสดุตกค้างเป็นเวลานาน

8. วิเคราะห์หาวัสดุทดแทน (Value Engineering) ที่สามารถสั่งซื้อได้ง่ายมาใช้แทน เพื่อลดปริมาณวัสดุที่ต้องทำการจัดเก็บ

2.1.3 ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transporation) เกิดจากการขนส่งเป็นกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่วัสดุ ดังนั้นจึงต้องควบคุมและลดระยะทางในการขนส่งลงให้เหลือเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

ปัญหาจากการขนส่ง

1. ต้นทุนในการขนส่ง ได้แก่ เชื้อเพลิง แรงงาน อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนย้าย
2. เสียเวลาในการผลิต
3. วัสดุเกิดความเสียหาย หากวิธีการขนส่งไม่เหมาะสม
4. เกิดอุบัติเหตุ หากขาดความระมัดระวังในการขนส่ง

วิธีการปรับปรุง

1. วางผังเครื่องจักรใหม่ จัดลำดับเครื่องจักรตามกระบวนการผลิตให้อยู่ในบริเวณเดียวกัน เพื่อลดระยะทางขนส่งในแต่ละขั้นตอน โดยยึดแนวทางความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายงานที่เกี่ยวข้องให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน เช่น การจัดสายงานประกอบสุดท้ายให้อยู่ใกล้กับคลังสินค้า เพื่อลดเวลาในการขนส่ง

2. ศึกษาเส้นทางในการขนส่ง เพื่อลดระยะทางและความถี่ในการขนส่ง

3. คิดหาแนวทางปรับปรุงสำหรับการขนถ่าย เพื่อลดปริมาณในการขนถ่ายให้น้อยลง เช่น การจัดหาอุปกรณ์ในการขนย้ายที่มีความยืดหยุ่นสูง

4. ใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม

5. ลดการขนส่งซ้ำซ้อน

6. ใช้อุปกรณ์ขนถ่ายที่เหมาะสม

7. ลดปริมาณชิ้นงานในการขนส่งแต่ละครั้ง เพื่อให้สามารถส่งงานไปให้ขั้นตอนต่อไปได้เร็วขึ้น และไม่ต้องเสียเวลารอนาน

8. การจัดทำกิจกรรม 5ส

2.1.4 ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion) เกิดจากท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมหยิบของที่อยู่ไกล ก้มด้วยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย

ปัญหาจากการเคลื่อนไหว

1. เกิดระยะทางในการเคลื่อนที่ ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต
2. เกิดความล้าและความเครียด
3. เกิดอุบัติเหตุ
4. เสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น
5. การจัดวางอุปกรณ์และการวางผังโรงงานไม่เหมาะสม
6. ขาดการทำกิจกรรม 5ส และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control)
7. ขาดมาตรฐานในการทำงาน

วิธีการปรับปรุง

1. ศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion Study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักกายศาสตร์ (Ergonomic) เท่าที่จะทำได้
2. จัดสภาพการทำงาน (Working Condition) ให้เหมาะสม
3. ปรับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน
4. ทำอุปกรณ์ช่วยในการจับยึดชิ้นงาน เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างสะดวกรวดเร็วมากขึ้น
5. ให้ผู้ปฏิบัติงานออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ
6. ปรับลำดับขั้นตอนการทำงาน เพื่อเป็นมาตรฐาน
7. จัดวางผังกระบวนการให้เหมาะสม เพื่อลดการเดิน

2.1.5 ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing) เกิดจากกระบวนการผลิตที่มีการทำงานซ้ำๆกันหลายขั้นตอน ซึ่งไม่มีความจำเป็น เพราะงานเหล่านั้นไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ รวมทั้งงานในกระบวนการผลิตที่ไม่ช่วยให้ตัวผลิตภัณฑ์เกิดความเที่ยงตรงเพิ่มขึ้นหรือคุณภาพดีขึ้น เช่น กระบวนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นกระบวนการนี้ควรรวมอยู่ในกระบวนการผลิตให้พนักงานหน้างานเป็นผู้ตรวจสอบไปพร้อมกับการทำงาน หรือขณะคอยเครื่องจักรทำงาน

ปัญหาจากกระบวนการผลิต

1. เกิดต้นทุนที่ไม่จำเป็นของการทำงาน
2. สูญเสียพื้นที่การทำงานสำหรับกระบวนการอื่นๆ
3. ใช้เครื่องจักรและแรงงาน โดยไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มแก่ผลิตภัณฑ์
4. เกิดจุดที่เป็นคอขวดของสายการผลิต
5. ขาดความชัดเจนในข้อกำหนดของลูกค้า และข้อมูลความต้องการของลูกค้า
6. นโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานขาดประสิทธิภาพ
7. การใช้เครื่องมือในการทำงานไม่เหมาะสม
8. มาตรฐานในการทำงานไม่เพียงพอ (Insufficient Standard) ทำให้พนักงานทำงานอย่างไม่เป็นระบบและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้

9. เกิดการทำงานซ้ำซ้อน
10. การจัดลำดับงานที่ไม่เหมาะสม
11. ใช้วัสดุผิดประเภท (Incorrect Materials)
12. การตรวจสอบมากเกินไปจนความจำเป็น (Excessive Checking)
13. เสียเวลากับการเตรียมและการผลิตที่ไม่จำเป็น
14. มีงานระหว่างทำในสายการผลิตมาก

วิธีการปรับปรุง

1. วิเคราะห์กระบวนการผลิตโดยใช้ Operation Process Chart เพื่อทราบขั้นตอนทั้งหมดในการทำงาน จากนั้นจึงเลือกขั้นตอนที่ไม่เหมาะสม เพื่อนำมาปรับปรุง
2. ใช้หลักการ 5W 1H เพื่อวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งประกอบไปด้วย 6 คำถาม คือ

What ทำอะไร ถามเพื่อหาจุดประสงค์ของการทำงาน

When ทำเมื่อไร ถามเพื่อหาลำดับขั้นตอนของการทำงานที่เหมาะสม

Where ทำที่ไหน ถามเพื่อหาสถานที่ทำงานที่เหมาะสม

Who ใครเป็นผู้ทำ ถามเพื่อหาบุคคลที่เหมาะสมสำหรับงาน

How ทำอย่างไร ถามเพื่อหาวิธีการทำงานที่เหมาะสม

Why ทำไม ถามเพื่อหาเหตุผลในการทำงาน

3. หากกระบวนการทดแทนที่ก่อให้เกิดผลลัพธ์ของงานอย่างเดียวกัน
4. ใช้หลักการลดความสูญเปล่า (ECRS) เพื่อปรับปรุงการทำงาน

5. ใช้หลักการวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อลดความซ้ำซ้อนของชิ้นส่วน

6. หาแนวทางขจัดความสูญเปล่าด้วยการนำหลักการวิศวกรรมอุตสาหกรรมมาใช้ เพื่อปรับลดกระบวนการที่ไม่จำเป็นออก

2.1.6 ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay) เกิดจากการรอคอยซึ่งเกิดจากการที่เครื่องจักร หรือพนักงานหยุดการทำงาน เพราะต้องรอคอยบางปัจจัยที่จำเป็นต่อการผลิตเช่น การรอวัตถุดิบ การรอคอยเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้อง การรอคอยเนื่องจากกระบวนการผลิตไม่สมดุล การรอคอยเนื่องจากการเปลี่ยนรุ่นการผลิต เป็นต้น

ปัญหาจากการรอคอย

1. ต้นทุนที่สูญเปล่าของแรงงาน เครื่องจักร และค่าเสียหายที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม
2. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
3. เกิดปัญหาเรื่องขวัญและกำลังใจ
4. ทำให้เกิดความล่าช้าในการผลิตและส่งผลกระทบต่อปัญหาการส่งมอบ
5. เสียเวลาในการรอคอย
6. ใช้เวลาในการตั้งเครื่องจักรนาน
7. ประสิทธิภาพของเครื่องจักรต่ำ

วิธีการปรับปรุง

1. จัดวางแผนการผลิต วัตถุดิบ และลำดับการผลิตให้ดี
2. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เพื่อลดปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสาเหตุของการรอคอย

3. จัดสรรปริมาณแรงงาน เครื่องจักร และงานให้มีความสมดุลในสายการผลิต
4. วางแผนขั้นตอนการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต และจัดสรรกำลังคนให้เหมาะสม
5. เตรียมเครื่องมือที่จะใช้ในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตให้พร้อมก่อนหยุดเครื่อง
6. ใช้อุปกรณ์ เพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกในการปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต
7. ปรับปรุงการไหลของงานให้สอดคล้องกับกระบวนการ เพื่อลดปัญหาในการรอคอย
8. ศึกษาและพยายามปรับปรุงวิธีการทำงานให้ดีขึ้น เพื่อลดเวลารอคอย

9. ฝึกให้พนักงานมีทักษะในการทำงานหลากหลาย เพื่อให้สามารถทำงานอื่นทดแทนได้

2.1.7 ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect) เกิดขึ้นเมื่อของเสียถูกผลิตออกมาของเสียเหล่านั้นอาจถูกนำไปแก้ไขใหม่ให้ได้คุณสมบัติตามที่ลูกค้าต้องการ หรือถูกนำไปกำจัดทิ้ง ดังนั้นจึงทำให้มีการสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสียขึ้น

ปัญหาจากการผลิตของเสีย

1. ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์
2. สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย
3. เกิดการทำงานซ้ำ เพื่อแก้ไขงาน
4. เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาส
5. เสียเวลาและแรงงานในการแก้ไขของเสีย
6. ผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนด
7. สัมพันธภาพระหว่างแผนกไม่ดี
8. วิธีการผลิตที่ไม่เหมาะสม
9. การออกแบบการผลิตไม่ถูกต้อง
10. วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ
11. เกิดความเสียหายระหว่างการขนย้าย

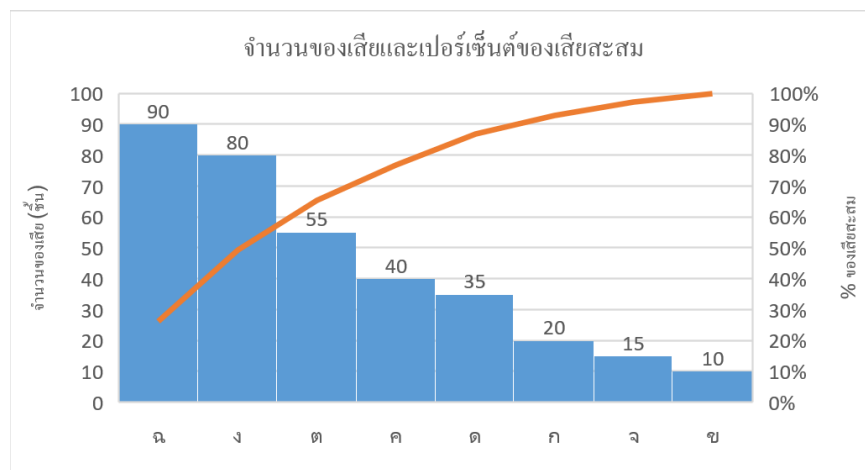
วิธีการปรับปรุง

1. สร้างระบบการปรับปรุงคุณภาพ โดยการป้องกัน ซึ่งมีวิธีการดังต่อไปนี้
 - 1) ค้นหาของเสียก่อนถึงมือลูกค้า
 - 2) แจกแจงความถี่ลักษณะของเสีย
 - 3) หาสาเหตุของเสียแต่ละลักษณะ
 - 4) กำจัดสาเหตุ
2. สร้างมาตรฐานของการปฏิบัติงานและมาตรฐานของวัตถุดิบที่ถูกต้อง
3. พนักงานต้องปฏิบัติงานให้ถูกต้องตามมาตรฐานตั้งแต่วาง
4. พยายามปรับปรุงอุปกรณ์ที่สามารถป้องกันการดำเนินงานที่ผิดพลาด (Poka-Yoke)
5. ฝึกให้พนักงานมีจิตสำนึกทางด้านคุณภาพ
6. ให้มีการตอบสนองข้อมูลทางด้านคุณภาพอย่างรวดเร็วในทุกขั้นตอนการผลิต

7. อบรมให้พนักงานให้มีความรู้ ความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้ถูกต้องตามมาตรฐาน
8. ตั้งเป้าหมายของเสียเป็นศูนย์
9. พัฒนารูปแบบการทำงาน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดของเสียซ้ำ
10. สร้างระบบประกันคุณภาพให้กับทุกกระบวนการที่เกี่ยวข้อง เพื่อไม่ให้เกิดการส่งต่อของเสียให้กับกระบวนการถัดไป
11. ลดความซ้ำซ้อนของกระบวนการ โดยการพัฒนาเทคนิคในขั้นตอนการออกแบบ
12. บำรุงรักษาเครื่องจักรให้อยู่ในสภาพดีเสมอ และพร้อมต่อการใช้งาน

2.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Chart)

แผนภูมิพาเรโต คือ แผนภูมิที่ใช้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของความบกพร่องกับปริมาณความสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยใช้กราฟแท่งแสดงความสำคัญของปัญหาและมีการเรียงลำดับของความสำคัญของปัญหาจากมากไปหาน้อย โดยที่มีการแสดงค่าความถี่สะสมด้วยกราฟเส้น แกนนอนเป็นประเภทของปัญหา และแกนตั้งเป็นร้อยละของประเภทของปัญหา ดังภาพ 2.1



ภาพ 2.1 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

ที่มา : <https://www.rdbi.co.th/2018/11/pareto-chart>

วิธีการสร้างแผนภูมิพาเรโต

ขั้นที่ 1 ตัดสินใจเลือกเกณฑ์ในการแยกประเภทข้อมูล เช่น แยกตามกะหรือผลัดตามชนิดของของเสียตามวิธีการปฏิบัติงาน หรือตามประเภทของอุปกรณ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เลือกช่วงเวลาที่จะทำการศึกษา และลงมือสร้างรายการตรวจสอบ (Check sheet) สำหรับการรวบรวมข้อมูลในช่วงเวลานั้น โดยออกแบบรายการให้มีที่สำหรับบันทึกข้อมูลได้ทุกประเภท แล้วทำการรวบรวมข้อมูล โดยพยายามแปลงปริมาณต่างๆ ให้เป็นจำนวนเงิน ถ้าพอทำได้ค่าทั้งสองอาจเป็นสัดส่วนกันโดยตรง

ขั้นที่ 3 นำข้อมูลที่ได้จากรายการตรวจสอบมานับข้อมูลรวมตลอดช่วงเวลา แล้วบันทึกยอดของข้อมูลแต่ละประเภท ถ้ามีจำนวนประเภทมากกว่า 5 หรือ 10 ประเภท ควรพิจารณารวมกลุ่มประเภทของข้อมูลที่มียอดต่ำๆ แล้วเรียกใหม่อื่นๆ

ขั้นที่ 4 เขียนแกนแนวนอนและแนวตั้งของแผนภูมิพาเรโตลงบนกระดาษกราฟหรือกระดาษธรรมดาแล้วแบ่งแกนแนวนอนออกเป็นส่วนเท่าๆ กัน ให้มีจำนวนช่วงเท่ากับจำนวนประเภทข้อมูล แบ่งแกนแนวตั้งเป็นสเกลให้ค่าสูงสุดบนแกนนี้เท่ากับยอดรวมของค่าข้อมูลทุกประเภท

ขั้นที่ 5 เขียนคอลัมน์จากรายการสรุปข้อมูล เรียงแถวจากยอดข้อมูลที่มีค่าสูงสุดลงมาหาค่าต่ำสุดจากซ้ายมาขวา ถ้ามีประเภทอื่นๆ ให้เป็นคอลัมน์สุดท้ายทางด้านขวาสุด

ขั้นที่ 6 เขียนกราฟเส้นแสดงค่าสะสม เริ่มต้นด้วยการเขียนเส้นทแยงคอลัมน์แรกจากมุมล่างซ้ายไปสู่มุมบนขวา จากนั้นลากเส้นตรงทแยงไปทางขวาให้มีระยะแนวนอนเท่ากับความกว้างของคอลัมน์หนึ่งแท่งและมีระยะแนวตั้งเท่ากับความสูงของคอลัมน์ที่สอง ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนกระทั่งกราฟเส้นนี้สัมผัสมุมขวาบนสุดของแผนภูมิพาเรโต ซึ่งจะเป็นตำแหน่ง 100 เปอร์เซ็นต์ ของแกนแนวตั้งอีกแกนหนึ่งที่กำกับด้านขวาของแผนภูมิ

ขั้นที่ 7 เขียนแกนแนวตั้งด้านขวาของแผนภูมิ แล้วจัดทำสเกลจาก 0 ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ความสูงของแกนนี้เสมอกับความสูงของแกนแนวตั้งด้านซ้าย

ขั้นที่ 8 เพิ่มเติมข้อมูลบนแผนภูมิ โดยแสดงว่าใครเป็นผู้รวบรวมข้อมูล ในช่วงเวลาใด จากที่ไหน และเพิ่มเติมข้อความที่จำเป็นในการอ้างอิงข้อมูล ควรมีแสดงวัน เดือน ปี ที่จัดทำแผนภูมิพาเรโตนี้ พร้อมทั้งให้ชื่อบุคคลหรือกลุ่มที่รับผิดชอบในการจัดทำ

ประโยชน์ของแผนผังพาเรโต

1. สามารถบ่งชี้ให้เห็นว่าหัวข้อใดเป็นปัญหามากที่สุด
2. สามารถเข้าใจว่าแต่ละหัวข้อมีส่วนเป็นเท่าใดในส่วนทั้งหมด
3. ใช้กราฟแท่งบ่งชี้ขนาดของปัญหา ทำให้โน้มน้าวใจได้ดี

4. ไม่ต้องใช้การคำนวณที่ยุ่งยาก แต่สามารถจัดทำได้และใช้ในการเปรียบเทียบผลได้
5. ใช้สำหรับการตั้งเป้าหมาย ทั้งตัวเลขและปัญหา

2.3 แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram)

ศาสตราจารย์เคโอรุ อิชิกาวา ณ มหาวิทยาลัยโตเกียว ได้ทำการพัฒนาแผนผังอิชิกาวา (Ishikawa Diagram) ในปี ค.ศ. 1943 หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) ซึ่งเป็นแผนผังที่มีความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและสาเหตุที่เกิดปัญหา โดยมีการระดมสมองในการวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ ในการทำงาน

แผนผังแสดงเหตุและผล (Cause and Effect Diagram) เป็นเครื่องมือที่ใช้ประโยชน์ในการรวบรวม แจกแจง และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะของปัญหา (ผล) กับปัจจัยต่างๆ (สาเหตุ) ที่เกี่ยวข้องและส่งผลกระทบต่อองค์การในการดำเนินการของกระบวนการ ซึ่งเป็นแผนผังที่ใช้ต่อจากแผนภูมิพาเรโต โดยเลือกใช้แผนภูมิพาเรโตเลือกปัญหาที่นำมาแก้ไข และใช้แผนผังแสดงเหตุและผลในการระดมสมองหาสาเหตุของปัญหา อีกทั้งยังช่วยให้เกิดความคิดอย่างเป็นระบบ โดยมีการจำแนกผลและสาเหตุของปัญหาได้ ดังภาพ 2.2

- ผล (Effect of Problem) คือ ผลงานหรือปัญหาจากกระบวนการผลิต เช่น ผลงาน คือ ต้นทุน คุณภาพ และการส่งมอบ เป็นต้น ส่วนปัญหาจากกระบวนการผลิต เช่น ขาดเสีย เป็นต้น โดยที่ผลจะแสดงในตำแหน่งหัวปลา

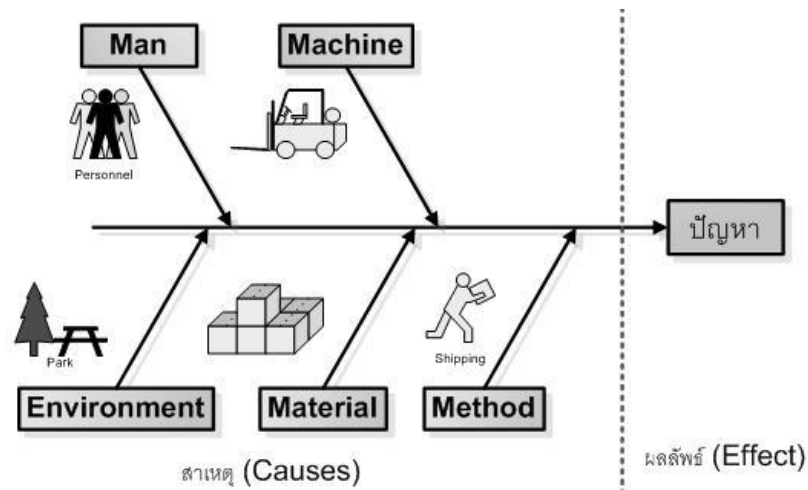
- สาเหตุ (Cause) จะใช้การตรวจสอบด้วย 4M 1E ซึ่งประกอบไปด้วย

Man การตรวจสอบว่าผู้ปฏิบัติงานได้ปฏิบัติงานตามมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ มีความรับผิดชอบหรือไม่ ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะความชำนาญหรือไม่ ผู้ปฏิบัติงานได้รับมอบหมายงานที่ตรงความสามารถหรือไม่

Machine การตรวจสอบว่าอุปกรณ์อำนวยความสะดวกสอดคล้องกับความสามารถของกระบวนการผลิตหรือไม่ เครื่องจักรขัดข้องบ่อยหรือไม่ การจัดวางเหมาะสมหรือไม่ เครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่

Material การตรวจสอบว่าวัตถุดิบและสิ่งที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตมีข้อบกพร่องหรือไม่

Method การตรวจสอบว่ามาตรฐานในการทำงานมีเพียงพอหรือไม่มีความปลอดภัยในการทำงานหรือไม่ วิธีการทำงานมีประสิทธิภาพหรือไม่ ลำดับขั้นตอนการทำงานเหมาะสมหรือไม่ Environment การตรวจสอบอากาศ สถานที่ แสงสว่าง และบรรยากาศการทำงาน



ภาพ 2.2 ตัวอย่างแผนผังแสดงเหตุและผล

ที่มา : <https://perchai.wordpress.com/2012/06/07/25>

ขั้นตอนการสร้างแผนผังแสดงเหตุและผล

สิ่งที่สำคัญในการสร้างแผนผังก้างปลา คือ การร่วมมือกันทำงานเป็นทีม โดยใช้วิธีการระดมสมอง (Brain Storming) เพื่อช่วยในการวิเคราะห์สาเหตุต่างๆ ที่มีในการทำงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดปัญหาที่จะต้องหาสาเหตุอย่างชัดเจน ห้ามมีคำเชื่อม เช่น และ แล้ว ซึ่ง เพื่อ เนื่องจากอาจมีสองปัญหาในหนึ่งหัวปลา ซึ่งในหนึ่งหัวปลาต้องมีปัญหาเดียวเท่านั้น และถ้ากำหนดปัญหาหรือผลไม่ชัดเจน จะทำให้เสียเวลาในการค้นหาสาเหตุของปัญหาและใช้เวลานานในการวาดแผนผังแสดงเหตุและผล การกำหนดปัญหาที่ใช้ในการวิเคราะห์อาจเป็นการกำหนดในเชิงบวก เช่น จุดประสงค์ ผลงาน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ ยอดขายสินค้า ประสิทธิภาพการทำงาน เป็นต้น หรือเชิงลบ เช่น ปัญหาจากกระบวนการผลิต เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดกลุ่มปัจจัยที่ทำให้เกิดปัญหานั้นๆ โดยต้องระบุปัจจัยหลักไว้ที่ก้างปลา และเมื่อได้ปัญหาที่หัวปลาแล้วต้องกำหนดสาเหตุหลัก สาเหตุรอง และสาเหตุย่อย ซึ่งระบุไว้ใน

ก้างปลา ก้างรอง และก้างย่อย ตามลำดับ ซึ่งในการหาสาเหตุนั้นต้องมีการกำหนดปัจจัยหรือสาเหตุให้มีความสอดคล้องกับปัญหาตรงที่หัวปลา ทำให้มั่นใจได้ว่าสิ่งที่กำหนดไปนั้นสามารถแยกแยะและกำหนดสาเหตุได้อย่างเป็นระบบ โดยสาเหตุที่นิยมใช้กันมาก คือหลักการ 4M 1E

ขั้นตอนที่ 3 ระดมสมอง เพื่อหาสาเหตุรองในแต่ละสาเหตุหลัก และทำการแยกสาเหตุหลักให้เป็นสาเหตุย่อย โดยการระดมสมองให้ได้สาเหตุรองมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 4 ระดมสมองหาสาเหตุย่อยด้วยการตั้งคำถามว่าทำไม 5 ครั้ง เพื่อแตกสาเหตุออกเป็นก้างย่อยๆ ตามลำดับ จนกระทั่งไม่สามารถถามต่อไปได้อีก

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์แผนผังแสดงเหตุและผล

แผนผังแสดงเหตุและผล เป็นแผนผังที่ใช้แสดงเหตุหรือปัญหาที่เกิดขึ้น หรืออาจจะเกิดขึ้นในอนาคตเท่านั้น ไม่ได้บอกถึงความสำคัญและลำดับของแต่ละสาเหตุ เพื่อให้ได้การวิเคราะห์ที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเพื่อจะได้ตัดสินใจว่าควรแก้ไขปัญหาไหนก่อน จึงควรใช้แผนภูมิพาเรโตเข้ามาช่วยในการจัดความสำคัญของปัญหา ซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

- การเลือกสาเหตุของแผนผังแสดงเหตุและผล เพื่อทำการแก้ไข โดยมีปัจจัย 3 ประการ คือ ปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ หมายถึงปัจจัยที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้ หมายถึงปัจจัยที่ไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ด้วยตนเอง ซึ่งขึ้นอยู่กับคนอื่นๆ โดยหากต้องการแก้ไขต้องมีการประสานงานร่วมกับคนอื่นๆ เช่น ผู้ส่งมอบสินค้า ลูกค้า และผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในตัวสินค้า เป็นต้น และปัจจัยรบกวน หมายถึงปัจจัยที่ไม่มีใครสามารถควบคุมได้ ซึ่งจะมารบกวนในบางครั้ง บางคราว

- ทำเครื่องหมายวงกลม เพื่อตรวจสอบว่าต้องแก้ไขปัญหอะไรบ้าง โดยเลือกจากสาเหตุหรือปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อหัวปลามากที่สุด และมีการตัดสาเหตุที่ไม่จำเป็นออก โดยที่ต้องดูลำดับความเร่งด่วนและลำดับความสำคัญของปัญหา ซึ่งถ้ายืนยันสาเหตุของปัญหาไม่ได้จะต้องมีการกลับไปเก็บข้อมูลอีกครั้ง และมีการคิดกำหนดวิธีแก้ไข กำหนดผู้รับผิดชอบ เวลาเริ่มต้น และเวลาแล้วเสร็จ โดยที่ต้องมีการติดตามผลการแก้ไขจากตัวเลขและรูปแบบที่สามารถวัดได้

ประโยชน์ของแผนภูมิเหตุและผล

1. ช่วยให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ได้อย่างมีเหตุมีผล ละเอียดครอบคลุมเจาะลึก สาเหตุที่เป็นรากเหง้า (Root Causes) ของปัญหาได้อย่างง่ายดาย และเป็นระบบ อันจะนำไปสู่ การแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้องตรงจุด
2. ใช้เป็นเครื่องมือช่วยระดมความคิดเห็นจากสมาชิกหรือผู้เกี่ยวข้องหลายๆ คนมารวมไว้ในผังภาพเดียวกัน ทำให้สมาชิกเกิดความเข้าใจตรงกัน

2.4 การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ

FMEA หรือ การวิเคราะห์อาการขัดข้องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นเทคนิคสำหรับการเพิ่มความไว้วางใจแก่ผลิตภัณฑ์ ลดอัตราขัดข้องของผลิตภัณฑ์ ในระยะเริ่มแรกและระยะการใช้งานปกติ จะเน้นที่การคาดการณ์ปัญหา โดยวิธีการวิเคราะห์หน้าที่ ของกระบวนการ คือ จะทำการวิเคราะห์หน้าที่ (Function) ของกระบวนการในทุกขั้นตอน เพื่อเป็น การพิจารณาว่ากระบวนการมีหน้าที่ประการใด แล้วจึงคาดการณ์ถึงปัญหา หรือลักษณะข้อบกพร่อง ซึ่งหมายถึง ความไม่สอดคล้องกับหน้าที่ของกระบวนการที่กำหนดไว้ ภายใต้วิธีการนี้ผู้วิเคราะห์ มีความจำเป็นต้องมีพื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐาน (Pure Science) ที่ดีควบคู่ไปกับเทคโนโลยี เฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) โดยใช้ข้อมูลในอดีตของผลิตภัณฑ์หรือบริการหรือข้อมูลอื่นๆ ที่จะทำให้ระบุถึงข้อบกพร่องได้ หรือใช้สถิติอนุมาน (Inferential Statistics) ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การจำลองผล (Simulation) การประกันคุณภาพในการออกแบบ (Quality Function Deployment) และวิศวกรรมไว้วางใจ (Reliability Engineering) สำหรับการบ่งชี้และนิยามถึง ข้อบกพร่อง

2.4.1 การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

- 1) ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นและมีแนวโน้มว่าจะเกิดขึ้น
- 2) สาเหตุและผลของแต่ละข้อบกพร่อง
- 3) จัดลำดับความสำคัญและข้อบกพร่องตามตัวเลขกำหนด ก่อนหลังความเสี่ยง (Risk Priority Number-RPN) ซึ่งพิจารณาจากความรู้ในการเกิดความเสี่ยงและแนวโน้ม ที่ข้อบกพร่องจะเกิด
- 4) กำหนดปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาและการแก้ไข

2.4.2 ลักษณะสำคัญของการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

- 1) แสดงให้เห็นรูปแบบของความล้มเหลว ปัญหา และความผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น หรือเกิดขึ้นแล้วจากระบบงาน การออกแบบ การผลิตและการบริการ และมีการประเมินผล
- 2) การสำหรับการลด หรือขจัดโอกาสของความล้มเหลว ปัญหาและความผิดพลาดนั้นๆ ที่จะเกิดขึ้นมาอีก
- 3) การบันทึกลงในแบบฟอร์มมาตรฐาน

2.4.3 ประเภทการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

- 1) งานระบบ ใช้ในการวิเคราะห์ระบบและระบบย่อยต่างๆ ในขั้นตอนการออกแบบแนวคิด (Concept Design) โดยการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA) ในงานจะเน้นที่การวิเคราะห์หาข้อบกพร่องแนวโน้มที่เกิดกับการทำงานของระบบ เนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้จะครอบคลุมถึงการศึกษาคือพลรวมระหว่างระบบกับองค์ประกอบต่างๆ ของระบบด้วย
- 2) การออกแบบ ใช้ในการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบได้ก่อนให้ฝ่ายผลิตดำเนินการผลิตในเชิงพาณิชย์ต่อไป ซึ่งจะเน้นข้อบกพร่องเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของการออกแบบ
- 3) กระบวนการผลิต ใช้การวิเคราะห์การผลิตและกระบวนการประกอบ ซึ่งจะเน้นข้อบกพร่องอันเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตและการประกอบ
- 4) งานบริการ ใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการบริการก่อนที่จะส่งมอบ ซึ่งประเภทนี้จะเน้นข้อบกพร่อง ความผิดพลาด หรือความคลาดเคลื่อน อันเนื่องจากไม่มีประสิทธิภาพของระบบกระบวนการ

2.4.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ

ตัวเลขแสดงลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) คือ ผลลัพธ์ของความรุนแรง โอกาสในการเกิดและการตรวจจับ เพื่อใช้ในการจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหา ดังแสดงตาราง 2.1 และสามารถคำนวณหาค่าลำดับความสำคัญของความเสี่ยง (RPN) ได้ดังสมการ 2.1

ตาราง 2.1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FMEA)

เครื่องจักร อุปกรณ์/ ระบบ	ความ ล้มเหลว	สาเหตุ ความ ล้มเหลว	ผลที่ เกิดขึ้น	มาตรการ ป้องกัน/ แก้ไข	การประเมินความเสี่ยง			ระดับ ความ เสี่ยง (RPN)
					ความ รุนแรง (Sev)	โอกาส (Ooc)	ความ สามารถ (Det)	

ที่มา : <https://quality-one.com/fmea>

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.1)$$

เมื่อ S คือ ความรุนแรงผลกระทบที่เกิดความล้มเหลว (Severity)

O คือ โอกาสที่จะเกิดขึ้นจากสาเหตุบ่อยครั้ง (Occurrence)

D คือ ความสามารถตรวจจับและป้องกันไม่ให้เกิดความล้มเหลว (Detection)

หลังจากวิเคราะห์ความเสี่ยง RPN ของข้อบกพร่องแต่ละตัวแล้ว จะพิจารณาว่าลักษณะข้อบกพร่องใดที่มีค่าความเสี่ยงมากๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก (Vital Few Mode) มาทำการวิเคราะห์แก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงต่อไป

ในการพิจารณาเพื่อเลือกลักษณะข้อบกพร่องมาทำการแก้ไขนี้ จะเริ่มจากการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีความรุนแรงมาก (9 หรือ 10) ก่อน โดยไม่สนใจค่า RPN ว่าจะมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งค่าความรุนแรงของลักษณะข้อบกพร่องนี้ ทำให้ผู้วิเคราะห์ต้องให้ความสนใจต่อการแก้ไข และการป้องกันกระบวนการที่พิจารณาใหม่ รวมถึงการลดความรุนแรงลง จากนั้นจึงทำการพิจารณาถึงลักษณะข้อบกพร่องที่มีค่า RPN สูง เพื่อนำมาแก้ไข และในกรณีที่ลักษณะข้อบกพร่องมีค่า RPN และ S เท่ากัน ให้พิจารณาเลือกลักษณะข้อบกพร่องที่มีความเป็นไปได้ในการเกิดสาเหตุของข้อบกพร่องมากกว่ามาดำเนินการวิเคราะห์ เพื่อแก้ไขปัญหาต่อไป ดังแสดงในตาราง 2.2 2.3 และ 2.4

ตาราง 2.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ

ผลกระทบจาก ข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมิน ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมิน ความรุนแรงของผลกระทบ ที่มีต่อกระบวนการภายใน	คะแนน
เกิดอันตราย โดยไม่มีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมาย โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตราย ต่อพนักงานหรือเครื่องจักร โดยไม่มีการเตือนล่วงหน้า	10
เกิดอันตราย โดยมีการเตือน	มีผลกระทบต่อความปลอดภัย ของผู้ใช้หรือขัดต่อกฎหมาย โดยมีการเตือนล่วงหน้า	มีผลกระทบต่อการเกิดอันตราย ต่อพนักงานหรือเครื่องจักร โดยมีการเตือนล่วงหน้า	9
มีผลกระทบสูง มาก	ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากสูญเสียหน้าที่หลัก	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100 เปอร์เซ็นต์) อาจต้องถูกทำลาย หรือส่งเข้าซ่อมแซมบำรุง โดยใช้เวลามากกว่า 1 ชั่วโมง	8
มีผลกระทบสูง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ระดับสมรรถนะลดลง จนทำให้ลูกค้าไม่พอใจมาก	อาจมีการตรวจสอบผลิตภัณฑ์ แบบคัดเลือก และผลิตภัณฑ์ บางส่วน (น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์) อาจถูกทำลายหรือ ซ่อมแซมบำรุง ระหว่างครึ่งถึง หนึ่งชั่วโมง	7
มีผลกระทบ ปานกลาง	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ แต่ขาดความสะดวกสบายและ ลูกค้าไม่พอใจ	ผลิตภัณฑ์บางส่วน (น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์) อาจถูกทำลาย หรือซ่อมแซมที่แผนกซ่อมบำรุง ต่ำกว่าครึ่งชั่วโมง	6
มีผลกระทบต่ำ	ผลิตภัณฑ์สามารถนำไปใช้งานได้ ด้วยความสะดวกสบายและลูกค้า แต่ระดับสมรรถนะลดลง	ผลิตภัณฑ์ทั้งหมด (100 เปอร์เซ็นต์) อาจได้รับการนำ กลับมาทำใหม่ (Rework) หรือ ได้รับการซ่อมแซมนอกสาย การผลิตที่ฝ่ายผลิต	5

ตาราง 2.2 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความรุนแรงของผลกระทบ (ต่อ)

ผลกระทบจาก ข้อบกพร่อง	เกณฑ์การประเมินความรุนแรง ของผลกระทบที่มีต่อลูกค้า	เกณฑ์การประเมินความ รุนแรงของผลกระทบที่มีต่อ กระบวนการภายใน	คะแนน
มีผลกระทบต่ำ มาก	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี มากนัก ลูกค้าส่วนใหญ่ (>75 เปอร์เซ็นต์) สามารถสังเกตเห็น ข้อบกพร่อง	ผลิตภัณฑ์อาจได้รับ การตรวจสอบแบบคัดเลือก โดยไม่มีผลิตภัณฑ์ที่ต้องถูก ทำลาย แต่มีผลิตภัณฑ์ (ต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์) อาจได้รับการ นำกลับมาทำใหม่ (Rework)	4
เกือบไม่มี ผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี มากนัก ลูกค้าส่วนน้อย (<25 เปอร์เซ็นต์) สามารถสังเกตเห็น ข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วนที่มีจำนวน ต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ อาจได้รับการนำกลับมาทำใหม่ (Rework) ในสายการผลิตที่จุด ปฏิบัติงาน โดยไม่ถูกทำลาย	3
เกือบไม่มี ผลกระทบ	ความเรียบร้อยของผลิตภัณฑ์ไม่ดี มากนัก ลูกค้าส่วนน้อย (<25 เปอร์เซ็นต์) สามารถสังเกตเห็น ข้อบกพร่อง	มีผลิตภัณฑ์บางส่วนที่มีจำนวน ต่ำกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ อาจได้รับการนำกลับมาทำใหม่ (Rework) ในสายการผลิตที่จุด ปฏิบัติงาน โดยไม่ถูกทำลาย	2
ไม่มีผลกระทบ	ไม่มีผลกระทบที่สังเกตเห็นได้	อาจมีความไม่สะดวกสบาย เล็กน้อยต่อการปฏิบัติงาน หรือ ตัวพนักงาน หรือไม่มีผลกระทบ ใดๆ	1

ที่มา : <https://quality-one.com/fmea>

ตาราง 2.3 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลโอกาสการเกิดขึ้นของข้อบกพร่อง

โอกาสในการเกิดขึ้นของสาเหตุอื่นๆ	โอกาสข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ (PPM)	Ppk	คะแนน
สูงมาก : เกิดข้อบกพร่องเป็นประจำ	$\geq 100,000$ (หรือ 10 เปอร์เซ็นต์)	< 0.55	10
	50,000 (หรือ 5 เปอร์เซ็นต์)	≥ 0.55	9
สูง : เกิดข้อบกพร่องบ่อย	20,000 (หรือ 2 เปอร์เซ็นต์)	≥ 0.78	8
	10,000 (หรือ 1 เปอร์เซ็นต์)	≥ 0.86	7
ปานกลาง : เกิดข้อบกพร่องเป็นครั้งคราว	5,000 (หรือ 0.5 เปอร์เซ็นต์)	≥ 0.94	6
	2,000 (หรือ 0.2 เปอร์เซ็นต์)	≥ 1.00	5
	1,000 (หรือ 0.1 เปอร์เซ็นต์)	≥ 1.10	4
ต่ำ : เกิดข้อบกพร่องน้อย	500	≥ 1.20	3
	100	≥ 1.30	2
ห่างไกล : เกือบไม่มีโอกาสเกิดข้อบกพร่องเลย	≤ 10	≥ 1.67	1

ที่มา : <https://quality-one.com/fmea>

ตาราง 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความสามารถการตรวจจับ

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
เกือบเป็นไปไม่ได้	ไม่มีระบบการตรวจจับใดๆ			×	ไม่สามารถตรวจจับ หรือ ตรวจสอบได้	10
ห่างไกลมาก	มีระบบควบคุม แต่ไม่สามารถตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้เพียงการสุ่มตรวจเท่านั้น	9
ห่างไกล	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าเท่านั้น	8

ตาราง 2.4 ตัวอย่างเกณฑ์การประเมินผลความสามารถการตรวจจับ (ต่อ)

ลักษณะการตรวจจับ	เกณฑ์	ประเภทการตรวจจับ			ขอบเขตวิธีการตรวจจับ	คะแนน
		A	B	C		
ต่ำมาก	มีระบบควบคุม แต่มีโอกาสน้อยมากที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้			×	การควบคุมกระทำได้ด้วยการตรวจสอบด้วยตาเปล่าสองครั้งเท่านั้น	7
ต่ำ	มีระบบควบคุมและอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้		×	×	การควบคุมกระทำได้ด้วยแผนภูมิควบคุม (Control Charts)	6
ปานกลาง	มีระบบควบคุมและอาจตรวจจับข้อบกพร่องได้		×		มีการควบคุม โดยใช้เครื่องมือวัดวัดชิ้นงานก่อนออกจากจุดปฏิบัติงานหรืออาจใช้เกจแบบ Go/No Go	5
ค่อนข้างสูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจสอบความผิดพลาดในกระบวนการถัดไปหรือมีการใช้เครื่องมือวัดงานชิ้นแรกในขั้นตอนการปรับตั้ง	4
สูง	มีระบบควบคุมและมีโอกาสสูงที่จะตรวจจับข้อบกพร่องได้	×	×		มีการตรวจสอบความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือมีการตรวจจับความผิดพลาด โดยการตรวจสอบเพื่อการยอมรับ	3
สูงมาก	มีระบบควบคุมและเกือบจะมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	×	×		มีการตรวจสอบความผิดพลาดที่จุดปฏิบัติงานหรือด้วยเครื่องมืออัตโนมัติ ชิ้นงานที่บกพร่องจะไม่สามารถผ่านไปได้	2
สูงมาก	มีระบบควบคุมและมั่นใจได้ว่าสามารถตรวจจับข้อบกพร่อง	×			ไม่มีโอกาสเกิดผลิตภัณฑ์บกพร่องเพราะใช้ระบบป้องกันความผิดพลาด (Poka Yoke) ในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์และกระบวนการ	1

ที่มา : <https://quality-one.com/fmea>

2.4.5 การประยุกต์ใช้ FMEA

- 1) ช่วยในการประเมินผลของแบบที่ได้จากการออกแบบ ทั้งความต้องการด้านหน้าที่และทางเลือกในการออกแบบ
- 2) ช่วยในการประเมินการออกแบบ เพื่อการผลิตเบื้องต้น (DFM)
- 3) ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพ ความไว้วางใจ และความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์หรือการบริการ
- 4) ช่วยในการลดต้นทุนที่ซ่อนเร้นของกระบวนการผลิต ทำให้องค์กรความสามารถเพิ่มอำนาจในการแข่งขันทางธุรกิจระยะยาวได้ดี
- 5) ช่วยเพิ่มความมั่นใจและความพอใจให้กับลูกค้า
- 6) ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งมีผลทำให้สามารถวางตลาดผลิตภัณฑ์ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
- 7) ช่วยในกระบวนการป้องกันข้อบกพร่อง
- 8) ช่วยเพิ่มศักยภาพด้านเทคโนโลยีเฉพาะด้าน (Intrinsic Technology) ให้แก่คณะทำงาน FMEA ในระหว่างดำเนินการ ซึ่งจะเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ในอนาคต

2.5 หลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)

หลักทั่วไปในการปรับปรุงงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้นนั้น ไม่ว่าจะเป็นงานประเภทใดหรือลักษณะใด มีหลักใหญ่ๆ ที่ใช้ได้โดยทั่วไปและเหมือนกันอยู่ 4 ประการ ดังนี้

1) การกำจัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นออก (Eliminate) โดยงานหรือการปฏิบัติงานที่ไม่จำเป็น หมายถึง การสูญเปล่าของแรงงาน เวลา วัสดุ สิ่งของ เงินทุน หรือการดำเนินกิจการ โดยการพิจารณาขั้นตอนการทำงาน เพื่อการกำจัดออกนั้น เริ่มด้วยการพิจารณาว่าจะกำจัดขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่

2) การรวมขั้นตอนการทำงานหลายส่วนเข้าด้วยกัน (Combine) ในกระบวนการผลิต ถ้าแบ่งขั้นตอนการผลิตหรือการปฏิบัติงานมากเกินไป ทำให้ใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ และการเคลื่อนย้ายวัสดุมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น และก่อให้เกิดปัญหาอื่นตามมา เช่น การไม่สมดุลในสายขั้นตอนของกระบวนการผลิต การทำงานเกิดความล่าช้าและเสียเวลา จึงจำเป็นต้องหาทางรวมขั้นตอนหรือ

ส่วนของงานที่จำเป็นนั้นมารวมกันใหม่ ซึ่งในการรวมขั้นตอนนั้นจะพิจารณาว่ารวมขั้นตอนเข้าด้วยกันได้หรือไม่

3) การจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ (Rearrange) ในการผลิตสินค้าใหม่มักเริ่มต้นผลิตจำนวนน้อยก่อน เพราะเป็นขั้นทดลอง แต่เมื่อขยายกำลังการผลิต ปริมาณการผลิตจะเพิ่มขึ้นทีละน้อย หากลำดับขั้นตอนการทำงานยังคงเดิม มักเป็นสาเหตุให้เกิดปัญหาในเรื่องการเคลื่อนย้ายวัสดุ และการไหลของงานไม่สะดวก เพราะจำนวนผลิตเพิ่มขึ้นกว่าเดิม จึงจำเป็นต้องจัดลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่ โดยพิจารณาว่าจะจัดขั้นตอนการทำงานใหม่ได้หรือไม่

4) การปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้น (Simplify) เป็นการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานให้ง่ายขึ้นและมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม เช่น งานที่มีขั้นตอนปฏิบัติงานยุ่งยากซับซ้อน ต้องการการทำงานให้ง่ายขึ้น หากทางใช้เครื่องผ่อนแรงหรือเครื่องจักรที่มีทันสมัย และสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการปรับปรุงขั้นตอนการทำงานจะต้องพิจารณาว่าจะปรับปรุงขั้นตอนการทำงานได้หรือไม่

จากหลักการของการปรับปรุงงานนั้นจะเห็นว่าการกำจัดการจะมาก่อน ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาว่างานบางขั้นตอนได้เสียเวลาจัดรวม จัดลำดับ หรือปรับปรุงไปแล้ว จึงพบว่าไม่จำเป็นต้องทำส่วนการรวมควรจะทำในขั้นตอนถัดมา เพื่อไม่ให้เกิดกรณีที่มีการจัดลำดับขั้นตอนการทำงานก่อนจนโอกาสที่จะรวมขั้นตอนการทำงานหมดไป และการจัดลำดับควรจะทำภายหลังจากที่ได้มีการกำจัดและการยุบงานรวมกันแล้ว ส่วนการปรับปรุงงานเป็นเรื่องที่ไม่กระทบกระเทือนการทำงาน เนื่องจากเกี่ยวข้องเฉพาะงานแต่ละชิ้น จึงควรทำทีละขั้นตอน เมื่อแน่ใจว่างานทุกงานจำเป็นและมีลำดับขั้นตอนที่ถูกต้องแล้ว ตัวอย่างการตั้งคำถามตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS) ดังตาราง 2.5

ตาราง 2.5 การตั้งคำถามตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)

สิ่งที่ต้องการค้นหา	ตัวอย่างคำถาม	จุดประสงค์
วัตถุประสงค์	ทำอะไร : ทำไมต้องทำ	การกำจัด (Eliminate)
สถานที่	ทำที่ไหน : ทำไมต้องทำที่นั่น	การรวมกัน (Combine) หรือการจัดใหม่ (Rearrange)
ลำดับขั้นตอน	ทำเมื่อไหร่ : ทำไมต้องทำเวลานั้น	
บุคคล	ใครเป็นคนทำ : ทำไมต้องคนนั้น	
วิธีการ	ทำอย่างไร : ทำไมต้องทำอย่างนั้น	การทำให้ง่าย (Simplify)

ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/541165>

หลังจากการตั้งคำถามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS) แล้วจะทำการวิเคราะห์ว่าขั้นตอนหรืองานใดบ้างที่สามารถทำตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS) ได้ โดยใช้คำถามที่คิดขึ้นมาได้นั้นมาวิเคราะห์ ดังตาราง 2.6

ตาราง 2.6 วิเคราะห์งานตามหลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)

หลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)	รายละเอียดคำถาม	แนวความคิดหรือการสังเกต
การกำจัด (Eliminate)	การเคลื่อนไหวก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์จำนวนเท่าไร	
	สามารถใช้การเคลื่อนไหว เพื่อการค้นหา การวางแผน การวางแผน การเลือก และ 5ส สำหรับลดพื้นที่ทำงานได้อย่างไร	
	เครื่องมือและชิ้นส่วนสามารถจัดให้มีการเคลื่อนไหวเป็นธรรมชาติมากขึ้นได้อย่างไร	
	พื้นที่ปฏิบัติงานที่เพียงพอสำหรับกระบวนการผลิตจำนวนเท่าไร	
การรวมกัน (Combine)	สามารถใช้มือทั้งสองข้างอย่างมีประสิทธิภาพกับกระบวนการผลิตได้อย่างไร	
	การเคลื่อนไหวสามารถดำเนินกิจกรรมอื่นพร้อมกันได้หรือไม่	
	ทำอะไรจึงจะเคลื่อนไหวมือทั้งสองข้างได้อย่างราบรื่นและเป็นธรรมชาติ โดยไม่ถูกแทรกแซง	
	ทำอะไรจึงจะใช้กลไกของสปริงสำหรับจับถือและกำหนดตำแหน่งชิ้นงานของชิ้นส่วน	
	ปฏิบัติการใดสามารถทำได้บนเส้นทางย้อนกลับของกระบวนการผลิต	
	อวัยวะส่วนไหนของร่างกายที่สามารถนำมาใช้ในการทำงานเพิ่มขึ้นได้บ้าง	

ตาราง 2.6 วิเคราะห์งานตามหลักการลดความสูญเปล่า (ต่อ)

หลักการลดความสูญเปล่า (ECRS)	รายละเอียดคำถาม	แนวความคิดหรือการสังเกต
การจัดใหม่ (Rearrange)	ลำดับการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม อะไรที่มีความปลอดภัย มีประสิทธิภาพ และมีการไหลสมบูรณ์ที่สุด	
	การเปลี่ยนแปลงลำดับการผลิตอะไรบ้างที่ช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น	
	การเคลื่อนไหวส่วนใดสามารถปรับปรุงให้การทำงานง่ายขึ้นได้	
	มีทางเลือกอื่นอีกหรือไม่ที่สามารถปฏิบัติงานกับกระบวนการผลิตได้เหมือนกัน	
	อวัยวะส่วนไหนของร่างกายที่เคลื่อนไหวแล้ว สามารถนำมาปฏิบัติงานได้เหมือนเดิม	
	อะไรจะเกิดขึ้น ถ้าใช้มืออีกข้างมาเคลื่อนไหวแทน	
การทำให้ง่าย (Simplify)	สามารถใช้แรงตามแรงธรรมชาติ ได้แก่ แรงโน้มถ่วง แรงเฉื่อย แรงปฏิกิริยา เพื่อให้การเคลื่อนไหวง่ายขึ้นได้อย่างไร	
	การเคลื่อนไหวหลายขั้นตอนจะใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์พิเศษช่วยอย่างไร เพื่อให้การปฏิบัติงานง่ายขึ้น	

2.6 ใบตรวจสอบ (Check sheet)

ใบรายการตรวจสอบ คือ แบบฟอร์มตารางที่ออกแบบไว้ล่วงหน้า เพื่อความสะดวกในการบันทึกข้อมูล ลักษณะของตารางมีได้มากมายหลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการใช้ใบรายการตรวจสอบ แบ่งได้เป็น 2 หมวดใหญ่ๆ คือ

1. ใช้บันทึก เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเริ่มโครงการ เพื่อทราบสภาพของปัญหา ทราบความรุนแรงของปัญหา และเพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด

2. ใช้ตรวจสอบ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการติดตามตรวจสอบผลของการแก้ไขปัญหา หรือการพัฒนา ดังภาพ 2.3

Motor Assembly Check Sheet								
Name of Data Recorder: <u>Lester B. Rapp</u>								
Location: <u>Rochester, New York</u>								
Data Collection Dates: <u>1/17 - 1/23</u>								
Defect Types/ Event Occurrence	Dates							TOTAL
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	
Supplied parts rusted								20
Misaligned weld								5
Improper test procedure								0
Wrong part issued								3
Film on parts								0
Voids in casting								6
Incorrect dimensions								2
Adhesive failure								0
Masking insufficient								1
Spray failure								5
TOTAL		10	13	10	5	4		

ภาพ 2.3 ตัวอย่างใบรายการตรวจสอบ

ที่มา : <http://www.pakoengineering.com/blog/2017>

วิธีการสร้างใบรายการตรวจสอบ

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการรวบรวมข้อมูลว่าจะนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์อย่างไร เช่น ต้องการวิเคราะห์หาการเสียของชิ้นงาน หรือต้องการวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้ชิ้นงานเสีย เป็นต้น
2. แจกแจงหัวข้อรายการหรือลักษณะของข้อมูลที่ต้องการจะรวบรวม
3. ออกแบบใบรายการตรวจสอบให้ง่าย รัดกุม สะดวกในการบันทึก แต่สามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ของการรวบรวมข้อมูลได้อย่างครบถ้วน
4. ควรมีพื้นที่สำหรับจดบันทึกที่มาของข้อมูล เพื่อให้สอบกลับได้ เช่น วันที่ ชื่อ ผู้ตรวจ หน่วยงาน สถานที่ สิ่งที่ตรวจสอบ คุณสมบัติที่ตรวจสอบ จำนวนที่ตรวจสอบ ระยะเวลาที่จัดเก็บข้อมูล เป็นต้น

ประโยชน์ของใบรายการตรวจสอบ คือ ช่วยให้เก็บข้อมูลได้ถูกประเภท เป็นแบบฟอร์มเดียวกัน และสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ทันเวลา โดยหลักแล้ววัตถุประสงค์ของการตรวจสอบแต่ละอย่างจะเป็นตัวกำหนดแบบฟอร์มขึ้นมาเอง

2.7 การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง

คำนวณโดยนำข้อมูลของเสียรวมก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบกัน โดยวัดสัดส่วนของเสียที่ลดลง ดังสมการ 2.2

$$\text{ร้อยละของของเสียที่ลดลง} = \frac{(\text{ร้อยละของของเสียก่อนปรับปรุง} - \text{ร้อยละของของเสียหลังปรับปรุง})}{\text{ร้อยละของของเสียก่อนปรับปรุง}} \times 100.2)$$

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พนิดา อารีรักษ์ และกิติญา วรรณโชค (2558) การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อลดของเสียในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งแห้ง โดยวิเคราะห์หาสาเหตุที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต คือ ในขั้นตอนการตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวมีปริมาณการใส่แผ่นก๋วยเตี๋ยวแต่ละรอบไม่เท่ากัน และวิธีการคัดแยกเส้นก๋วยเตี๋ยวหลังการตัดเส้นก๋วยเตี๋ยวแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับความชำนาญและความเคยชินของพนักงาน จึงทำให้เกิดของเสียในปริมาณมาก จากนั้นจึงหาวิธีการทำงานที่ทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุด เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งแห้ง ผู้วิจัยจึงได้ทดลองหาปริมาณการใส่แผ่นก๋วยเตี๋ยวที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการตัดแต่ละรอบ ซึ่งเท่ากับ 14.50 ถึง 15.70 กิโลกรัม และเพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน ผู้วิจัยได้หาความสูงที่เหมาะสมสำหรับความหนาของการใส่แผ่นก๋วยเตี๋ยวในการตัดแต่ละครั้ง ซึ่งเท่ากับ 5.5 ถึง 6.5 เซนติเมตร และนอกจากนี้ยังได้กำหนดวิธีการคัดแยกเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยวิธีการเขย่า ซึ่งจะทำให้ปริมาณเส้นก๋วยเตี๋ยวที่ติดไปในกองของเสียน้อยที่สุด ซึ่งหากปรับค่าตามนี้จะส่งผลให้ลดการเกิดของเสียลง 50 เปอร์เซ็นต์

ชญานิษฐ์ ยิงโยชน์ และบุณฑริกา ดวงบุรงค์ (2560) การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อลดของเสียในกระบวนการสไลซ์หมูสามชั้นลอกหนังของโรงงานชำแหละสุกรเชียงใหม่ ซึ่งการศึกษานี้เริ่มจากการศึกษาขั้นตอนการทำงานและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พบว่าสาเหตุมาจากพนักงานตัดหมูสามชั้นเตรียมด้วยการประมาณด้วยสายตา ทำให้รูปทรงเนื้อส่วนหัวท้ายที่จุดจับมีรูปทรงไม่เหมาะสมและไม่มีรอบการบำรุงรักษาใบมีดสไลซ์ที่ชัดเจน จากนั้นทำการศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อหาวิธีที่นำมาใช้ในการลดของเสียในกระบวนการและวิเคราะห์ปัญหาที่ทำให้เกิดเนื้อเศษตกสเปค

และเนื้อเยื่อตัดแต่งขอบในกระบวนการ โดยมีแนวทางการปรับปรุงเริ่มจากการเปลี่ยนวิธีการเรียงหมูสามชั้น จากเดิมเรียงแบบแนวนอนเปลี่ยนเป็นเรียงแบบแนวตั้ง แต่พบว่าการเปลี่ยนวิธีการเรียงหมูสามชั้นไม่ได้ทำให้สัดส่วนของเสียลดลง จึงทำการจัดเรียงแนวนอนแบบเดิม ในขั้นตอนการห่อหมูสามชั้นเตรียมให้มีการพับพลาสติกห่อหมูสามชั้นเตรียมทั้งบริเวณข้างและส่วนหัว-ท้ายที่ใช้เป็นจุดจับเครื่องสไลซ์ด้วย เพื่อช่วยคงสภาพหมูสามชั้นเตรียมทั้งบริเวณด้านข้างและส่วนหัว-ท้าย จากนั้นทำการทดลองหาช่วงขนาดความกว้างที่เปลี่ยนแปลงของหมูสามชั้นเตรียมทั้งก่อนและหลังแช่แข็ง ผลจากการทดลองพบว่าช่วงขนาดความกว้างของการเตรียมหมูสามชั้นเตรียมที่ 9 ถึง 10.56 เซนติเมตร เป็นช่วงขนาดความกว้างที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นจึงนำช่วงขนาดความกว้างที่ได้ไปออกแบบอุปกรณ์ช่วยพนักงานตัดหมูสามชั้นเตรียม ซึ่งช่วยให้สามารถตัดขั้นตอนการตัดแต่งขอบหมูสามชั้นก่อนนำเข้าเครื่องสไลซ์ออกไปได้และเป็นการลดเนื้อเยื่อจากการตัดแต่งขอบ จากนั้นทำการประเมินผลการดำเนินงาน โดยวัดสัดส่วนของของเสียก่อนและหลังปรับปรุง โดยผลที่ได้รับจากการปรับปรุงกระบวนการ พบว่าเนื้อเยื่อตกสเปคลดลงร้อยละ 2.66 และเนื้อเยื่อตัดแต่งขอบลดลงร้อยละ 0.71 คิดเป็นของเสียรวมลดลงร้อยละ 2.75

บทที่ 3

ข้อมูลเกี่ยวกับโรงงาน

3.1 ที่มาของบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด

บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด (S.V.T. Machinery Co.,Ltd) เริ่มดำเนินการในวันที่ 2 มกราคม พ.ศ. 2545 โดยคุณสมเกียรติ จอมราชคม โดยได้จดทะเบียนเป็นห้างหุ้นส่วนจำกัด โดยใช้ชื่อว่า หจก. เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี ต่อมาได้เปลี่ยนเป็นนิติบุคคลประเภทบริษัทจำกัด ด้วยทุนจดทะเบียน 5 ล้านบาท เมื่อวันที่ 5 มกราคม พ.ศ. 2553 โดยดำเนินงานในด้านการผลิตชิ้นส่วน อะไหล่เครื่องจักร อีกทั้งยังบริการตัด พับ เชื่อม สินค้าตามแบบที่สั่งทำ และรับออกแบบอุปกรณ์ จับยึดชิ้นส่วนต่างๆ ด้วยเครื่องจักรที่ทันสมัย

3.2 ข้อมูลสถานที่โรงงาน

ที่ตั้งโรงงาน : 237 หมู่ 18 ถนนอ้อมเมืองลำพูน-ป่าซาง ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51000 แสดงดังภาพ 3.1 และ 3.2



ภาพ 3.1 ที่ตั้งบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด
ที่มา : <http://www.svtmachinery.com>



ภาพ 3.2 แผนที่บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัด
ที่มา : <http://www.svtmachinery.com>

3.3 ประเภทผลิตภัณฑ์

บริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอรี จำกัดผลิตสินค้าประเภทชิ้นงาน ชิ้นส่วนอะไหล่ แม่แบบ และ อุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ทั้งงานโลหะและงานพลาสติก โดยมีการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Make to Order) โดยตัวอย่างของผลิตภัณฑ์แสดงดังภาพ 3.3 3.4 3.5 และ 3.6



ภาพ 3.3 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์



ภาพ 3.4 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์



ภาพ 3.5 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์

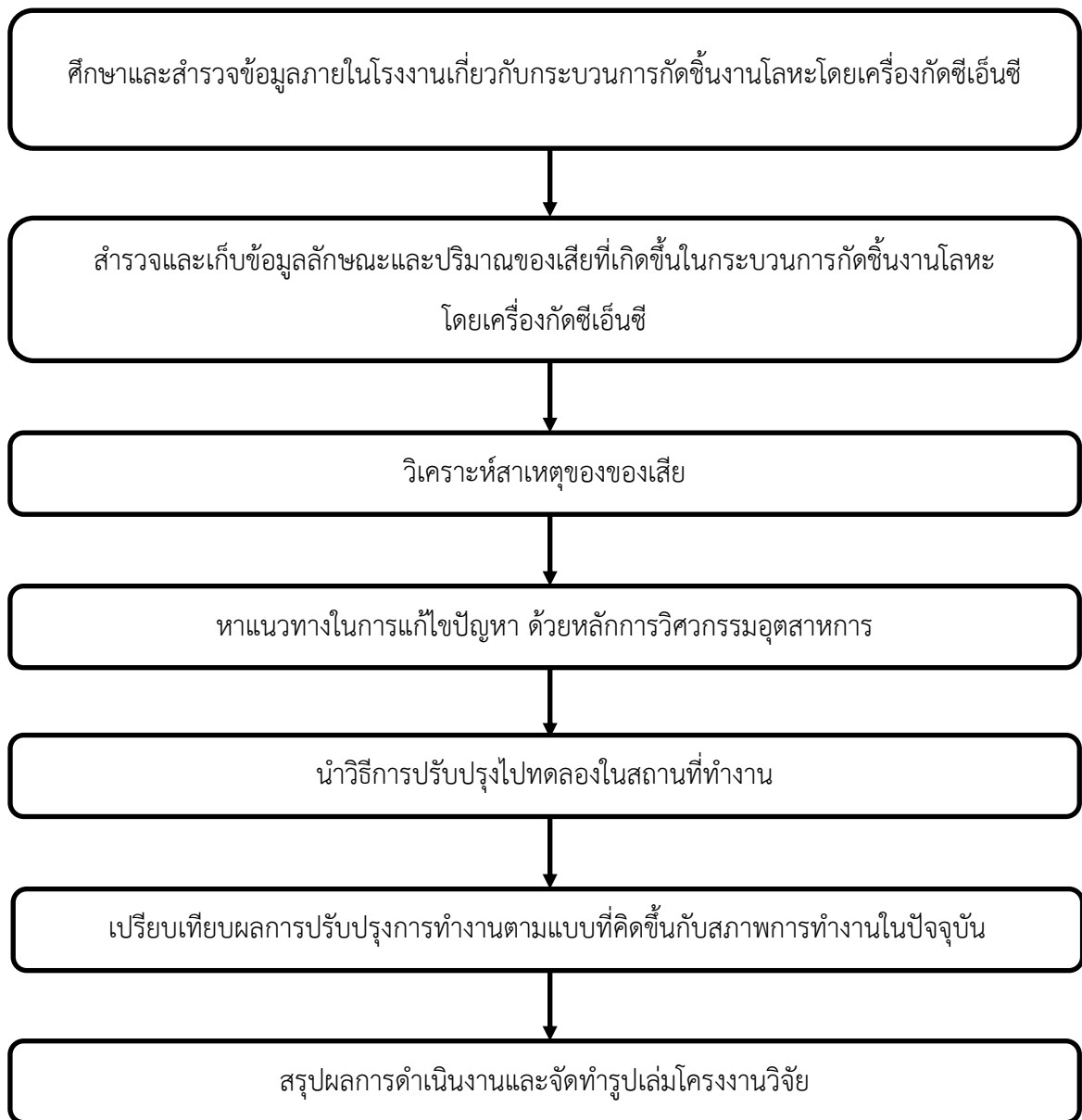


ภาพ 3.6 ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์

บทที่ 4

วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัย

โครงการการลดของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีเป็นโครงการที่ศึกษาถึงกระบวนการการผลิตของบริษัท เอส.วี.ที. แมชชีนเนอร์ จำกัด โดยได้นำหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการลดของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ได้แก่ การกำจัดความสูญเสีย 7 ประการ แผนภูมิพาเรโต แผนผังแสดงเหตุและผล การวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ หลักการลดความสูญเสียเปล่า (ECRS) และใบตรวจสอบมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาวิธีปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาวิธีการทำงานเพื่อลดของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ซึ่งในบทนี้ผู้จัดทำได้แสดงวิธีการดำเนินงานโครงการวิจัยโดยเริ่มต้นจากศึกษาและสำรวจข้อมูลภายในโรงงานเกี่ยวกับกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี เพื่อให้เข้าใจถึงปัญหาที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นจึงทำการสำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี และวิเคราะห์สาเหตุของของเสียที่เกิดขึ้น โดยใช้แผนภูมิพาเรโต แผนผังแสดงเหตุและผล และการวิเคราะห์ผลกระทบอันเนื่องมาจากความผิดพลาดในกระบวนการ เพื่อระบุหาสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการผลิตโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี และทำการเลือกสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียมากที่สุด ต่อมาผู้วิจัยจึงทำการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยใช้หลักการวิศวกรรมอุตสาหกรรม แล้วนำวิธีการปรับปรุงไปทดลองในสถานที่ทำงาน พร้อมทั้งติดตามผลและเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน และสรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำรูปเล่มโครงการวิจัย โดยมีแผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินโครงการวิจัยในภาพรวม แสดงดังภาพ 4.1



ภาพ 4.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโครงงานวิจัย

โดยการดำเนินโครงการวิจัยในแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาและสำรวจข้อมูลภายในโรงงานเกี่ยวกับกระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

4.1.1 ศึกษากระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยการเข้าไปสำรวจและศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงาน รวมทั้งสอบถามการทำงานแต่ละขั้นตอนกับหัวหน้าผู้ควบคุมการผลิตและพนักงาน เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการทำงานของกระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

4.1.2 ศึกษาและระบุของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยการสอบถามข้อมูลจากหัวหน้าผู้ควบคุมการผลิต และทำการเก็บข้อมูลจากแผนควบคุมคุณภาพของโรงงาน เพื่อระบุถึงลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้น และจัดประเภทของของเสีย

4.2 สำรวจและเก็บข้อมูลลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

ขั้นตอนนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยจะการรวบรวมข้อมูลการผลิต ปริมาณและลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้น และผู้วิจัยจะนำลักษณะของของเสียที่ได้เก็บรวบรวมมานั้นไปจำแนกประเภทของเสียตามลักษณะที่เกิด เพื่อจัดทำแผนผังพาเรโต และเลือกประเภทของเสียที่คิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ของของเสียทั้งหมดมาทำการปรับปรุง

4.3 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

4.3.1 วิเคราะห์สาเหตุของของเสีย โดยใช้แผนผังแสดงเหตุและผล

เมื่อทราบประเภทของเสียที่จะทำการแก้ไขแล้ว จึงทำการระบุสาเหตุที่แท้จริงที่ทำให้เกิดปัญหา โดยการนำข้อมูลกระบวนการผลิตโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีที่เก็บรวบรวมจากขั้นตอนก่อนหน้านี้มาทำการระบุสาเหตุ โดยจัดทำแผนผังเหตุและผล หลังจากนั้นจึงวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาโดยใช้หลัก 4M เพื่อระบุสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา

4.3.2 วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยประยุกต์ใช้หลักการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) สำหรับการประเมินความรุนแรง (Severity) และโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence) เท่านั้น

ผู้จัดทำโครงการวิจัยได้จัดทำแบบประเมินความเสี่ยงของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี แล้วให้หัวหน้างานและวิศวกรของโรงงานประเมิน เพื่อระบุสาเหตุหลักของแผนผังแสดงเหตุและผลที่ได้ทำการระบุในขั้นตอน 4.3.1 และนำผลประเมินความเสี่ยงของสาเหตุมาจัดทำแผนผังพาเรโต เพื่อทำการเลือกสาเหตุที่สำคัญ

4.4 การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนนี้จะทำการหาแนวทางแก้ไขปัญหการเกิดของเสียจากสาเหตุที่ได้จากแผนผังพาเรโตในขั้นตอนที่ 4.3.2 และทำการหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยใช้หลักการลดความสูญเสียเปล่า (ECRS) มาประกอบการพิจารณาแนวทางการแก้ไขด้วย

4.5 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงานตามแบบที่คิดขึ้นกับสภาพการทำงานในปัจจุบัน

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนหลังจากได้ดำเนินการทดลองปรับปรุงตามวิธีการที่ได้กำหนด แล้วนำข้อมูลของเสียรวมก่อนและหลังการทดลองมาเปรียบเทียบกัน

4.6 สรุปผลการดำเนินการและจัดทำรูปแบบโครงงานวิจัย

สรุปผลการทดลองทั้งหมด จากนั้นทำการรวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงงานวิจัยและจัดทำเป็นรูปแบบโครงงานวิจัย

บทที่ 5

ผลการดำเนินงาน

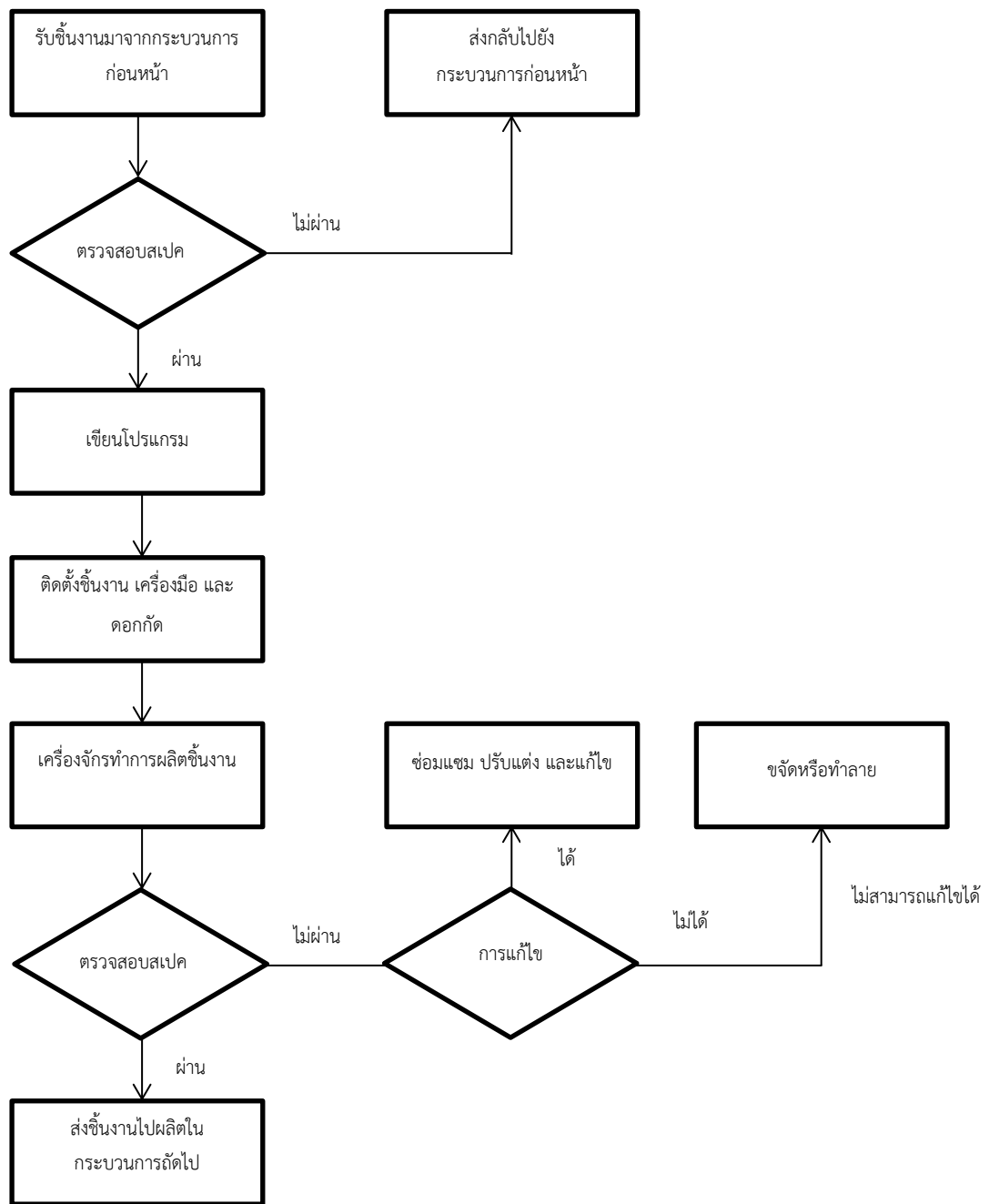
หลังจากออกแบบขั้นตอน วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัยเรียบร้อยแล้ว ในบทนี้จะแสดงผลการดำเนินงาน ซึ่งประกอบไปด้วยการวิเคราะห์หาขั้นตอนที่ส่งผลให้ชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน ลักษณะของของเสีย และปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยใช้แผนผังเหตุและผล แผนผังพาเรโต และการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis) เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพ ในกระบวนการทำงาน โดยจะใช้การศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา การเลือกปัญหา การสำรวจสภาพปัจจุบันของปัญหา การค้นหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาที่แท้จริง และหาแนวทางการแก้ไขด้วยเครื่องมือทางวิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น ใบตรวจสอบ หลักการลดความสูญเสียเปล่า (ECRS) เป็นต้น เพื่อช่วยในการลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

5.1 ศึกษาและสำรวจข้อมูลภายในโรงงานเกี่ยวกับกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

5.1.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานของกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

เพื่อให้เข้าใจกระบวนการและเห็นขั้นตอนที่มีความเกี่ยวข้องทั้งหมด ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีอย่างละเอียด ดังภาพ 5.1 โดยเริ่มจากขั้นตอนรับชิ้นงานมาจากกระบวนการก่อนหน้าที่มีการตรวจสอบชิ้นงาน หากผ่านมาตรฐานก็จะเข้าสู่กระบวนการเขียนโปรแกรม แต่หากตรวจพบแล้วไม่ผ่านมาตรฐานก็จะส่งกลับไปยังกระบวนการก่อนหน้า หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จ ก็จะเข้าสู่กระบวนการติดตั้งชิ้นงาน เครื่องมือ และดอกกัด และหลังจากนั้นเครื่องจักรก็จะดำเนินการผลิตชิ้นงาน เมื่อผลิตชิ้นงานเสร็จก็จะเข้าสู่กระบวนการตรวจสอบชิ้นงานว่าได้มาตรฐานหรือไม่ หากชิ้นงานได้มาตรฐานก็จะส่งชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการต่อไป แต่หากชิ้นงานไม่ได้มาตรฐาน วิศวกรผู้ควบคุมการผลิตจะพิจารณาว่าชิ้นงานสามารถแก้ไขซ่อมแซม

ได้หรือไม่ หากพิจารณาว่าแก้ไขได้ก็จะทำได้แก้ไขชิ้นงาน แต่หากพิจารณาแล้วว่าไม่สามารถแก้ไขได้
ก็จะนำชิ้นงานนั้นไปขจัดหรือทำลายทิ้ง



ภาพ 5.1 กระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

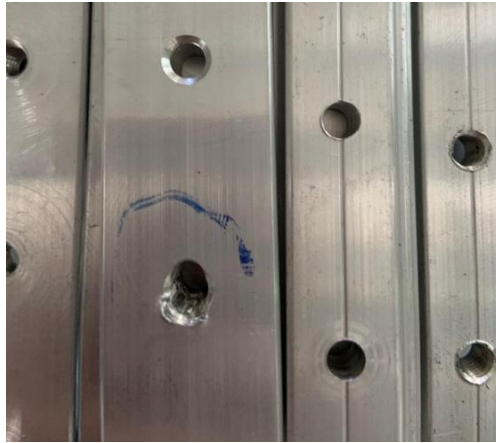
5.1.2 ศึกษาลักษณะของของเสีย

จากการศึกษากระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี และของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต สามารถแบ่งลักษณะของเสียออกเป็น 9 ลักษณะ ดังนี้

1. ระยะของชิ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนด
2. ทำการผลิตไม่ตรงตามรุ่นกับใบสั่งซื้อสินค้า
3. ชิ้นงานแตกหักและบิ่น
4. รูเจาะเอียง
5. รูเจาะใหญ่เกินค่าที่กำหนด
6. รูเจาะสลับด้าน
7. เกิดรอยลึกบนผิวชิ้นงาน
8. ขนาดความหนาของชิ้นงานคลาดเคลื่อน
9. อื่นๆ

5.2 สํารวจและเก็บรวบรวมข้อมูลลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

ผู้จัดทำโครงการวิจัยได้เริ่มจากการศึกษาปริมาณลักษณะและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น โดยจากการศึกษาลักษณะของของเสียที่เกิดจากกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ทำให้ทราบว่ามึลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นอยู่ 9 ลักษณะ ได้แก่ ระยะของชิ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนด ทำการผลิตไม่ตรงตามรุ่นกับใบสั่งซื้อสินค้า ชิ้นงานแตกหักและบิ่น รูเจาะเอียง รูเจาะใหญ่เกินค่าที่กำหนด รูเจาะสลับด้าน เกิดรอยลึกบนผิวชิ้นงาน ขนาดความหนาของชิ้นงานคลาดเคลื่อน และอื่นๆ ซึ่งตัวอย่างลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นแสดงในภาพ 5.2 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ



ภาพ 5.2 ของเสียในลักษณะรูเจาะขึ้นงานเอียง



ภาพ 5.3 ของเสียในลักษณะผิวขึ้นงานมีรอยลึก



ภาพ 5.4 ของเสียในลักษณะระยะของขึ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนด

เมื่อทราบถึงลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี แล้ว ผู้วิจัยจึงทำการรวมลักษณะของเสียที่มีความคล้ายคลึงกันให้อยู่ในประเภทเดียวกัน ซึ่งสามารถแบ่งประเภทของของเสียออกเป็นทั้งหมด 4 ประเภท ดังนี้

1. ของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด
2. ของเสียประเภทผิวของชิ้นงานมีรอยลึก
3. ของเสียประเภทชิ้นงานแตกหักและบิ่น
4. ของเสียประเภทอื่นๆ

จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลของเสีย โดยแยกตามประเภทของของเสีย ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562 ดังตาราง 5.1 และ 5.2

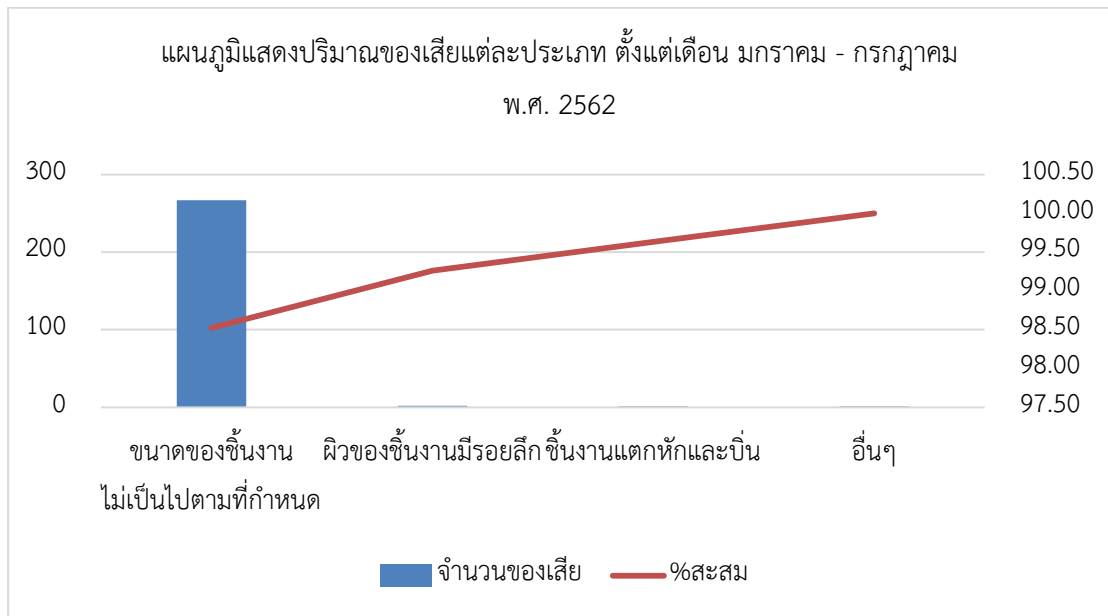
ตาราง 5.1 ข้อมูลปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี

จำนวนของเสีย (ชิ้น)	ลำดับ	ประเภทของของเสีย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	รวม (ชิ้น)
	1	ขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด	8	-	1	-	5	1	252	267
	2	ผิวของชิ้นงานมีรอยลึก	-	-	-	-	-	-	1	1
	3	ชิ้นงานแตกหักและบิ่น	-	1	-	-	-	-	-	1
	4	อื่นๆ	-	1	-	-	-	-	-	1

ตาราง 5.2 สัดส่วนของเสียที่เกิดขึ้นในเดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562

ประเภทของของเสีย	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	จำนวนผลิต (ชิ้น)	สัดส่วนของเสีย (เปอร์เซ็นต์)
ขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด	267	2,697	9.9
ผิวของชิ้นงานมีรอยลึก	1	2,697	0.037
ชิ้นงานแตกหักและบิ่น	1	2,697	0.037
อื่นๆ	1	2,697	0.037

จากตาราง 5.1 ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลปริมาณของเสียในแต่ละประเภทในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีมาจัดทำแผนผังพาไรเต เพื่อแสดงถึงปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในแต่ละประเภท ดังภาพ 5.5



ภาพ 5.5 ปริมาณของเสียแต่ละประเภท ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562

แผนผังพาไรเตนี้แสดงปริมาณของเสียแต่ละประเภท ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562 พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการส่วนใหญ่มาจากของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำของเสียประเภทดังกล่าวมาเป็นหัวข้อในการทำวิจัยและปรับปรุงกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีต่อไป

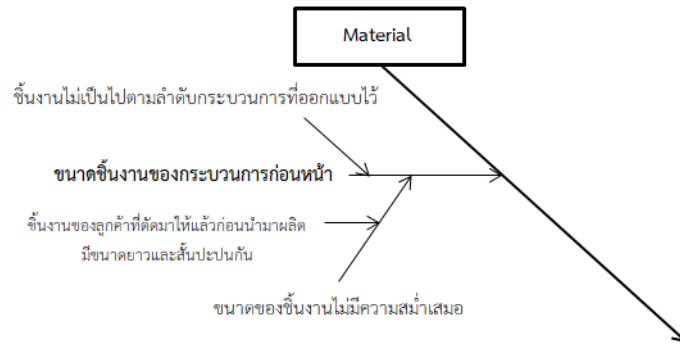
5.3 วิเคราะห์ปัญหาเพื่อระบุสาเหตุของปัญหา

5.3.1 วิเคราะห์สาเหตุของของเสียโดยใช้แผนผังเหตุและผล

ทางผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษาและสังเกตการณ์การทำงานของพนักงานในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีอย่างละเอียด เพื่อหาสาเหตุหรือความเป็นไปได้ของการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี และเมื่อสามารถระบุได้แล้วว่าของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดนั้นเป็นประเภทของเสียที่มีปริมาณมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำแผนผังเหตุและผลของปัญหาของเสียประเภทขนาดชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดจากการระดมความคิดของผู้วิจัยและได้มีการปรึกษากับพนักงานผู้ควบคุมงานและพนักงานผู้ปฏิบัติงานด้วย โดยใช้

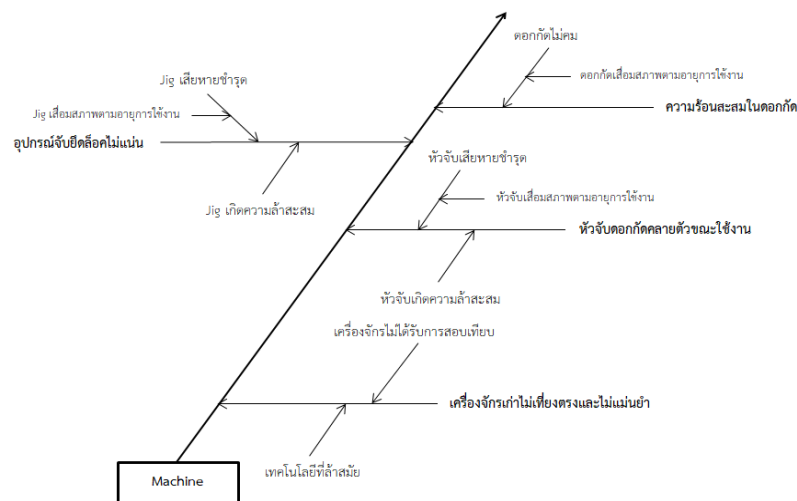
[illegible]

จากภาพ 5.6 พบสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดของเสียในกระบวนการมาจากการปฏิบัติงานที่ไม่มีประสิทธิภาพของคนงาน โดยสาเหตุแรก คือ พนักงานไม่ได้เจาะรูนำศูนย์ เพราะพนักงานต้องการลดเวลาทำงานและรีบเร่งให้งานเสร็จตามกำหนด สาเหตุต่อไป คือ พนักงานบกพร่องในการกำจัดเศษในรูเจาะ เนื่องจากพนักงานไม่ได้เปิดน้ำหล่อเย็น ทำให้กระบวนการกำจัดเศษในรูเจาะไม่ดีเท่าที่ควร อีกทั้งพนักงานยังเขียนโปรแกรมผิด เนื่องจากบกพร่องในการตรวจเช็คทุกจุดที่แบบกำหนด และตรวจสอบโปรแกรมไม่ละเอียดก่อนผลิตชิ้นงาน รวมไปถึงพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน และพนักงานใช้ความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่เหมาะสมกับวัสดุ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวล้วนส่งผลให้ขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด



ภาพ 5.7 แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากวัสดุของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด

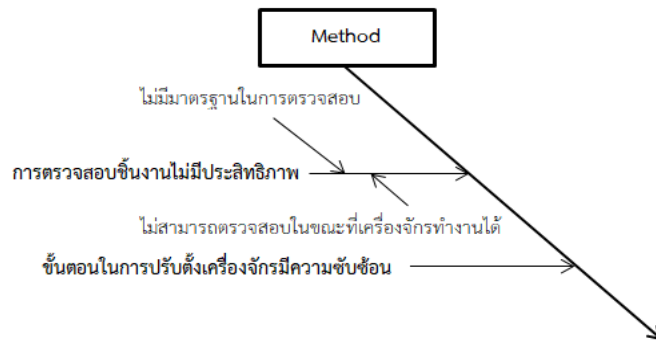
จากภาพ 5.7 จากการวิเคราะห์สาเหตุจากวัสดุ สาเหตุที่ทำให้ขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด คือ ขนาดของชิ้นงานของกระบวนการก่อนหน้า เนื่องจากชิ้นงานไม่เป็นไปตามลำดับของกระบวนการที่ออกแบบไว้ และขนาดของชิ้นงานไม่มีความสม่ำเสมอ



ภาพ 5.8 แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากเครื่องจักรของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด

จากการวิเคราะห์สาเหตุจากเครื่องจักรในภาพ 5.8 พบว่าสาเหตุที่มีความเป็นไปได้的首要 คือ อุปกรณ์จับยึดไม่แน่น สาเหตุที่สอง คือ หัวจับคลายตัวขณะใช้งาน ซึ่งสาเหตุแรกและสาเหตุที่สองมาจากการที่อุปกรณ์ชำรุดเสียหาย อันเนื่องมาจากเสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน และเกิดความล้าสะสม สาเหตุต่อไป คือ ความร้อนสะสมในดอกกัด ส่งผลให้ดอกกัดไม่คม ซึ่งมีสาเหตุมาจากดอกกัด

เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน ส่วนสาเหตุสุดท้าย คือ เครื่องจักรเก่าไม่เที่ยงตรงและไม่แม่นยำ เนื่องจากเครื่องจักรไม่ได้รับการสอบเทียบ และเทคโนโลยีของเครื่องจักรที่ล้าสมัย สาเหตุทั้งหมดข้างต้นล้วนส่งผลให้การทำงานของเครื่องจักรแต่ละครั้งเกิดความไม่เสถียรและความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น



ภาพ 5.9 แผนผังก้างปลาที่มีสาเหตุจากวิธีการของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด

จากการวิเคราะห์สาเหตุจากวิธีการในภาพที่ 5.9 พบว่าสาเหตุที่อาจส่งผลให้เกิดปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด คือ การตรวจสอบชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากไม่มีมาตรฐานในการตรวจสอบและไม่สามารถตรวจสอบในขณะที่เครื่องจักรทำงานได้ รวมทั้งอาจมีสาเหตุมาจากขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรมีความซับซ้อน

หลังจากวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนผังก้างปลาแล้วจะทำการวิเคราะห์และการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีในขั้นตอนต่อไป

5.3.2 วิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยใช้การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure Mode and Effect Analysis)

ในการเลือกสาเหตุจากแผนผังสาเหตุและผล ทางผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้แนวความคิดในการวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบของกระบวนการ โดยใช้เกณฑ์การประเมินความรุนแรง (Severity) และโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง (Occurrence) เท่านั้น เพื่อประเมิน

ความเสี่ยงของสาเหตุหลักจาก 4M (Man, Machine, Method, Material) เกณฑ์ในการประเมินความรุนแรงและโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง แสดงดังตาราง 5.3 และ 5.4 ตามลำดับ

ตาราง 5.3 เกณฑ์การประเมินความรุนแรง

เกณฑ์การประเมินความรุนแรง	
5 หมายถึง มากที่สุด	เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์
4 หมายถึง มาก	เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี 61-80 เปอร์เซ็นต์
3 หมายถึง ปานกลาง	เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี 41-60 เปอร์เซ็นต์
2 หมายถึง น้อย	เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี 20-40 เปอร์เซ็นต์
1 หมายถึง น้อยที่สุด	เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี น้อยกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 5.4 เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง

เกณฑ์การประเมินโอกาสในการเกิดข้อบกพร่อง	
5 หมายถึง พบเป็นประจำ	พบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสียมากกว่า 20 ครั้งต่อปี
4 หมายถึง พบบ่อย	พบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสีย 15-20 ครั้งต่อปี
3 หมายถึง พบเป็นครั้งเป็นคราว	พบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสีย 11-15 ครั้งต่อปี
2 หมายถึง พบค่อนข้างน้อย	พบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสีย 6-10 ครั้งต่อปี
1 หมายถึง เกือบไม่มีโอกาสเกิดเลย	พบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสียน้อยกว่า 5 ครั้งต่อปี

เมื่อได้เกณฑ์ในการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีแล้ว ผู้วิจัยได้จัดทำแบบฟอร์มการประเมินความเสี่ยงสำหรับให้หัวหน้าพนักงานและวิศวกรโรงงานทำการประเมิน และได้ผลการประเมิน แสดงดังตาราง 5.5 และ 5.6

ตาราง 5.5 การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย

การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย			
Process : กระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี			
ปัจจัยนำเข้ากระบวนการหลัก	ผู้ประเมิน		
	นายสมนึก แซ่อั้ง		
	ตำแหน่ง : วิศวกร		
	SVE	OCC	RPN = S*O
Man			
พนักงานไม่ได้เจาะรูนำศูนย์	1	2	2
พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	4	4	16
พนักงานบกพร่องในการกำจัดเศษในรูเจาะ	2	3	6
พนักงานเขียนโปรแกรมผิด	2	2	4
พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน	3	3	9
พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	3	3	9
พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน	2	3	6
พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	2	2	4
พนักงานใช้ความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่เหมาะสมกับวัสดุ	2	2	4
Method			
การตรวจสอบชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ	2	3	6
ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรมีความซับซ้อน	3	3	9
Material			
ขนาดชิ้นงานของกระบวนการก่อนหน้า	2	3	6
Machine			
เครื่องจักรเก่าไม่เที่ยงตรงและไม่แม่นยำ	1	2	2
หัวจับดอกกัดคลายตัวขณะใช้งาน	1	1	1
อุปกรณ์จับยึดล๊อคไม่แน่น	1	2	2
ความร้อนสะสมในดอกกัด	1	2	2

ตาราง 5.5 การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย (ต่อ)

การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย			
Process : กระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี			
ปัจจัยนำเข้ากระบวนการหลัก	ผู้ประเมิน		
	นายกฤษ อนุกุล		
	ตำแหน่ง : หัวหน้าพนักงาน CNC Milling		
	SVE	OCC	RPN = S*O
Man			
พนักงานไม่ได้เจาะรูนำศูนย์	1	1	1
พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	3	3	9
พนักงานบกพร่องในการกำจัดเศษในรูเจาะ	1	1	1
พนักงานเขียนโปรแกรมผิด	1	1	1
พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน	3	3	9
พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	1	1	1
พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน	2	2	4
พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	3	3	9
พนักงานใช้ความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่เหมาะสมกับวัสดุ	2	2	4
Method			
การตรวจสอบชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ	1	1	1
ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรมีความซับซ้อน	2	2	4
Material			
ขนาดชิ้นงานของกระบวนการก่อนหน้า	3	3	9
Machine			
เครื่องจักรเก่าไม่เที่ยงตรงและไม่แม่นยำ	1	1	1
หัวจับดอกกัดคลายตัวขณะใช้งาน	2	2	4
อุปกรณ์จับยึดล็อกไม่แน่น	2	2	4
ความร้อนสะสมในดอกกัด	3	3	9

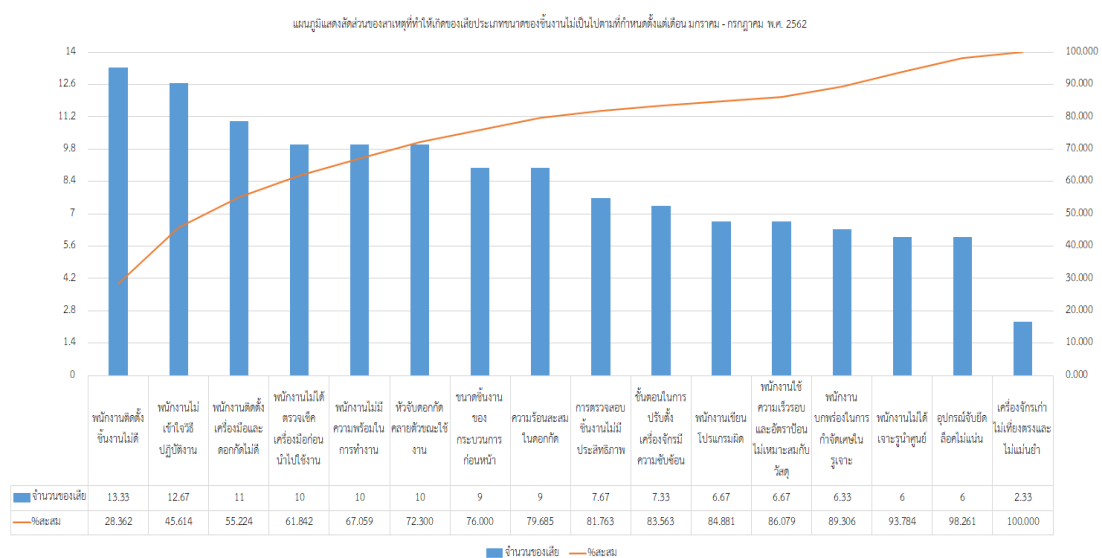
ตาราง 5.5 การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย (ต่อ)

การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย			
Process : กระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี			
ปัจจัยนำเข้ากระบวนการหลัก	ผู้ประเมิน		
	นายวิฑูรย์ บุญเหลา		
	ตำแหน่ง : หัวหน้าพนักงาน		
	CNC Milling		
	SVE	OCC	RPN = S*O
Man			
พนักงานไม่ได้เจาะรูนำศูนย์	5	3	15
พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	5	3	15
พนักงานบกพร่องในการกำจัดเศษในรูเจาะ	4	3	12
พนักงานเขียนโปรแกรมผิด	5	3	15
พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน	5	4	20
พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	5	4	20
พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน	5	4	20
พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	5	4	20
พนักงานใช้ความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่เหมาะสมกับวัสดุ	4	3	12
Method			
การตรวจสอบชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ	4	4	16
ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรมีความซับซ้อน	3	3	9
Material			
ขนาดชิ้นงานของกระบวนการก่อนหน้า	4	3	12
Machine			
เครื่องจักรเก่าไม่เที่ยงตรงและไม่แม่นยำ	2	2	4
หัวจับดอกกัดคลายตัวขณะใช้งาน	5	5	25
อุปกรณ์จับยึดล็อกไม่แน่น	4	3	12
ความร้อนสะสมในดอกกัด	4	4	16

ตาราง 5.6 ค่า RPN เฉลี่ยที่ได้จากผลประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย

การประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย	
Process : กระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี	
ปัจจัยนำเข้ากระบวนการหลัก	RPN เฉลี่ย
Man	
พนักงานไม่ได้เจียรนำศูนย์	6.00
พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	13.33
พนักงานบกพร่องในการกำจัดเศษในรูเจาะ	6.33
พนักงานเขียนโปรแกรมผิด	6.67
พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน	12.67
พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	10.00
พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน	10.00
พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	11.00
พนักงานใช้ความเร็วรอบและอัตราป้อนไม่เหมาะสมกับวัสดุ	6.67
Method	
การตรวจสอบชิ้นงานไม่มีประสิทธิภาพ	7.67
ขั้นตอนในการปรับตั้งเครื่องจักรมีความซับซ้อน	7.33
Material	
ขนาดชิ้นงานของกระบวนการก่อนหน้า	9.00
Machine	
เครื่องจักรเก่าไม่เที่ยงตรงและไม่แม่นยำ	2.33
หัวจับดอกกัดคลายตัวขณะใช้งาน	10.00
อุปกรณ์จับยึดล็อกไม่แน่น	6.00
ความร้อนสะสมในดอกกัด	9.00

จากตาราง 5.5 เห็นได้ว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดปริมาณของเสียในกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะ โดยเครื่องกัดซีเอ็นซีมีมาก และพบการเกิดข้อบกพร่องนี้ที่ทำให้เกิดของเสียเป็นประจำ ดังนั้นผู้วิจัย จึงนำค่า RPN เฉลี่ยที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุในการเกิดของเสีย ดังแสดงในตาราง 5.6 มาจัดทำแผนผังพาโรเต เพื่อแสดงถึงสัดส่วนของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทชิ้นงาน ไม่เป็นไปตามที่กำหนด ดังภาพ 5.10



ภาพ 5.10 สัดส่วนของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562

แผนผังพาโรเตนี้แสดงสัดส่วนของสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562 พบว่าปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการส่วนใหญ่มาจากพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงาน พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน พนักงานไม่มีความพร้อมในการทำงาน หัวจับดอกกัดคลายตัวขณะใช้งาน และขนาดของชิ้นงานก่อนหน้าไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งสาเหตุที่เกิดจากพนักงานไม่เข้าใจวิธีปฏิบัติงานและพนักงานไม่มีความพร้อมในการดำเนินงานเป็นสาเหตุที่เกิดจากการสื่อสารคลาดเคลื่อน และพนักงานประสบการณ์การทำงานน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือก 3 สาเหตุหลักที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้มาเป็นหัวข้อในการทำวิจัย คือ พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี และพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี และพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งสาเหตุหลักที่เลือกในการแก้ไขมีสาเหตุน้อยแสดงในตาราง 5.7

ตาราง 5.7 สาเหตุหลักและสาเหตุย่อยที่จะดำเนินการแก้ไข

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย
➤ พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี	
1. พนักงานวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง	1.1 วางชิ้นงานไม่แนบกับปากกาจับชิ้นงาน 1.2 ใส่ชิ้นงานเอียง 1.3 ใส่ชิ้นงานไม่ตรงกับ Stopper
2. พนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน	2.1 ไม่ได้มาร์คจุดสำคัญลงบนแบบงานและชิ้นงาน 2.2 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งที่ต้องขึ้นรูปชิ้นงานตามแบบงานก่อนดำเนินการผลิต
3. พนักงานออกแรงในการล๊อคชิ้นงานไม่เหมาะสม	3.1 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คความแน่นในการล๊อคหรือจับยึดชิ้นงานก่อนดำเนินการผลิต 3.2 การออกแรงหมุนล๊อคปากกาจับชิ้นงานของพนักงานในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน
➤ พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี	
1. พนักงานเลือกใช้ดอกกัดไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน	1.1 ใส่ดอกกัดผิดขนาด 1.2.1 ไม่ได้วัดขนาดของดอกกัดก่อนใช้งาน 1.2.2 พนักงานทำงานด้วยความเคยชิน
2. พนักงานเซ็ต Stopper เอียง	2.1 ไม่ได้เซ็ต Stopper ให้ได้ค่าความฉากและความขนาน โดยการใช้เครื่องมือ Dial Gauge 2.2 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งและลักษณะของการติดตั้ง Stopper ก่อนดำเนินการผลิต
3. พนักงานเซ็ตศูนย์ผิด	3.1 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งที่ต้องทำการเซ็ตศูนย์ก่อนดำเนินการผลิต
4. พนักงานเซ็ตดอกกัดไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะ	4.1 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งของดอกกัดกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะก่อนดำเนินการผลิต
➤ พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน	
1. พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน	1.1 ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คอุปกรณ์จับยึด
2. พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คความเที่ยงตรงและความแม่นยำของเครื่องมือวัด	2.1 ไม่มีมาตรฐานในการสอบเทียบเครื่องมือวัด
3. พนักงานไม่ได้เช็คความคมของดอกกัด	3.1 ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คดอกกัด

จากนั้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาสาเหตุที่ทำให้เกิดของเสียประเภทชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีต่อไป

5.4 การหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา

เมื่อได้สาเหตุหลักที่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีแล้ว ทางผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์หาแนวทางการแก้ไขปัญหการเกิดของเสียในกระบวนการกีดขึ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ดังตาราง 5.8 5.9 และ 5.10 ตามลำดับ

ตาราง 5.8 แนวทางการแก้ไขปัญหการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานติดตั้งขึ้นงานไม่ดี

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทาง การแก้ไข	หลักการ ลดความ สูญเสีย (ECRS)	ข้อดี	ข้อเสีย
1. พนักงาน วางชิ้นงาน ไม่ได้ตำแหน่ง	1.1 วางชิ้นงานไม่ แนบกับปากกาจับ ชิ้นงาน 1.2 ใส่ชิ้นงานเอียง 1.3 ใส่ชิ้นงานไม่ชน กับ Stopper	ออกแบบอุปกรณ์ ที่ช่วยในการ ติดตั้งชิ้นงาน	C และ S	ช่วยอำนวยความสะดวก และป้องกัน ความผิดพลาด ในขณะติดตั้ง ชิ้นงาน	มีค่าใช้จ่าย ในการทำ อุปกรณ์
2. พนักงาน วางชิ้นงาน สลับด้าน	2.1 ไม่ได้มาร์ค จุดสำคัญไว้ 2.2 ไม่ทำการ ตรวจเช็คก่อน ดำเนินการผลิต	มาร์คจุดสำคัญลง บนแบบงานและ ชิ้นงาน โดยใช้ ปากกาเขียนเหล็ก เพื่อให้สังเกตได้ ง่ายและป้องกัน ความผิดพลาด	S	ช่วยให้พนักงาน มีความ รอบคอบในการ ตรวจเช็ค ชิ้นงานก่อน ดำเนินการผลิต	เพิ่มขึ้นตอน ในการ ทำงานของ พนักงาน
3. พนักงาน ออกแรง ในการถือ ชิ้นงาน ไม่เหมาะสม	3.1 ไม่ได้ทำการ ตรวจเช็คก่อน ดำเนินการผลิต 3.2 การออกแรงหมุน ถือปากกาจับ ชิ้นงานของพนักงาน ในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน	- จัดทำใบ ตรวจสอบ เพื่อให้ มีการควบคุมและ ติดตามผล การทำงาน - ใช้ประแจปอนด์ ในการช่วยติดตั้ง ชิ้นงาน	E C R และ S	ช่วยให้พนักงาน มีความ รอบคอบในการ ตรวจเช็ค ชิ้นงานก่อน ดำเนินการผลิต	เพิ่มขึ้นตอน ในการ ทำงานของ พนักงาน

ตาราง 5.9 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางการแก้ไข	หลักการลดความสูญเสีย (ECRS)	ข้อดี	ข้อเสีย
1. พนักงานใช้ดอกกัดไม่เหมาะสมกับชิ้นงาน	1.1 ใส่ดอกกัดผิดขนาด 1.2.1 ไม่ได้วัดขนาดของดอกกัดก่อนนำไปใช้งาน 1.2.2 ทำงานด้วยความเคยชิน	- จัดทำใบตรวจสอบ เพื่อให้พนักงานตรวจสอบความเหมาะสมในการเลือกใช้ดอกกัดให้สัมพันธ์กับลักษณะงาน - จัดให้มีกล่องเครื่องมือที่มีการแยกประเภทและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน	R และ S	- ทำให้ดอกกัดอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ - ช่วยให้พนักงานทำงานเร็วขึ้น - ป้องกันการหยิบดอกกัดผิดขนาด	- มีค่าใช้จ่ายในการลงทุนจัดซื้อวัสดุ - เพิ่มขั้นตอนในการทำงานของพนักงาน
2. พนักงานเช็ค Stopper เอียง	2.1 ไม่ได้เช็ค Stopper ให้ได้ค่าความฉากและความขนาน โดยการใช้เครื่องมือ Dial Gauge 2.2 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คก่อนดำเนินการผลิต	จัดทำใบตรวจสอบ เพื่อให้มีการควบคุมและติดตามผลการทำงาน	R และ C	- ป้องกันการเจาะรูที่ผิดพลาด - ช่วยให้พนักงานมีความรอบคอบในการตรวจเช็คชิ้นงานก่อนดำเนินการผลิต	เพิ่มขั้นตอนในการทำงานของพนักงาน
3. พนักงานเช็คศูนย์ผิด	3.1 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คก่อนดำเนินการผลิต				
4. พนักงานเช็คดอกกัดไม่ตรงกับจุกศูนย์กลางของรูเจาะ	4.1 ไม่ได้ทำการตรวจเช็คก่อนดำเนินการผลิต				

ตาราง 5.10 แนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานไม่ได้ตรวจเช็ค
เครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน

สาเหตุหลัก	สาเหตุย่อย	แนวทางการ แก้ไข	หลักการ ลดความ สูญเปล่า (ECRS)	ข้อดี	ข้อเสีย
1. พนักงาน ไม่ได้ตรวจ เช็คอุปกรณ์ จับยึดชิ้นงาน	1.1 ไม่มีมาตรฐาน ในการตรวจเช็ค อุปกรณ์จับยึด	- จัดทำแผนการ บำรุงรักษา อุปกรณ์ - ตรวจเช็ค อุปกรณ์ และ ติดสติ๊กเกอร์ บนอุปกรณ์ เพื่อให้พนักงาน แยกแยะและ ตรวจสอบได้ง่าย - จัดทำใบ ตรวจสอบ เพื่อให้ พนักงานตรวจ เช็คอุปกรณ์	R และ C	- ช่วยให้ พนักงาน สามารถตรวจ เช็คอุปกรณ์ ได้ง่าย - ช่วยให้ พนักงานมี ความรอบคอบ ในการตรวจ เช็คชิ้นงานก่อน ดำเนินการผลิต	- มี ค่าใช้จ่าย ในการ ลงทุนจัดซื้อ วัสดุ - เพิ่ม ขั้นตอน ในการ ทำงานของ พนักงาน
2. พนักงาน ไม่ได้ตรวจ เช็คความ เที่ยงตรงและ แม่นยำของ เครื่องมือวัด	2.1 ไม่มีมาตรฐาน ในการสอบเทียบ เครื่องมือวัด	จัดทำมาตรฐาน ในการตรวจและ สอบเทียบ เวอร์เนียร์ร่วมกับ แผนก QC		ช่วยให้มี มาตรฐาน ในการตรวจเช็ค เครื่องมือวัด	เพิ่มขั้นตอน ในการ ทำงานของ พนักงาน
3. พนักงาน ไม่ได้เช็ค ความคมของ ดอกกัด	3.1 ไม่มีมาตรฐานใน การตรวจเช็คดอกกัด	- จัดทำใบ ตรวจสอบ เพื่อให้ พนักงานตรวจ เช็คเบื้องต้น บริเวณคมหน้า และคมข้างของ ดอกกัดก่อน นำไปใช้งาน		ช่วยให้พนักงาน มีความ รอบคอบในการ ตรวจเช็ค ชิ้นงานก่อน ดำเนินการผลิต	เพิ่มขั้นตอน ในการ ทำงานของ พนักงาน

5.5 เปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงานตามแบบที่คิดขึ้นกับสภาพการทำงานในปัจจุบัน

หลังจากปรับปรุงการทำงานของปัญหาขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนด โดยผลจากการปรับปรุงการทำงาน มีดังนี้

5.5.1 สาเหตุหลักพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี

5.5.1.1 สาเหตุย่อยพนักงานวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง

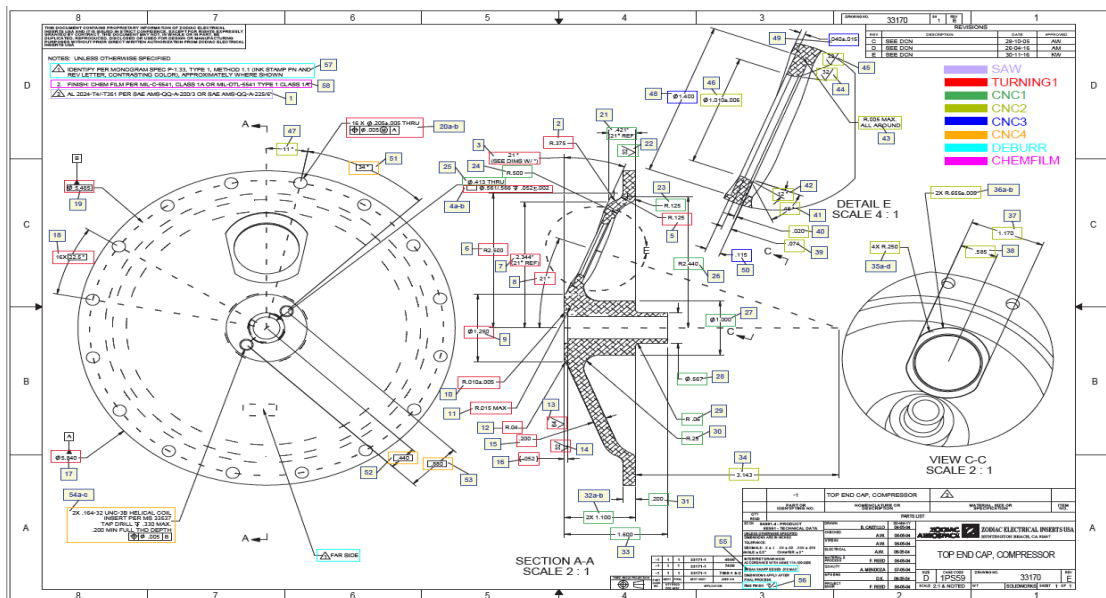
ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานมีการวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่งสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานตามที่โปรแกรมได้ออกแบบไว้ เช่น พนักงานวางชิ้นงานไม่แนบกับปากกาจับชิ้นงาน พนักงานใส่ชิ้นงานเอียง และพนักงานใส่ชิ้นงานไม่ชนกับ Stopper ทำให้ลักษณะของชิ้นงานที่ได้ไม่เป็นไปตามที่กำหนด เช่น รูเจาะเอียง ระยะของชิ้นงานไม่ตรงตามที่แบบกำหนด เป็นต้น โดยลักษณะการวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง แสดงดังภาพ 5.11



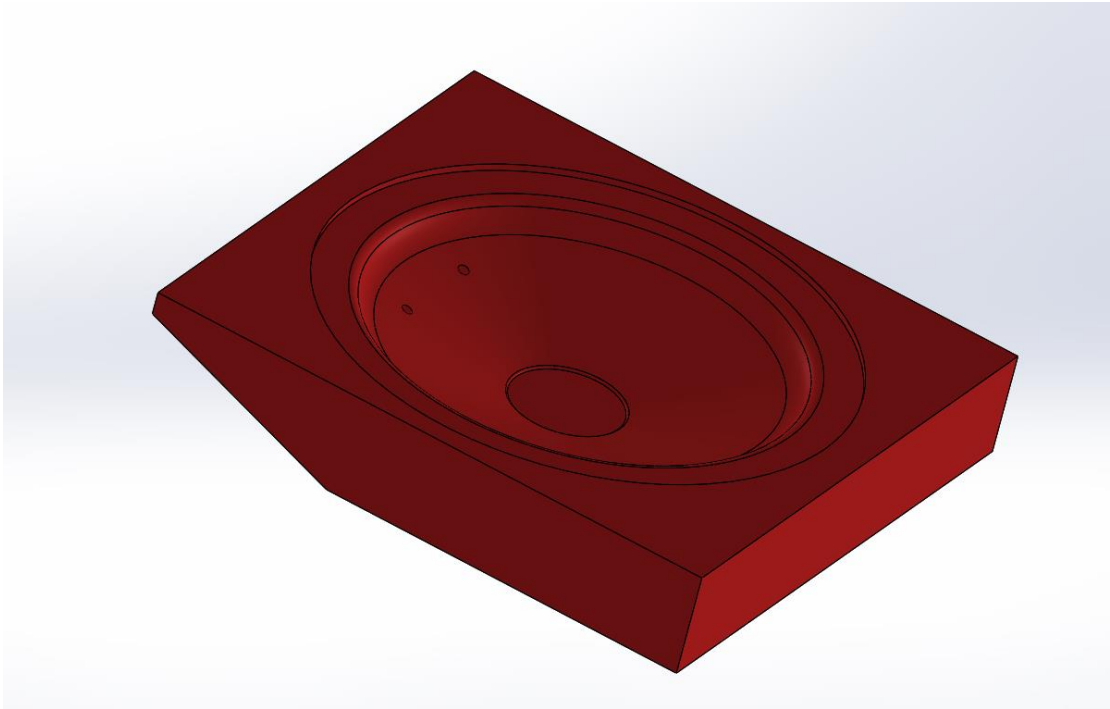
ภาพ 5.11 ลักษณะการวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่ง

หลังการปรับปรุง จากการศึกษากระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องจักรซีเอ็นซี ผู้จัดทำโครงการพบว่าชิ้นงานทรงกลมเป็นหนึ่งในชิ้นงานที่มีการจับยึดกับปากกาจับชิ้นงานได้ยาก ทำให้เกิดของเสียในปริมาณที่มากและเกิดของเสียขึ้นบ่อยครั้ง อันเนื่องมาจากพนักงานวางชิ้นงานไม่ได้ตำแหน่งในองศาที่พอดีกับดอกกัด อีกทั้งยังพบว่า การวางชิ้นงานในแต่ละครั้งต้องทำการปรับตั้งค่าใหม่ทุกครั้ง ทำให้เกิดความไม่เสถียรภาพและเกิดความผันแปรขึ้นในกระบวนการผลิต ผู้จัดทำ

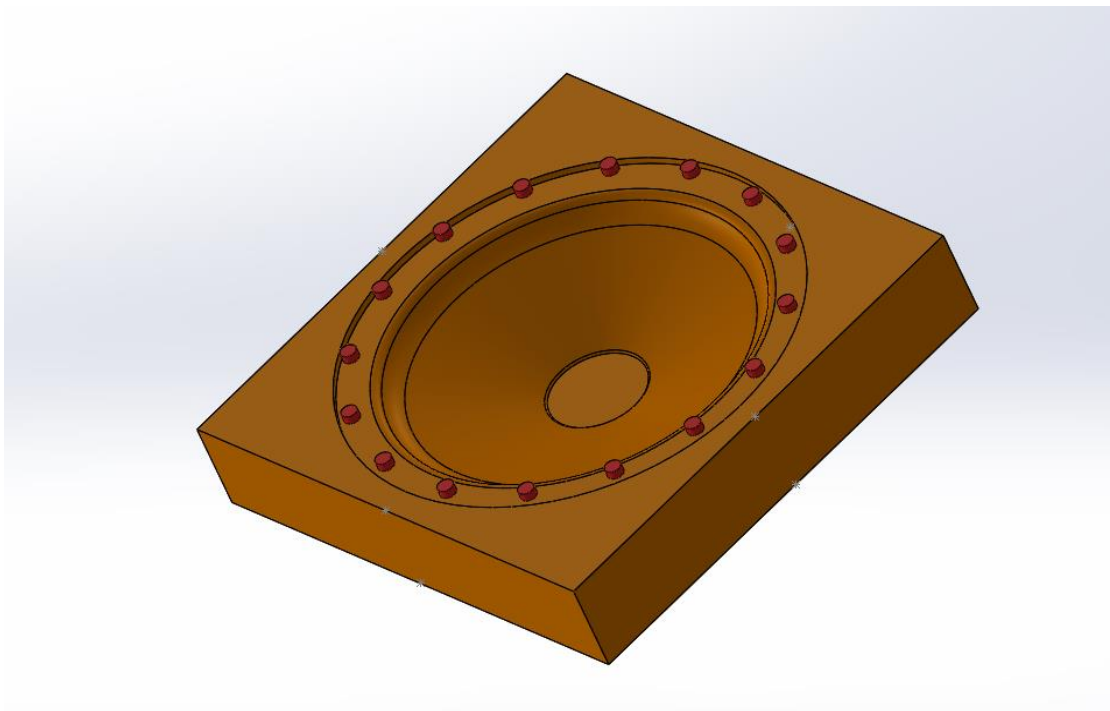
โครงการนี้ได้ออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดตั้งชิ้นงานทรงกลมร่วมกับพนักงาน โดยใช้ความรู้ในเรื่องการทำแม่พิมพ์และเครื่องมือเฉพาะมาปรับปรุงวิธีการติดตั้งชิ้นงาน เพื่อให้อำนวยความสะดวกในการติดตั้งชิ้นงานได้ง่ายขึ้น โดยเริ่มจากการสร้างต้นแบบอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานทรงกลมด้วยโปรแกรมเขียนแบบและออกแบบ (SolidWorks) และสร้างอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานออกมาตามที่ออกแบบไว้ พร้อมทั้งทดลองขึ้นรูปชิ้นงานตามแบบงาน สรุปได้ว่าอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานดังกล่าวส่งผลให้การติดตั้งชิ้นงานทรงกลมในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องจักรซีเอ็นซีมีความคลาดเคลื่อนน้อยลง และประหยัดเวลาในการติดตั้งชิ้นงานมากขึ้น รวมทั้งยังสามารถนำต้นแบบอุปกรณ์นี้ไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้ โดยภาพเขียนแบบของชิ้นงานที่ต้องการ ต้นแบบอุปกรณ์ที่ออกแบบด้วยโปรแกรมเขียนแบบและออกแบบ (SolidWorks) อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานทรงกลม และชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการหลังจากใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน แสดงดังภาพ 5.12 5.13 5.14 5.15 5.16 5.17 และ 5.18 ตามลำดับ



ภาพ 5.12 ภาพเขียนแบบของชิ้นงานที่ต้องการ



ภาพ 5.15 ภาพสามมิติของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Core



ภาพ 5.16 ภาพสามมิติของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ส่วน Cavity



ภาพ 5.17 อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาเพื่อขึ้นรูปชิ้นงานทรงกลม



ภาพ 5.18 ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการหลังจากใช้อุปกรณ์จับยึดชิ้นงานช่วยในการติดตั้ง

5.5.1.2 สาเหตุย่อยพนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการทำงานด้วยความเคยชินของพนักงาน และพนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็คความถูกต้องของด้านชิ้นงานที่ติดตั้งก่อนดำเนินการผลิต ทำให้เกิดของเสียดังกล่าวขึ้น โดยลักษณะการวางชิ้นงานสลับด้าน และลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน แสดงดังภาพ 5.19 และ 5.20 ตามลำดับ



ภาพ 5.19 ลักษณะการวางชิ้นงานสลับด้าน



ภาพ 5.20 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานวางชิ้นงานสลับด้าน

หลังการปรับปรุง หลังจากที่ได้จัดทำโครงการได้ทดลองให้พนักงานใช้ปากกาเขียนเหล็กมาร์คจุดสำคัญลงบนแบบงานและชิ้นงานก่อนทำการผลิต ทำให้พนักงานสังเกตเห็นจุดสำคัญได้ง่ายและสามารถป้องกันความผิดพลาดจากการขึ้นรูปชิ้นงานได้ โดยพนักงานใช้ปากกาเขียนเหล็กมาร์คจุดสำคัญลงบนชิ้นงานที่มีลักษณะที่ก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ง่าย แสดงดังภาพ 5.21



ภาพ 5.21 พนักงานใช้ปากกาเขียนเหล็กมาร์คจุดสำคัญลงบนชิ้นงาน

5.5.1.3 สาเหตุย่อยพนักงานออกแรงในการถือชิ้นงานไม่เหมาะสม

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าในการทำงานของพนักงานมักไม่มีการตรวจสอบความเรียบร้อยของการติดตั้งชิ้นงานก่อนดำเนินการผลิต และพนักงานทำงานด้วยความเคยชินจนไม่ได้มีการตรวจสอบเช็คความแน่นในการถือหรือจับยึดชิ้นงานก่อนปฏิบัติงาน ทำให้ในขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน พนักงานมักจะใส่ชิ้นงานไม่แน่น ส่งผลให้เมื่อเครื่องจักรเริ่มดำเนินการผลิต ชิ้นงานมีการไหล หรือคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้ และสำหรับการติดตั้งชิ้นงานประเภทวัสดุที่มีความอ่อนตัว เช่น ทองแดง ทองเหลือง อลูมิเนียม ซึ่งเป็นวัสดุชิ้นงานที่ง่ายต่อการเกิดรอยบนผิวของชิ้นงานเมื่อมีการจับยึดชิ้นงานแน่นเกินไป ซึ่งในการติดตั้งชิ้นงานแต่ละครั้ง พนักงานออกแรงหมุนถือคปากกาจับชิ้นงานไม่เท่ากัน และถ้าหากติดตั้งชิ้นงานแน่นจนเกินไป จะทำให้ชิ้นงานที่ได้จากกระบวนการวัดค่าไม่ได้ระยะตามที่ต้องการ และมีค่าความแปรปรวนของชิ้นงานมาก โดยลักษณะการใส่ชิ้นงานไม่แน่น และลักษณะการใส่ชิ้นงานประเภทวัสดุที่มีความอ่อนตัวแน่นเกินไป แสดงดังภาพ 5.22 และ 5.23 ตามลำดับ



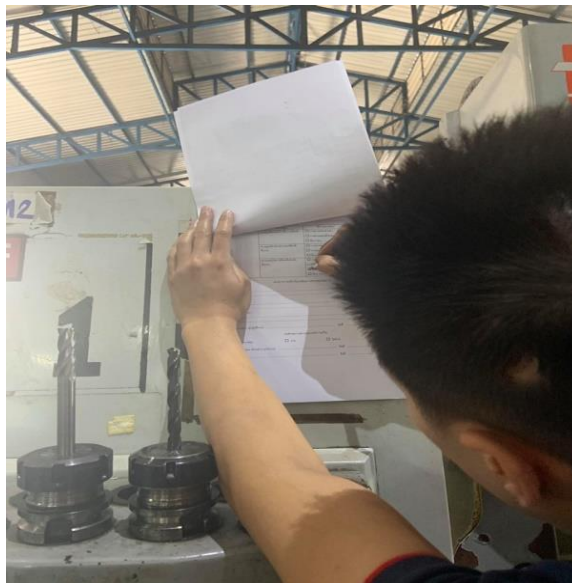
ภาพ 5.22 ลักษณะการใส่ชิ้นงานไม่แน่น ทำให้ชิ้นงานคลาดเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่กำหนด



ภาพ 5.23 ลักษณะการใส่ชิ้นงานประเภทวัสดุที่มีความอ่อนตัวแน่นเกินไป

หลังการปรับปรุง จากการให้พนักงานทำใบตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน (ใบตรวจสอบลำดับที่ 3) ก่อนการปฏิบัติงาน โดยตรวจเช็คความแน่นในการล็อกหรือจับยึดชิ้นงานด้วยวิธีการใช้มือสัมผัสหรือใช้ประแจปอนด์ในการช่วยติดตั้งชิ้นงาน โดยตั้งค่า

ให้การออกแรงหมุนล้อยคปากกาจับชิ้นงานแต่ละครั้งมีค่าเท่ากันและมีความสม่ำเสมอ ทำให้กระบวนการทำงานเกิดมาตรฐานในการทำงานมากขึ้น ความผิดพลาดจากการติดตั้งชิ้นงานลดลง จำนวนของเสียลดลงและพนักงานใส่ใจในการตรวจเช็คชิ้นงานก่อนปฏิบัติงานมากขึ้น โดยพนักงานตรวจเช็คความแน่นในการล้อยหรือจับยึดชิ้นงานตามใบตรวจสอบลำดับที่ 3 ด้วยการใช้ประแจปอนด์ช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน แสดงดังภาพ 5.24 และ 5.25 ตามลำดับ



ภาพ 5.24 พนักงานตรวจเช็คความแน่นในการล้อยหรือจับยึดชิ้นงานตามใบตรวจสอบลำดับที่ 3



ภาพ 5.25 พนักงานใช้ประแจปอนด์ช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน

5.5.2 สาเหตุหลักพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี

5.5.2.1 สาเหตุย่อยพนักงานใส่ดอกกัดผิดขนาด

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานไม่ได้วัดขนาดของดอกกัดก่อนนำไปใช้งาน และพนักงานทำงานด้วยความเคยชิน ทำให้พนักงานใช้ดอกกัดผิดขนาดในการกัดชิ้นงานบ่อยครั้ง และยังพบว่าการจัดเก็บดอกกัดไม่ได้แยกประเภทและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน รวมถึงการจัดเก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัดที่กระจายไปใช้งานในแต่ละเครื่อง ทำให้ยากต่อการหยิบมาใช้งาน และส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานขึ้น โดยลักษณะของเสียที่เกิดจากการใช้ดอกกัดผิดขนาดในการกัดชิ้นงาน การจัดเก็บดอกกัดที่ไม่ได้แยกประเภทและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน และการจัดเก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัดที่กระจายไปใช้งานในแต่ละเครื่อง แสดงดังภาพ 5.26 5.27 และ 5.28 ตามลำดับ



ภาพ 5.26 ลักษณะของเสียที่เกิดจากการใช้ดอกกัดผิดขนาดในการกัดชิ้นงาน



ภาพ 5.27 การจัดเก็บดอกกัดที่ไม่ได้แยกประเภทและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน



ภาพ 5.28 การจัดเก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัตที่กระจายไปใช้งานในแต่ละเครื่อง

หลังการปรับปรุง

- หลังจากที่ทำโครงการได้จัดทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอกกัต (ใบตรวจสอบลำดับที่ 2) ให้พนักงานใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการเลือกใช้ดอกกัตให้สัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ ความลึกของชิ้นงาน และลักษณะงานที่ทำ และตรวจเช็คขนาดของดอกกัตด้วยเวอร์เนียก่อนนำไปใช้งาน ทำให้พนักงานมีการตรวจเช็คขนาดของดอกกัตและคำนึงถึงความเหมาะสมของดอกกัตที่เลือกใช้ก่อนนำไปใช้งานเสมอ ส่งผลให้พนักงานเกิดความผิดพลาดในการใส่ดอกกัตผิดขนาดน้อยลง และขนาดของชิ้นงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดลดลง โดยพนักงานตรวจเช็คขนาดของดอกกัตด้วยเวอร์เนียก่อนนำไปใช้งานตามใบตรวจสอบลำดับที่ 2 แสดงดังภาพ 5.29

- ผู้ทำโครงการได้จัดทำที่เก็บเครื่องมือและดอกกัตขึ้นมาใหม่ โดยได้จัดทำให้ที่เก็บเครื่องมือและดอกกัตให้อยู่ในบริเวณส่วนกลางแทนการกระจายไปใช้ในเครื่องต่างๆ ด้วยการนำโต๊ะวางเครื่องมือมาเจาะรูให้พอดีกับการวางลูกคลอเรียและหัวจับคลอเรีย และนำไม้อัดจากเดิมที่มีเพียงการเสียบดอกกัตตามรูที่เจาะไว้มาระบุแยกประเภทด้วยจำนวนพินและขนาดของดอกกัตอย่างชัดเจน ทำให้ที่เก็บเครื่องมือและดอกกัตมีความเป็นระเบียบเรียบร้อย พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และส่งผลให้พนักงานหยิบจับอุปกรณ์และดอกกัตง่ายขึ้น โดยที่เก็บเครื่องมือและดอกกัตที่มีการแยกประเภทและขนาดของดอกกัตอย่างชัดเจน และที่เก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัตในบริเวณส่วนกลาง แสดงดังภาพ 5.30 และ 5.31 ตามลำดับ



ภาพ 5.29 พนักงานตรวจเช็คขนาดของดอกกัดด้วยเวอร์เนียรก่อนนำไปใช้งาน



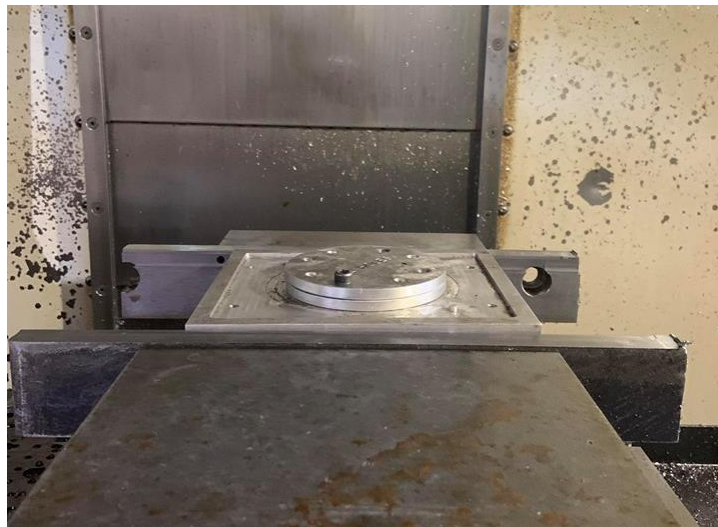
ภาพ 5.30 ที่เก็บเครื่องมือและดอกกัดที่มีการแยกประเภทและขนาดของดอกกัดอย่างชัดเจน



ภาพ 5.31 ที่เก็บอุปกรณ์จับยึดดอกกัดในบริเวณส่วนกลาง

5.5.2.2 สาเหตุย่อยพนักงานเซต Stopper เอียง

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าในการติดตั้ง Stopper ในบางครั้งพนักงานไม่ได้ติดตั้งโดยใช้เครื่องมือ Dial Gauge ทำให้ Stopper ไม่ได้ค่าความฉากและความขนานตามที่ต้องการ และเมื่อมีการติดตั้งชิ้นงานให้ชนกับ Stopper ค่าระยะของชิ้นงานจะมีความคลาดเคลื่อนไปจากที่แบบงานต้องการ โดยลักษณะการเซต Stopper เอียง แสดงดังภาพ 5.32



ภาพ 5.32 ลักษณะการเซต Stopper เอียง

หลังการปรับปรุง หลังจากที่ได้ให้พนักงานทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอกกัด (ใบตรวจสอบลำดับที่ 2) โดยตรวจเช็คตำแหน่งและลักษณะของการติดตั้ง Stopper ด้วยการตรวจสอบด้วยตา การใช้มือสัมผัส และการใช้เครื่องมือ Dial Gauge ตั้งค่าความฉากและความขนานของ Stopper ทำให้ตำแหน่งและลักษณะการติดตั้ง Stopper มีความเที่ยงตรงมากขึ้น และมีความคลาดเคลื่อนลดลง โดยพนักงานเซต Stopper ด้วยการ ใช้เครื่องมือ Dial Gauge แสดงดังภาพ 5.33



ภาพ 5.33 พนักงานเช็ค Stopper ด้วยการใช้เครื่องมือ Dial Gauge

5.5.2.3 สาเหตุย่อยพนักงานเช็คศูนย์ผิด

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งที่ต้องทำการเช็คศูนย์ก่อนการผลิตทุกครั้ง ทำให้ตำแหน่งที่ทำการขึ้นรูปชิ้นงานไม่ได้ระยะตามที่กำหนดไว้ โดยลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเช็คศูนย์ผิด แสดงดังภาพ 5.34



ภาพ 5.34 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเช็คศูนย์ผิด

หลังการปรับปรุง หลังจากที่ให้พนักงานทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอกกัด (ใบตรวจสอบลำดับที่ 2) โดยให้พนักงานตรวจเช็คตำแหน่งที่ทำการเซตศูนย์ด้วยการตรวจสอบด้วยการเช็ค MBI และการทดลองเดินเครื่องโดยไม่แตะชิ้นงาน ทำให้พนักงานสามารถทราบข้อผิดพลาดก่อนการผลิตชิ้นงาน และสามารถทำการแก้ไขได้ทันทีหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โดยพนักงานได้ตรวจเช็คตำแหน่งที่ทำการเซตศูนย์ก่อนปฏิบัติงานตามใบตรวจสอบลำดับที่ 2 ด้วยวิธีการตรวจเช็ค MBI แสดงดังภาพ 5.35



ภาพ 5.35 พนักงานตรวจเช็คตำแหน่งที่ทำการเซตศูนย์ก่อนปฏิบัติงานด้วยวิธีการตรวจเช็ค MBI

5.5.2.2 สาเหตุย่อยพนักงานเซตดอกกัดไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะ

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็คตำแหน่งดอกกัดกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะก่อนการผลิตทุกครั้ง ทำให้ตำแหน่งของรูเจาะคลาดเคลื่อนไป ไม่ได้ตำแหน่งที่ต้องการ โดยลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเซตดอกกัดไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะ แสดงดังภาพ 5.36



ภาพ 5.36 ลักษณะของเสียที่เกิดจากพนักงานเซตดอกกัดไม่ตรงกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะ

หลังการปรับปรุง หลังจากที่ให้พนักงานทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอ กัด (ใบตรวจสอบลำดับที่ 2) โดยตรวจเช็คตำแหน่งดอ กัดกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา และตรวจสอบโดยหมุนแกน Z แต่กับตำแหน่งจุดศูนย์กลางของรูเจาะก่อนจะเริ่มทำการผลิต ทำให้พนักงานสามารถทราบข้อผิดพลาดก่อนการผลิตชิ้นงาน และสามารถทำการแก้ไขได้ทันหากมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น โดยพนักงานตรวจสอบตำแหน่งดอ กัดกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะด้วยการหมุนแกน Z แต่กับตำแหน่งจุดศูนย์กลางของรูเจาะตามใบตรวจสอบลำดับที่ 2 แสดงดังภาพ 5.37



ภาพ 5.37 พนักงานตรวจสอบตำแหน่งดอ กัดกับจุดศูนย์กลางของรูเจาะด้วยการหมุนแกน Z แต่กับตำแหน่งจุดศูนย์กลางของรูเจาะ

5.5.3 สาเหตุหลักพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน

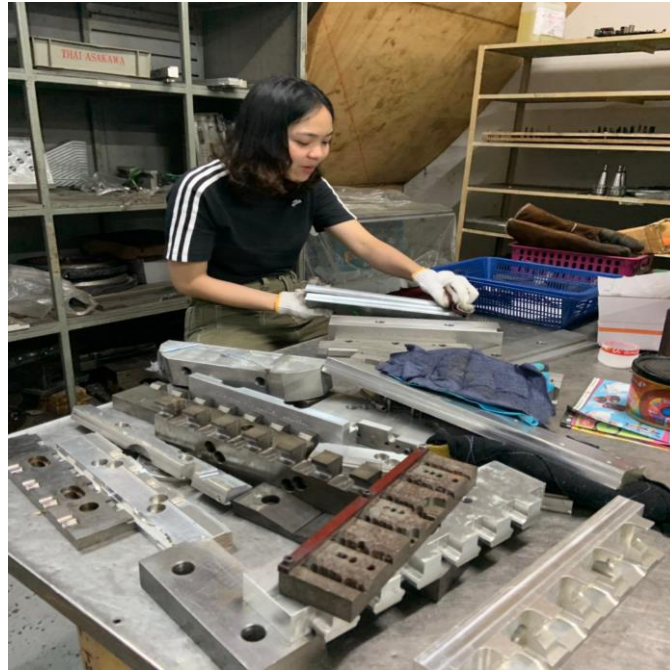
5.5.3.1 สาเหตุย่อยพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าพนักงานไม่ได้ทำการตรวจเช็คความพร้อมของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น ปากกาจับชิ้นงาน แคลมป์จับชิ้นงาน เป็นต้น เนื่องจากไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คอุปกรณ์จับยึด ทำให้ไม่ทราบว่าอุปกรณ์มีความชำรุดและความล้าเกิดขึ้น อีกทั้งพนักงานไม่ได้แยกอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานและไม่พร้อมใช้งานออกจากกัน แสดงดังภาพ 5.38



ภาพ 5.38 ที่จัดเก็บอุปกรณ์ที่ไม่ได้แยกอุปกรณ์ที่พร้อมใช้งานและไม่พร้อมใช้งานออกจากกัน

หลังการปรับปรุง ผู้จัดทำโครงการได้ทำการแยกประเภทของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน ออกเป็นสำหรับชิ้นงานเฉพาะและสำหรับชิ้นงานทั่วไป และยังได้มีการตรวจเช็คสภาพของอุปกรณ์ จับยึดเบื้องต้น และแยกอุปกรณ์ที่ไม่พร้อมใช้งานออกไป จากนั้นได้ทำการติดสติ๊กเกอร์และป้ายระบุ ประเภทของอุปกรณ์จับยึด เพื่อบ่งบอกประเภทของอุปกรณ์จับยึด และเพื่อให้พนักงานแยกและ ตรวจสอบได้ง่าย อีกทั้งผู้จัดทำโครงการได้จัดทำเอกสารแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์จับยึด โดยอุปกรณ์จับยึดสำหรับชิ้นงานเฉพาะจะมีการบำรุงรักษาหลังจากการใช้งานและทำการตรวจเช็ค เบื้องต้นด้วยสายตาก่อนนำไปใช้งาน และสำหรับอุปกรณ์จับยึดสำหรับงานทั่วไปจะมีแผนการ บำรุงรักษาทุก 2 เดือน และมีการตรวจเช็คเบื้องต้นก่อนนำไปใช้งาน โดยให้พนักงานทำใบตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน (ใบตรวจสอบลำดับที่ 1) โดยให้พนักงานตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานด้วยการตรวจสอบด้วยสายตา การใช้ เครื่องมือวัด และการหมุนล้อชิ้นงานก่อนทำการผลิต เพื่อให้เครื่องมือและอุปกรณ์อยู่ในสภาพที่ดี และพร้อมใช้งานอยู่เสมอ โดยผู้จัดทำโครงการตรวจเช็คสภาพของอุปกรณ์จับยึดเบื้องต้นและแยก อุปกรณ์ที่ไม่พร้อมใช้งานออกไป ชิ้นวางอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่มีการแยกประเภท ติดสติ๊กเกอร์ และมีป้ายระบุประเภทอย่างชัดเจน และพนักงานตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานตามใบตรวจสอบ ลำดับที่ 1 ด้วยเครื่องมือวัด แสดงดังภาพ 5.39 5.40 และ 5.41 ตามลำดับ



ภาพ 5.39 ผู้จัดทำโครงการตรวจสอบเช็คสภาพของอุปกรณ์จับยึดเบ้องตันและแยกอุปกรณ์ที่ไม่พร้อมใช้งานออกไป



ภาพ 5.40 ชั้นวางอุปกรณ์จับยึดชิ้นงานที่มีการแยกประเภท ติดสติ๊กเกอร์ และมีป้ายระบุประเภทอย่างชัดเจน



ภาพ 5.41 พนักงานตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งานด้วยเครื่องมือวัด

5.5.3.2 สาเหตุย่อยพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คความเที่ยงตรงและความแม่นยำของเครื่องมือวัด

ก่อนการปรับปรุง จากการศึกษาคู่มือคุณภาพภายในแผนก CNC Milling พบว่าไม่มีมาตรฐานในการสอบเทียบเครื่องมือวัด ทำให้เครื่องมือวัดที่พนักงานใช้ไม่มีความเที่ยงตรงและไม่มีความแม่นยำ ซึ่งเมื่อพนักงานได้นำเครื่องมือวัดดังกล่าวไปใช้งาน ทำให้ชิ้นงานที่ออกมาไม่ได้ค่าตามที่แบบงานกำหนด

หลังการปรับปรุง หลังจากที่มีผู้จัดทำโครงการได้จัดทำมาตรฐานในการตรวจสอบและสอบเทียบเวอร์เนียร่วมกับแผนก QC ตามมาตรฐาน ISO 3599-1976(E) โดยตรวจสอบความถูกต้องของสเกล ความเรียบของปากจับเวอร์เนีย และความขนานของปากจับเวอร์เนีย ด้วย Gauge Block และ Ring Gauge โดยให้พนักงานนำเวอร์เนียมาสอบเทียบที่แผนก QC ทุกๆ 1 สัปดาห์ และแผนก QC จะทำการวัดเวอร์เนียตามเกจบล็อกทั้งหมด 5 ค่า ทำให้เครื่องมือวัดของพนักงานมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำมากขึ้นในการใช้งาน และยังส่งผลให้ค่าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดที่ทำการสอบเทียบแล้วเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยลง โดยเกจบล็อกที่ใช้สอบเทียบเครื่องมือวัด พนักงานแผนก QC ทำการสอบเทียบเวอร์เนีย และตัวอย่างผลการสอบเทียบเวอร์เนีย แสดงดังภาพ 5.42 5.43 และ 5.44 ตามลำดับ



ภาพ 5.42 เกจบล็อกที่ใช้สอบเทียบเครื่องมือวัด



ภาพ 5.43 พนักงานแผนก QC ทำการสอบเทียบเวอร์เนีย

การสอบเทียบเครื่องมือวัดภายในด้วยกบไลต์

ชื่อเครื่องมือวัด	DIGIMATIC CALIPER
SERIAL NO.	B16104883
ยี่ห้อ	Minutoyo
ทิสัย	0-200 MM.
ความละเอียด	0.01 MM/0.0005in
วันที่รับเครื่องมือ	4/1/2561
วันที่สอบเทียบ	4 เมษายน 2562
ผลการสอบเทียบ	ผ่าน

สอบเทียบโดย สาธิต์ พงสม (นาย สาธิต์ พงสม)	ตรวจสอบโดย สมบูรณ์ ศรีกระสุน (นาย สมบูรณ์ ศรีกระสุน)
---	--

ผลการสอบเทียบ									
N mm.	C _{GB} mm.	True Value mm.	ค่าที่อ่านได้ (mm.)				$\bar{X}$ mm.	C _M mm.	C _{M-1} mm.
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4			
1.01	-0.05	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	-0.01	
1.05	+0.08	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	1.13	0.00	
2.00	+0.10	2.1	2.10	2.10	2.10	2.10	2.10	0.00	
5.00	+0.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	5.03	0.00	
20.00	+0.11	20.11	20.11	20.11	20.11	20.11	20.11	0.00	

หมายเหตุ

N = ความยาวที่ระบุของกบไลต์

C_{GB} = ค่าแก้ไขของกบไลต์ (ดูจาก Certificate)

True Value = ค่าที่ถูกต้องของกบไลต์ (N + C_{GB})

$\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ย

C_M = ค่าแก้ไขของเครื่องมือวัด (True Value - $\bar{X}$)

C_{M-1} = ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการสอบเทียบ $\left(\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \right)$

ผลการตรวจสอบ 1 ไมโครมิเตอร์ มีความละเอียดเท่ากับ 0.001 mm. เมื่อสอบเทียบแล้วเครื่องมือมีค่าเบี่ยงเบน C_{M-1}

ภาพ 5.44 ตัวอย่างผลการสอบเทียบเวอร์เนียร์

5.5.3.3 สาเหตุย่อยพนักงานไม่ได้ใช้ความคมของดอกกัด

ก่อนการปรับปรุง จากการตรวจสอบพบว่าก่อนที่พนักงานจะนำดอกกัดไปใช้งาน พนักงานไม่ได้ตรวจสอบคมหน้าและคมข้างของดอกกัด เนื่องจากไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คความคมของดอกกัดก่อนนำไปใช้งาน ทำให้ชิ้นงานที่ต้องการมีตำหนิเกิดขึ้น

หลังการปรับปรุง หลังจากทำให้พนักงานทำใบตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน (ใบตรวจสอบลำดับที่ 1) เพื่อให้พนักงานตรวจเช็คความคมของดอกกัดเบื้องต้นบริเวณคมหน้าและคมข้างของดอกกัดก่อนนำไปใช้งาน โดยให้พนักงานตรวจสอบเบื้องต้นด้วยสายตาและการใช้มือสัมผัส ทำให้พนักงานใส่ใจการทำงานมากยิ่งขึ้น และตรวจสอบความคมของดอกกัดทุกครั้งที่ใช้งาน ตลอดจนผู้จัดทำโครงการได้ให้พนักงานมีการแยกดอกกัดที่พร้อมใช้งานกับดอกกัดที่ต้องลับคมออกจากกัน โดยดอกกัดที่ต้องทำการลับคมจะให้พนักงานนำไปวางบนชั้นตามป้ายที่ระบุประเภทและขนาดของดอกกัดบนช่องอย่างชัดเจน แล้วนำไปวางบนชั้นตามป้ายที่ระบุประเภทของดอกกัด ทำให้สามารถลดขั้นตอนและประหยัดเวลาในการตรวจเช็คความคมของดอกกัด และทำให้พนักงานหยิบดอกกัดที่พร้อมใช้งานในที่เก็บดอกกัด

ไปใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยพนักงานตรวจเช็คความคมของดอกกัดตามใบตรวจสอบลำดับที่ 1 ด้วยการใช้มือสัมผัส และการแยกดอกกัดที่พร้อมใช้งานกับดอกกัดที่ต้องลับคมออกจากกัน แสดงดัง ภาพ 5.45 และ 5.46 ตามลำดับ



ภาพ 5.45 พนักงานตรวจเช็คความคมของดอกกัด



ภาพ 5.46 การแยกดอกกัดที่พร้อมใช้งานกับดอกกัดที่ต้องลับคมออกจากกัน และจัดวางแยกตามประเภทของดอกกัด

5.6 สรุปผลการดำเนินงาน

หลังทำการปรับปรุงกระบวนการกักขังงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี ทำให้สัดส่วนของของเสียประเภทขนาดชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดลดลงจากเดิมที่มีอยู่ร้อยละ 9.9 ในเดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2562 ลดลงเหลือร้อยละ 1.6 ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563 เป็นไปตามดัชนีชี้วัด (KPI) ของบริษัท ซึ่งของเสียต้องมีสัดส่วนไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์ในแต่ละเดือนของแต่ละแผนก และสัดส่วนของเสียที่ลดลงดังกล่าวคิดเป็นของเสียที่ลดลง 83.84 เปอร์เซ็นต์ และมูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 12,500 บาท ดังตาราง 5.11 และ 5.12 ตามลำดับ

ตาราง 5.11 ข้อมูลปริมาณของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดก่อนและหลังปรับปรุง

เดือน		จำนวน ผลิต (ชิ้น)	จำนวน ของเสีย (ชิ้น)	สัดส่วน ของเสีย ในแต่ละเดือน (เปอร์เซ็นต์)	ของ เสีย รวม (ชิ้น)	จำนวน ผลิต รวม (ชิ้น)	สัดส่วน ของเสียรวม (เปอร์เซ็นต์)	เปอร์เซ็นต์ ของเสียที่ ลดลง (เปอร์เซ็นต์)
ก่อนการ ปรับปรุง (พ.ศ. 2562)	ม.ค.	430	8	1.86	2,697	267	9.90	83.84
	ก.พ.	54	-	0.00				
	มี.ค.	43	1	2.33				
	เม.ย.	67	-	0.00				
	พ.ค.	275	5	1.82				
	มิ.ย.	60	1	1.67				
	ก.ค.	1768	252	14.25				
หลังการ ปรับปรุง (พ.ศ. 2563)	ก.พ.	191	3	1.60	191	3	1.60	

ตาราง 5.12 มูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นหลังปรับปรุง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

เลขที่ใบผลิต	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)	มูลค่าของเสียรวม (บาท)
0102	13	1	3,500	12,500
0116	1	1	3,500	
0135	2	1	5,500	

บทที่ 6

สรุปผลและเสนอแนะ

โครงการวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดของเสียในกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยหลังจากทำการศึกษาและวิเคราะห์พบว่าของเสียที่ในกระบวนการกีดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีส่วนใหญ่เป็นของเสียประเภทของขนาดชิ้นงานไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และได้ทำการวิเคราะห์พบว่าสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เกิดของเสียเกิดขึ้นเกิดจากการทำงานของพนักงาน ดังนั้นหากลดข้อผิดพลาดในการทำงานของพนักงานไป ก็จะสามารถลดปริมาณของเสียลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดของเสีย คือ พนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือ และพนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี โดยที่ปัญหาพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการแก้ไข โดยการออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยในการติดตั้งชิ้นงาน มีการจัดให้พนักงานมาประชุมสำคัญลงบนแบบงานและชิ้นงาน โดยใช้ปากกาเขียนหลักเพื่อให้สังเกตได้ง่ายและป้องกันการผิดพลาด และจัดทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับการติดตั้งชิ้นงาน เพื่อให้มีการควบคุมและติดตามผลการทำงานตามลำดับ ปัญหาลำดับต่อมาคือ พนักงานติดตั้งเครื่องมือและดอกกัดไม่ดี คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงานและดอกกัดให้กับพนักงานใช้ในการตรวจสอบความเหมาะสมในการเลือกใช้ดอกกัด และได้จัดทำที่เก็บเครื่องมือและดอกกัดขึ้นมาใหม่ โดยมีการระบุแยกประเภทด้วยจำนวนฟันและขนาดของดอกกัดให้ชัดเจน ทำให้ที่เก็บเครื่องมือและดอกกัดมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ และปัญหาที่สามที่ได้ทำการแก้ไข คือ พนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน คณะผู้จัดทำโครงการได้ทำการแก้ไข โดยจัดทำตรวจเช็คอุปกรณ์เบื้องต้น และแยกเครื่องมือที่ไม่พร้อมใช้งานออกไป พร้อมทั้งจัดทำแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์ และติดสติ๊กเกอร์บนอุปกรณ์ เพื่อให้พนักงานแยกและตรวจสอบได้ง่าย และจัดทำใบตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องมือเพื่อให้พนักงานตรวจเช็ค

อุปกรณ์ด้วยสายตา (Visual Test) หรือเครื่องมือวัด รวมทั้งได้จัดทำมาตรฐานในการตรวจสอบและสอบเทียบเวอร์เนียร่วมกับแผนก QC เพื่อให้เครื่องมือวัดของพนักงานมีความเที่ยงตรงมากยิ่งขึ้น

6.1 สรุปผลโครงการวิจัย

ผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ว่าโครงการการลดของเสียในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะ โดยเครื่องกัดซีเอ็นซีสามารถลดสัดส่วนของของเสียลงจากเดิมร้อยละ 9.9 ให้เหลือเพียงร้อยละ 1.6 โดยของเสียที่ลดลงคิดเป็น 83.84 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อลดของเสียลงได้ ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนที่ไม่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มในกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซีให้กับโรงงานได้ โดยมูลค่าของของเสียที่เกิดขึ้นคิดเป็นมูลค่าทั้งสิ้น 12,500 บาท

6.2 ปัญหาที่พบและอุปสรรคที่พบระหว่างการศึกษาโครงการวิจัย

6.2.1 การสื่อสารกับพนักงานปฏิบัติงานเป็นไปด้วยความยากลำบาก เนื่องจากสื่อสารไม่ค่อยเข้าใจ จึงต้องทำการวิเคราะห์และสอบถามจากหัวหน้าผู้ควบคุมงานเพิ่มเติม

6.2.2 การเก็บข้อมูลและการดำเนินการในการปรับปรุงแก้ไขเกิดความล่าช้า เนื่องจากต้องรอข้อมูลและประสานงานจากหลายฝ่าย

6.2.3 ผลผลิตภัณฑ์ของโรงงานเป็นการผลิตตามความต้องการของลูกค้า (Make to Order) จึงยากต่อการเปรียบเทียบสัดส่วนของเสียก่อนและหลังปรับปรุงกระบวนการ

6.3 ข้อเสนอแนะโครงการวิจัย

6.3.1 โรงงานควรมีการฝึกสอนขั้นตอนการทำงานที่เป็นมาตรฐานแก่พนักงานทุกคนและควรมีการตรวจสอบขั้นตอนการทำงานให้ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานเดียวกันอยู่เสมอ

6.3.2 โรงงานควรมีการดำเนินกิจกรรม 5 ส อย่างจริงจัง เพื่อสร้างระเบียบวินัยในการทำงานแก่พนักงานและสร้างสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสม

6.3.3 โรงงานควรปลูกจิตสำนึกในการทำงานให้กับพนักงานเกี่ยวกับการทำงานที่เป็นมาตรฐาน

บรรณานุกรม

- ณัฐพงศ์ คำเงิน การลดจำนวนงานเสียจากการผลิตฝาคอบบนของคอมเพรสเซอร์: กรณีศึกษา บริษัท
ไดกิ้น คอมเพรสเซอร์ อินดัสทรีส์ จำกัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2557
- พนิดา อารีรักษ์ และกิติญา วรรณโชค การลดของเสียในกระบวนการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวกึ่งแห้ง
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2558
- ชญาณี ยิ่งโยชน์ และบุณฑริกา ดวงบุรงค์ การลดของเสียในกระบวนการสไลซ์หมูสามชั้นลอกหนังของ
โรงงานชำแหละสุกรเชียงใหม่: กรณีศึกษา บริษัท วี แอนด์ พี เฟรชฟู้ดส์ จำกัด
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2560
- พรกมล เชื้อตัน และพิมพ์ภัส สายประสิทธิ์ การลดของเสียในกระบวนการผลิตชิ้นงาน Retainer
Outboard: กรณีศึกษา บริษัท ทานากะ พรซิชั่น (ประเทศไทย) จำกัด
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2561
- แสงเพ็ญ ทารักษ์ และสุพิชญา ชัยกาวิล การลดของเสียในกระบวนการเป่าขึ้นรูปถุงพลาสติก:
กรณีศึกษา บริษัท มูพลาสติก อินดัสตรีส์ จำกัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่, 2561

ภาคผนวก ก

ข้อมูลของเสียและมูลค่าของของเสียก่อนและหลังทำการปรับปรุง

ในส่วนนี้จะเป็นข้อมูลของเสียและมูลค่าของของเสียก่อนและหลังทำการปรับปรุงของปัญหาของเสียประเภทขนาดของชิ้นงานไม่เป็นไปตามที่กำหนดของกระบวนการกัดชิ้นงานโลหะโดยเครื่องกัดซีเอ็นซี โดยข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่น่าไปวิเคราะห์ในการทำวิจัย

ตาราง ก-1 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของ CNC Milling ในปี พ.ศ. 2560

ลำดับ	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)	มูลค่าของเสียรวม (บาท)
1	200	188	18,800.00	117,275.00 -
2	4	4	31,600.00	
3	7	3	3,600.00	
4	1	1	4,500.00	
5	9	1	1,805.00	
6	145	145	50,750.00	
7	205	205	10,250.00	

ตาราง ก-2 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling ในปี พ.ศ. 2561

ลำดับ	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)	มูลค่าของเสียรวม (บาท)
1	47	10	15,800.00	185,586.00
2	165	165	32,190.00	
3	94	94	13,630.00	
4	47	47	37,130.00	
5	1	1	1,500.00	
6	800	15	2,175.00	
7	25	2	1,500.00	
8	8	5	39,600.00	
9	2	2	3,420.00	
10	1	1	7,786.00	
11	10	2	3,600.00	
12	1	1	6,570.00	
13	4	1	3,060.00	
14	36	5	2,925.00	
15	8	8	5,600.00	
16	78	4	2,200.00	
17	3	1	2,900.00	
18	8	1	4,000.00	

ตาราง ก-3 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling ตั้งแต่เดือนมกราคม - กรกฎาคม พ.ศ. 2562

ลำดับ	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)	มูลค่าของเสียรวม (บาท)
1	1	1	4,100.00	94, 922.00
2	2	2	20,900.00	
3	4	4	5,200.00	
4	1	1	14,600.00	
5	2	1	12,000.00	
6	1	1	2,500.00	
7	16	1	1,800.00	
8	4	2	4,000.00	
9	1	1	1,200.00	
10	1	1	2,800.00	
11	1	1	4,250.00	
12	4	1	4,500.00	
14	1	1	3,500.00	
15	4	1	1,600.00	
16	1500	150	4,312.00	
18	725	55	1,210.00	
19	1	1	2,100.00	
20	220	15	4,200.00	
21	210	30	150.00	

ตาราง ก-4 จำนวนของเสียและมูลค่าของของเสียของแผนก CNC Milling หลังการปรับปรุง ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563

เลขที่ใบผลิต	จำนวนผลิต (ชิ้น)	จำนวนของเสีย (ชิ้น)	มูลค่าของเสีย (บาท)	มูลค่าของเสียรวม (บาท)
0102	13	1	3,500.00	12,500.00
0116	1	1	3,500.00	
0135	2	1	5,500.00	

ภาคผนวก ข

ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน

ในส่วนนี้จะ เป็นใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางการแก้ไขแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานติดตั้งชิ้นงานไม่ดี พนักงานติดตั้งเครื่องมือ และดอ กัดไม่ดี และพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน โดยข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่น่าไปปรับใช้กับพนักงานในระหว่างการทำวิจัย เพื่อให้พนักงานมีการตรวจเช็คก่อนปฏิบัติงาน และเพื่อให้มีการควบคุมและติดตามผลการทำงาน

ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน

เลขที่ใบผลิต เลขที่ DWG.
ชื่อชิ้นงาน

ขั้นตอน	รายละเอียด	วิธีการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
การตรวจเช็คเครื่องมือ ก่อนนำไปใช้งาน	ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด เช่น เวอร์เนียส ไมโครมิเตอร์	☐ สอบเทียบด้วย Gauge Block ☐ สอบเทียบด้วย Ring Gauge ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	ความคมของดอกกัด โดยตรวจเช็ค คมหน้าและคมข้างของดอกกัด	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบโดยใช้มือสัมผัส ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	ความพร้อมของอุปกรณ์จับยึดชิ้นงาน เช่น ปากกาจับชิ้นงาน Stopper	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัด ☐ การตรวจสอบโดยการถือชิ้นงาน ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

แนวทางการแก้ไข (ในกรณีผลการตรวจสอบไม่ผ่าน)

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

สาเหตุของปัญหา

.....

การแก้ไขปัญหา

.....

รายงานโดย (ผู้ปฏิบัติงาน) วันที่

บันทึกผลการตรวจสอบหลังการแก้ไข

ผลการตรวจสอบ

☐ ผ่าน

☐ ไม่ผ่าน

ตรวจสอบโดย (หัวหน้างาน/วิศวกร) วันที่

ผู้อนุมัติ วันที่

ภาพ ข-1 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน

ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน

เลขที่ใบผลิต เลขที่ DWG.
ชื่อชิ้นงาน

ขั้นตอน	รายละเอียด	วิธีการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
การติดตั้งเครื่องมือและดอกกัด	ความเหมาะสมของดอกกัดที่ใช้	☐ ใช้ดอกกัดสัมพันธ์กับวัสดุที่ใช้ ☐ ใช้ประเภทของดอกกัดสัมพันธ์กับลักษณะงาน ☐ ใช้ดอกกัดที่มีความยาวคมตัดสัมพันธ์กับความลึกของชิ้นงาน ☐ ใช้องศาคมตัดที่เหมาะสม ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	การตรวจสอบขนาดของดอกกัด	☐ การตรวจสอบโดยใช้เวอร์เนีย ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	การตรวจเช็คตำแหน่งและลักษณะของการติดตั้ง Stopper	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบความแน่นโดยการใช้มือสัมผัส ☐ ใช้ Dial Gauge ในการตั้งค่าความจากและความขนาน ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	การตรวจเช็คตำแหน่งที่ทำการเช็คศูนย์	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ ทดลองเดินเครื่องโดยไม่และชิ้นงาน ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	การตรวจเช็คตำแหน่งดอกกัดกับ Center รูเจาะ	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบโดยหมุนแกน Z และกับตำแหน่ง Center รูเจาะ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

แนวทางการแก้ไข (ในกรณีผลการตรวจสอบไม่ผ่าน)

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

สาเหตุของปัญหา

.....

การแก้ไขปัญหา

.....

รายงานโดย (ผู้ปฏิบัติงาน) วันที่

บันทึกผลการตรวจสอบหลังการแก้ไข

ผลการตรวจสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ตรวจสอบโดย (หัวหน้างาน/วิศวกร) วันที่

ผู้อนุมัติ วันที่

ภาพ ข-2 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการติดตั้งเครื่องมือและดอกกัด

ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน

เลขที่ใบผลิต เลขที่ DWG.
ชื่อชิ้นงาน

ขั้นตอน	รายละเอียด	วิธีการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ
การติดตั้งชิ้นงาน	ความถูกต้องของตำแหน่งที่ติดตั้ง	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัด ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	ความถูกต้องของตำแหน่งที่ติดตั้ง	☐ การตรวจสอบด้วยตา ☐ การตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือวัด ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน
	ความแน่นในการยึดหรือขันยึด	☐ การตรวจสอบความแน่นโดย การใช้มือสัมผัส ☐ ใช้ประแจบอนด์ช่วยในการติดตั้ง ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

แนวทางการแก้ไข (ในกรณีผลการตรวจสอบไม่ผ่าน)

ปัญหาที่เกิดขึ้น

.....

สาเหตุของปัญหา

.....

การแก้ไขปัญหา

.....

รายงานโดย (ผู้ปฏิบัติงาน) วันที่

บันทึกผลการตรวจสอบหลังการแก้ไข

ผลการตรวจสอบ ☐ ผ่าน ☐ ไม่ผ่าน

ตรวจสอบโดย (หัวหน้างาน/วิศวกร) วันที่

ผู้อนุมัติ วันที่

ภาพ ข-3 ใบตรวจสอบก่อนปฏิบัติงาน ขั้นตอนการติดตั้งชิ้นงาน

ภาคผนวก ค

การสอบเทียบเครื่องมือวัด

ในส่วนนี้จะป็นข้อมูลและวิธีการการสอบเทียบ Vernier Caliper ตามมาตรฐาน ISO 3599-1976(E) ซึ่งเป็นหนึ่งในแนวทางการแก้ไขแนวทางการแก้ไขปัญหาการเกิดของเสียที่มีสาเหตุมาจากพนักงานไม่ได้ตรวจเช็คเครื่องมือก่อนนำไปใช้งาน โดยข้อมูลนี้เป็นข้อมูลที่จัดทำขึ้นร่วมกับพนักงานแผนก QC และนำไปปรับใช้กับพนักงานในระหว่างการทำวิจัย โดยให้พนักงานนำเครื่องมือวัดมาสอบเทียบทุกๆ 1 สัปดาห์ เพื่อให้เครื่องมือวัดของพนักงานมีความเที่ยงตรงและความแม่นยำมากยิ่งขึ้นในการใช้งาน

ใบรายงานการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper ตามมาตรฐาน ISO 3599-1976(E)

แผนก เดือน ปี ยี่ห้อ รุ่น

หมายเลขครุภัณฑ์ Serial Number ผู้รับผิดชอบ

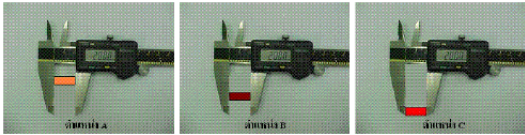
ที่	รายการที่ตรวจ	สัปดาห์ที่				หมายเหตุ
		1	2	3	4	
1	การตรวจสอบความถูกต้องของสเกล					
2	การตรวจสอบความเรียบของปากจับเวอร์เนีย					
3	การตรวจสอบความขนานของปากจับเวอร์เนีย					
ลงนามผู้ตรวจสอบ						

สถานะของรายการที่ตรวจ

- ✓ ปกติ พร้อมใช้งาน
- ✗ ผิดปกติ ไม่พร้อมใช้งาน (ดำเนินการแจ้งซ่อม)
- อยู่ระหว่างรอดำเนินการซ่อม
- I อยู่ระหว่างใช้งาน

ภาพ ค-1 ใบรายงานการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper ตามมาตรฐาน ISO 3599-1976(E)

คำอธิบายการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper

ที่	รายการที่ตรวจ	วิธีปฏิบัติ
1	การตรวจสอบความขนานของปากจับเวอร์เนีย	ใช้เกจบล็อกมาตรฐานเกรด 2 ขึ้นไปวัดที่ตำแหน่งต่างๆ ดังรูป เพื่อหาค่าความขนานจากผลต่างของค่าต่ำสุดกับค่าสูงสุด 
2	การตรวจสอบความเรียบของปากจับเวอร์เนีย	ใช้ Knife Edge หรือ Standard straight Edge ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความเรียบของผิวชิ้นงาน มีลักษณะเป็นเหล็กสามแฉก โดยจะระบุค่าความเรียบเอาไว้ ใช้หาขนานกับปากจับแล้วดูแสงที่ลอดผ่านออกมา โดยการส่องดูแสงที่ลอดจากปากจับนั้น ทำได้โดยการยกเวอร์เนียคาลิเปอร์ขึ้นส่องกับแสงสว่างขณะที่ปากจับทั้งสองเลื่อนมาชิดกัน โดยทั่วไปแล้วแสงต้องไม่สามารถผ่านได้
3	การตรวจสอบความถูกต้องของสเกล	ใช้เกจบล็อกมาตรฐานเกรด 2 ขึ้นไป โดยเลือกเกจบล็อกขนาดเล็กสุดไปจนถึงสูงสุดของช่วงวัด เพื่อให้ครอบคลุมช่วงของการวัด เช่น เวอร์เนียคาลิเปอร์ขนาด 150 มิลลิเมตร ใช้เกจบล็อกขนาด 0.10 จนถึง 150 มิลลิเมตร แล้ววัดด้านในตำแหน่งที่ขีดปากจับมากที่สุด จดบันทึกค่าที่อ่านได้แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าแก้จากการวัด $\text{Correction} = \text{STD Gauge Block} - \text{Reading}$

ภาพ ค-2 คำอธิบายการตรวจความพร้อมของเครื่องมือวัด Vernier Caliper

การตรวจสอบความขนานของปากจับเวอร์เนียคาลิปเปอร์

ค่าระบุเกลจบล็อก (มม.)	ค่าที่อ่านได้ (มม.)			ค่าความขนาน (มม.)
	A	B	C	
25				
75				
100				
150				
200				

ภาพ ค-3 การตรวจสอบความขนานของปากจับ Vernier Caliper

การตรวจสอบความถูกต้องของสเกล

ค่าระบุ (มม.)	ค่าที่อ่านได้ (มม.)			ค่าเฉลี่ย (มม.)	ค่าแก้เกลจบล็อก (มม.)	ค่าแก้ (มม.)
	1	2	3			
0						
1						
1.1						
1.2						
1.3						
1.4						
1.5						
2						
3						
4						
5						
10						
20						
25						
50						
75						
100						
150						
200						

การคำนวณหาค่าแก้

ค่าแก้ = ค่าระบุ + ค่าแก้เกลจบล็อก - ค่าเฉลี่ย

ภาพ ค-4 การตรวจสอบความถูกต้องของสเกล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อสกุล : นางสาวจุฑามาศ จอมราชคม
รหัสนักศึกษา : 590610265
วัน เดือน ปี เกิด : 20 มีนาคม 2541
ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษาจบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปรินส์รอยแยลส์วิทยาลัย
จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน : 95 หมู่ 18 ตำบลป่าสัก อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน 51000
เบอร์โทรศัพท์ : 0914795494



ชื่อสกุล : นางสาวฐิติกาญจน์ เต็มสมบัติวร
รหัสนักศึกษา : 590610271
วัน เดือน ปี เกิด : 27 กรกฎาคม 2540
ประวัติการศึกษา : กำลังศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
สำเร็จการศึกษาจบมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน : 117/27 ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
เบอร์โทรศัพท์ : 0991401112

