การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ
กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่น

ปรียพงศ์ คงแป้น

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2561

Improvement of the Overall Effectiveness of the Structural Tube Machine Case Study: Steel processing industry

Preeyapong Kongpan

A Thematic paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department Engineering Management.

Dhurakij Pundit University

2018

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่น

เสนอโดย ปรียพงศ์ คงแป้น

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

.....ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์เดช กีรติพรานนท์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 14 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561

หัวข้อสารนิพนธ์	การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่น
ชื่อผู้เขียน	ปริยพงศ์ คงแป้น
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา	การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ โดยมุ่งเน้นการปรับปรุงอัตราคุณภาพ(Quality rate) และลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ โดยใช้หลักการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ด้วยการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) ,การรักษาคุณภาพ(Quality Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ซึ่งจะทำการปรับปรุงในส่วนของอัตราคุณภาพ (Quality rate) ที่เป็นส่วนหนึ่งของประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นดัชนีชี้วัดสูงขึ้นที่ 70% ขึ้นไป

การดำเนินการวิจัยนี้ได้จัดทำวิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิผลดังกล่าวโดยเลือกเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณที่ผลิตเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ เฉพาะ Size 75x75x4 mm,75x75x5 mm และ75x75x6 mm นำมาเป็นกรณีศึกษางานวิจัยที่ได้นำเทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวิเคราะห์แบบ Why-Why Analysis โดยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้คือ 1.) จัดตั้งทีมงานเพื่อปรับปรุงงานกลุ่มย่อย โดยทางผู้วิจัยใช้แนวคิดการมีส่วนร่วมของพนักงาน และทำการกำหนดสมาชิกกลุ่ม ประกอบด้วย ฝ่ายสนับสนุนการผลิต, ฝ่ายผลิต และฝ่ายซ่อมบำรุง 2.) การฝึกอบรมภายใน 3.) การศึกษาสภาพปัจจุบันของกระบวนการผลิตท่อ และปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและใช้พาเรโตไดอะแกรมคัดเลือกปัญหา ที่จะนำมาทำการแก้ไขปรับปรุง 4.) การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และดำเนินการพิจารณาแนวทางการแก้ไขโดยใช้การวิเคราะห์ในรูปแบบ Why-Why Analysis 5.) ดำเนินการแก้ไข 6.) วัดผลจากค่าวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมก่อนและหลังการปรับปรุง

จากการใช้หลักการบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วมและปรับปรุงอุปกรณ์ของเครื่องจักรส่งผลให้อัตราคุณภาพสูงขึ้นถึง 87.79% ซึ่งสูงขึ้นจากเดิม 23.54% และยังส่งผลต่อค่า OEE ที่เพิ่มสูงขึ้นจากเดิม 12.61%

Thesis Topic	Improvement of the overall effectiveness of the structural tube machine Case Study: Steel processing industry
Author's Name	Preeyapong Kongpan
Thesis Advisor	Assistant Professor, Dr. Suparatchai Vorarat
Faculty	Engineering Management
Academic Year	2017

Abstract

The purpose of this research is to improve the overall effectiveness of the structural tube machine. It focuses on improving the quality rate and reducing the losses caused by the work of the structural tube machine by using Total Productive Maintenance (TPM) with focused improvement, quality maintenance and autonomous maintenance. This will improve the quality rate as part of the Overall Equipment Effectiveness (OEE), which is an index that is higher than 70%.

This research has developed a method to improve the efficiency of this product by selecting the structural tube machine processed for the automotive industry size 75x75x4 mm, 75x75x5 mm and 75x75x6 mm used as an analysis for the overall effectiveness of the machine in conjunction with the Why-Why Analysis in six steps as follows: 1.) Establish a team to improve the subgroups in which the researcher used the concepts of employee participation. The group consists of production support, production, and maintenance. 2) Internal training 3.) Study of the current state of the structural tube process and its problem by analyzing the overall effectiveness of the machine and using the Pareto Diagnostics Diagram to modify. 4.) Analyze the cause of the problem and develop a guideline for analysis using Why-Why Analysis methods 5) Make adjustments 6) Measure the value of the overall effectiveness analysis before and after the improvement.

By using the all-in-on maintenance technology, all of the machines involved were improved resulting in a higher quality of 87.79%, a significant increase of 23.54% and also effected OEE that increased 12.61%.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง การปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ กรณีศึกษา : โรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่น สำเร็จลุล่วงจากการได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์กิจกรรมปรับปรุงงานกลุ่มย่อย (Small Group)ที่ได้ช่วยในการรวบรวมข้อมูลอีกทั้งได้ให้คำแนะนำเพื่อเพิ่มพูนความรู้ จึงทำให้สารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ประโยชน์อันใดที่เกิดจากสารนิพนธ์ เป็นผลมาจากความกรุณาของทุกท่านเพื่อให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ปรียพงศ์ คงแป้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย.....	5
1.6 ระเบียบวิธีการศึกษา.....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance: TPM).....	7
2.2 การลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักรการแบ่งความสูญเสียออกเป็นประเภทต่างๆ.....	9
2.3 การวัดผลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.....	11
2.4 เครื่องมือที่ใช้สำหรับวิเคราะห์.....	14
2.5 การระดมความคิด (Brain Storming)	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
3. ระเบียบวิธีวิจัย.....	22
3.1 จัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group).....	23

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	3.2 การฝึกอบรม	24
	3.3 ศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง	27
	3.4 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาคุณภาพที่เกิดจากเครื่องจักร	29
	3.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	32
	3.6 การพิจารณาการแก้ไขปัญหา	36
4.	การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน	68
	4.1 ผลการดำเนินงาน	68
	4.2 วิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วม(ก่อน-หลัง ปรับปรุง)	81
5.	สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย	84
	5.1 การสรุปผลการดำเนินงาน	84
	5.2 ข้อเสนอแนะ	87
บรรณานุกรม		89
ภาคผนวก		91
ประวัติผู้เขียน		113

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 5 เดือนย้อนหลังภายในปี 2560..... 3

2.1 แสดงรายละเอียดปัญหาคุณภาพจากกระบวนการผลิตท่อโครงสร้าง…….. 11

3.1 แสดงการวิเคราะห์จากผลการคำนวณค่าความสามารถในการวัดซ้ำ..... 25

3.2 มาตรฐานคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ท่อโครงสร้างรูปพรรณ และภาพDrawing..... 28

3.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง…….. 29

3.4 แสดงลำดับความสำคัญของปัญหากระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ….. 31

3.5 แสดงตัวอย่าง NCR ระหว่างเดือน 1 – 7(2017)..... 51

3.6 แสดงผลการสุ่มตรวจสอบท่อที่ผลิตเครื่อง TM05 (ท่อเหลี่ยมและแป๊บแบน)…. 53

3.7 แสดงรายละเอียดของการวางแผนแบบ PDCA…… 56

3.8 แสดงการตรวจสอบเบื้องต้นของความเป็นด่างของน้ำยาคูลแลนซ์…….. 58

3.9 แสดงรายละเอียดของการทดลองความเข้มข้นของน้ำคูลแลนซ์..... 59

3.10 แสดงผลการทดสอบความเข้มข้นของน้ำยาคูลแลนซ์ที่ Condition ต่างๆ……..... 60

3.11 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของส่วนผสมน้ำยาที่ใช้น้ำจากระบบ Water Softener. ……..... 62

4.1 แสดงรายละเอียด a.)ฝุ่นสเกลจากท่อ b.)ภาพฝุ่นสเกลที่ถูกขูดออกจากลูกรีด…..... 73

4.2 แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเจียร์แต่งผิวท่อ…….....…… 75

4.3 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วมก่อนปรับปรุง..... 79

4.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ก่อนปรับปรุง)…… 80

4.5 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วมหลังปรับปรุง……. 80

4.6 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (หลังปรับปรุง)..... 81

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.1 แสดงรายละเอียดสรุปผลการดำเนินงานก่อนปรุบปรุงและหลังปรับปรุงผลการ..... 82

5.2 แสดงรายละเอียดของต้นทุนสูญเสีย ก่อน-หลังปรับปรุง..... 85

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1.1 กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 5 เดือนย้อนหลังภายในปี 2560..... 3
1.2 แสดงปัญหาคุณภาพในกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ..... 4
2.1 แสดงภาพ 8 เสาหลักของระบบ TPM..... 7
2.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการหาอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ..... 14
2.3 กราฟแสดงตัวอย่างแผนภาพพาเรโต ที่ทำการลากเส้นตามกฎ 80-20..... 15
2.4 แนวคิดการวิเคราะห์ Why-Why Analysis..... 16
3.1 ขั้นตอนการวิจัย..... 20
3.2 แผนผังสมาชิกกลุ่มย่อย..... 21
3.3 การฝึกอบรมแก่สมาชิกกลุ่มย่อย ในหัวข้อการบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบ TPM... 23
3.4 การฝึกอบรมแก่สมาชิกกลุ่มย่อยในเรื่องของ“ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร..... 24
3.5 การฝึกอบรมสมาชิกกลุ่มย่อยในเรื่องของความสามารถในการวัด..... 24
3.6 แสดงแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิตท่อด้วยกระบวนการ ERW..... 26
3.7 ภาพแสดงองค์ประกอบหลักของเครื่องผลิตท่อ..... 26
3.8 ภาพแสดงกระบวนการผลิตโดยรวมของโรงผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ..... 28
3.9 กราฟข้อมูลเปรียบเทียบองค์ประกอบของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร.. 30
3.10 กราฟแผนภาพพาเรโต แสดงการคัดเลือกปัญหาเพื่อวิเคราะห์ตามกฎ 80-20..... 33
3.11 แสดงลักษณะภายนอกของชิ้นงาน OKและNG..... 35
3.12 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาตะเข็บแตกหลังทดสอบ..... 35
3.13 แสดงสภาพของตะกอนเศษเหล็กที่อุดตันและติดบริเวณชุด Return Flow..... 36
3.14 ภาพโครงสร้างที่ 1-3 แสดงลักษณะของโครงสร้างจุลภาคในแต่ละช่วงของรอยเชื่อม..... 36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.15 การทดสอบ Cold Flattening ของงานท่อเหลี่ยม..... 38

3.16 การติดตั้งไม้บรรทัดเหล็กในการวัดระดับน้ำคูลแลนซ์..... 38

3.17 ภาพแสดงการตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (PT Test)..... 39

3.18 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์..... 40

3.19 แสดงตำแหน่งของชุดปรับตะเข็บ (A) และ ชุดประคองตะเข็บ (B)…… 40

3.20 (a) แสดงลักษณะสภาพของวัตถุดิบม้วนฟิล์มที่มีลักษณะพริ้วพบภาย
หลังการคลี่ม้วนฟิล์มเข้า
(b) แสดงลักษณะตำแหน่งการตรวจสอบงานที่ถูกระบุไว้
ใน Inspection standard..... 41

3.21 แสดงลักษณะม้วนฟิล์มวัตถุดิบที่นำไปผลิตท่อ…… 42

3.22 อุปกรณ์ติดตั้งกับเครื่องผลิตท่อโครงสร้างเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบ
ความเอียงของตะเข็บ…… 43

3.23 แสดงรูปร่างของJigตรวจสอบงานการเยื้องของตะเข็บที่ได้จากการออกแบบ….. 43

3.24 ลักษณะรอยโรลมาร์คที่ผิวเหล็กส่งผลต่อกระบวนการทำสี……. 44

3.25 แสดงรายละเอียดการคัดแยกงานเพื่อเจียร์แก้ไข……... 44

3.26 รูปแบบการเจียร์แต่งแก้ไขผิวงานท่อเพื่อให้มีลักษณะผิวเรียบ……. 45

3.27 ภาพโดยรวมของStageที่2 ในส่วนของชุด sizing roll……... 46

3.28 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยโรลมาร์คที่ผิวท่อเหลี่ยม……. 47

3.29 แสดงภาพที่ผิวสเกลท่อเหล็กหลุดร่อนภายหลังการฟอร์มขึ้นรูป……. 48

3.30 แบบจำลองการขึ้นรูปของท่อในช่วงกระบวนการฟอร์มขึ้นรูป…… 48

3.31 ภาพแสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งเพื่อติดตั้งชุดทำความสะอาดที่บริเวณลูกรีด….. 49

3.32 การออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดและนำไปติดตั้งกับชุดลูกรีด……. 50

3.33 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดสนิมที่ผิวท่อ……. 52

3.34 ตัวอย่างการทดลองน้ำคูลแลนซ์โดยเติมน้ำประปาผสมกับน้ำยา……. 57

3.35 ตัวอย่างของน้ำจากระบบ Water Softener ที่ความเข้มข้น 5% ระยะเวลา 1เดือน.. 61

3.36 การออกแบบระบบ Water Softener เพื่อให้ได้น้ำที่เหมาะกับการนำไปใช้งาน… 61

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.37 กราฟแสดงการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรม
ยานยนต์ (ก่อนปรับปรุง)…… 63
3.38 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่อ
อุตสาหกรรมยานยนต์(ก่อนปรับปรุง)…… 63
3.39 ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณน้ำยาที่อยู่ภายในบ่อ (ขนาด 1 บ่อ)…… 64
3.40 ตัวอย่างขนาดของบ่อน้ำคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างจำนวน 3 บ่อ…… 65
4.1 กราฟข้อมูลผลกระทบของตะเข็บแตกหลังทดสอบตั้งแต่
มกราคม – พฤศจิกายน 2017…… 67
4.2 แสดงภาพโครงสร้างจุลภาพภายหลังการปรับปรุงชุด Return Flow…… 68
4.3 กราฟแสดงการลดลงของผลการปรับปรุงเรื่องตะเข็บแตก…… 69
4.4 วิธีการคำนวณหาน้ำหนักของท่อ…… 69
4.5 วิธีการวัดเพื่อตรวจสอบในกระบวนการผลิต…… 70
4.6 กราฟข้อมูลผลกระทบของตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์ ตั้งแต่
มกราคม – พฤศจิกายน 2017…… 71
4.7 บริเวณชุดปรับประคองตะเข็บ (Sizing roll TW)…… 71
4.8 กราฟแสดงข้อมูลการลดลงของการปรับปรุงกระบวนการตะเข็บเยื้อง…….... 72
4.9 บริเวณจุดแพ็คสินค้า (Auto packing) ที่มีการตรวจสอบรอยโรลมาร์ค..... 73
4.10 กราฟแสดงข้อมูลผลกระทบของรอยโรลมาร์ค ตั้งแต่
มกราคม – พฤษจิกายน 2017…… 74
4.11 กราฟแสดงข้อมูลการลดลงของการปรับปรุงรอยโรลมาร์ค…… 74
4.12 กราฟแสดงข้อมูลผลกระทบของสนิมที่ผิว ตั้งแต่ มกราคม – ตุลาคม 2017..... 76
4.13 กราฟแสดงการลดลงของการปรับปรุงสนิมที่ผิว…… 77
4.14 กราฟแสดงการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรม
ยานยนต์ (หลังปรับปรุง)…… 78
4.15 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่อ
อุตสาหกรรมยานยนต์(หลังปรับปรุง)…….. **78**

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.1 กราฟแสดงรายละเอียดของข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ผลิตท่อ)..... 83
5.2 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “อัตราการเดินเครื่องจักร”..... 83
5.3 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน”..... 84
5.4 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “อัตราคุณภาพ”..... 84
5.5 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร “OEE”..... 84

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

การดำเนินธุรกิจในสภาวะปัจจุบันนั้นมีการปรับตัวแข่งขันค่อนข้างสูง ประกอบกับด้านเศรษฐกิจโดยรวมของโลกที่มีการชะลอตัว รวมถึงด้านวัตถุดิบในการผลิตที่ขาดแคลนและราคาสูงขึ้น ด้านพลังงานที่มีการดีดราคาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งกำลังซื้อของผู้บริโภคที่ลดลงและไม่คงที่ ซึ่งในทุกองค์กรไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตที่มีขนาดใหญ่ หรือผู้ประกอบการรายย่อยต่างพากันแสวงหาวิธีที่ทำให้ธุรกิจอยู่รอด มีการปรับกลยุทธ์ในการดำเนินธุรกิจ (Cooperates strategy) เพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงไปของสภาวะปัจจุบัน โดยกลยุทธ์ที่แต่ละองค์กรเลือกใช้นั้นมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มผลกำไรให้กับองค์กรทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตามในสภาวะการแข่งขันทางธุรกิจที่รุนแรงนี้ ทุกองค์กรไม่สามารถเพิ่มผลกำไรโดยการเพิ่มราคาสินค้าได้ ดังนั้นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่จะทำให้ธุรกิจอยู่รอด หรือทำให้ธุรกิจมีความสามารถในการแข่งขันสูงขึ้น คือการเพิ่มประสิทธิภาพผลของกระบวนการผลิต (Productivity Process Improvement) ขององค์กรของตน ซึ่งสถานประกอบการต่างๆ จำเป็นต้องทำการปรับปรุงแผนการดำเนินธุรกิจของตนให้มีความแข็งแกร่งเพิ่มความสามารถในการแข่งขันกับคู่แข่ง และตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างพึงพอใจ ทั้ง 3 ด้านคือ คุณภาพ ราคา และ การส่งมอบ ดังนั้นสถานประกอบการต่างๆ จึงมีความจำเป็นในการปรับปรุงกระบวนการภายใน เพื่อลดต้นทุนในการผลิตลงพร้อมทั้งรักษาคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดอย่างสม่ำเสมอ และต้องมีการส่งมอบที่ตรงต่อเวลา แนวทางของการลดต้นทุนเพื่อเพิ่มผลกำไรที่ดำเนินการกันอย่างแพร่หลาย คือ การกำจัดความสูญเสีย หรือสูญเปล่าต่างๆที่เกิดขึ้นในการทำงาน ดังเช่น แนวคิดของ การกำจัดความสูญเสียของเครื่องจักร 6 ประการ 1) เครื่องจักรเสีย 2) การปรับตั้งปรับแต่ง 3)การสูญเสียความเร็ว 4) เครื่องจักรหยุดเล็กๆ น้อยๆ และเดินเครื่องตัวเปล่า 5) ของเสียและงานแก้ไข 6) ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นผลิต มาใช้ในการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นด้วยกระบวนการ ERW (Electric Resisstance Welding) เป็นวิธีการเชื่อมตะเข็บท่อโดยอาศัยแรงอัดจากลูกรีด(Pressing) ในขณะที่ตะเข็บเกิดการหลอมละลายด้วยความร้อนที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าโดยไม่มีการอาร์ค(arc)

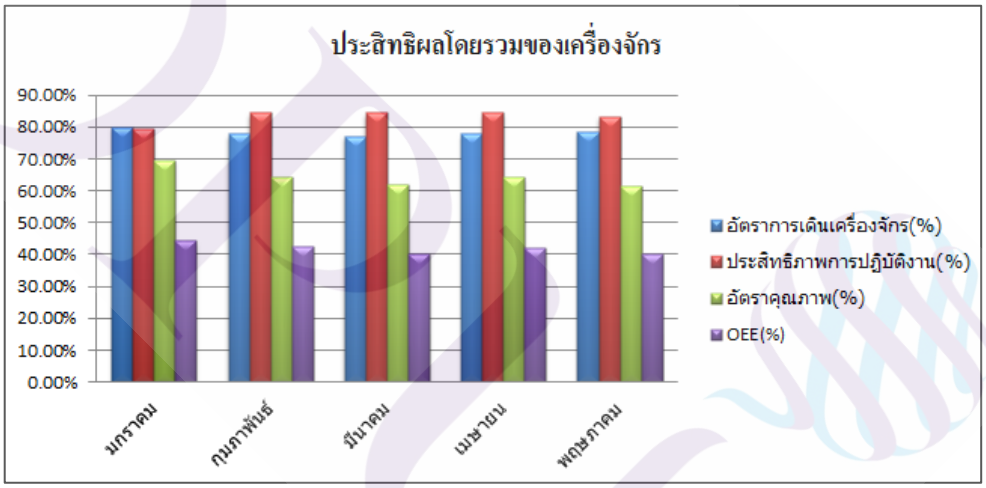
การดำเนินการวิจัยโครงการนี้ใช้โรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าไปศึกษา คือโรงงานแปรรูปผลิตภัณฑ์เหล็กแผ่น โดยศึกษาเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณขึ้นรูปเย็นชนิดกลวง ซึ่งทำการวิจัยเฉพาะท่อขนาด 75x75x4mm , 75x75x5mm และ75x75x6mm เป็นต้นแบบในการพัฒนาปรับปรุงคุณภาพด้วยเหตุผลที่ว่าท่อโครงสร้างรูปพรรณดังกล่าวเดิมทีเหมาะกับงานกลุ่มConstruction และกลุ่มFabrication ได้ถูกนำมาใช้กับกลุ่มงานอุตสาหกรรมรถยนต์มากขึ้นเพราะว่าผู้ประกอบการเหล่านั้นต้องการลดต้นทุน

วัตถุดิบจึงหันมาใช้ท่อโครงสร้างแทนท่ออุตสาหกรรมรถยนต์มากขึ้นด้วยราคาของการผลิตที่ถูกกว่า ดังนั้นเมื่อความต้องการของตลาดเพิ่มสูงขึ้น ผู้ผลิตจึงต้องหันมาปรับคุณภาพของสินค้าเพื่อให้คุณภาพเทียบเท่ากับความต้องการของลูกค้า

จากกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ ณ ปัจจุบัน ที่มีความต้องการปรับปรุงคุณภาพให้เทียบชั้นคุณภาพของท่ออุตสาหกรรมรถยนต์ พบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นในสายกระบวนการผลิตอยู่บ่อยครั้ง ดังรายละเอียดที่ว่า เครื่องจักรมีการหยุดเดินเครื่องเนื่องจากปัญหาคุณภาพ , เครื่องจักรหยุดเดินเนื่องจากระบบกระแสไฟฟ้าตรงจุดเชื่อมท่อเกิดการขัดข้อง ,การหยุดเปลี่ยนรุ่นเป็นเวลานาน การผลิตสินค้างานเสียจำนวนมากในช่วงแรกของการปรับตั้งเครื่อง รวมถึงการผลิตงานออกมาตกมาตรฐานสินค้ากลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์ เช่น Dimension สภาพผิวของท่อ ลักษณะรอยตะเข็บ และในหลายๆครั้งทำให้งานที่ผลิตออกมาไม่สำเร็จตามเป้าหมาย จะต้องเพิ่มจำนวนวัตถุดิบตั้งต้นในการผลิตและต้องมีการเลื่อนเวลาโอที(Over time) ทุกครั้งไป ทางผู้ทำการวิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญของค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) จึงได้ทำการตรวจสอบข้อมูลย้อนหลัง 5 เดือน โดยเริ่มสนใจข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม - พฤษภาคม 2560 ทำให้พบว่าค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเฉลี่ยเท่ากับ **41.85%** ซึ่งตามมาตรฐานสากลต้องการให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรไม่ต่ำกว่า85% (http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) ตามตารางที่ 1.1 และ ภาพที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 5 เดือนย้อนหลังภายในปี 2560

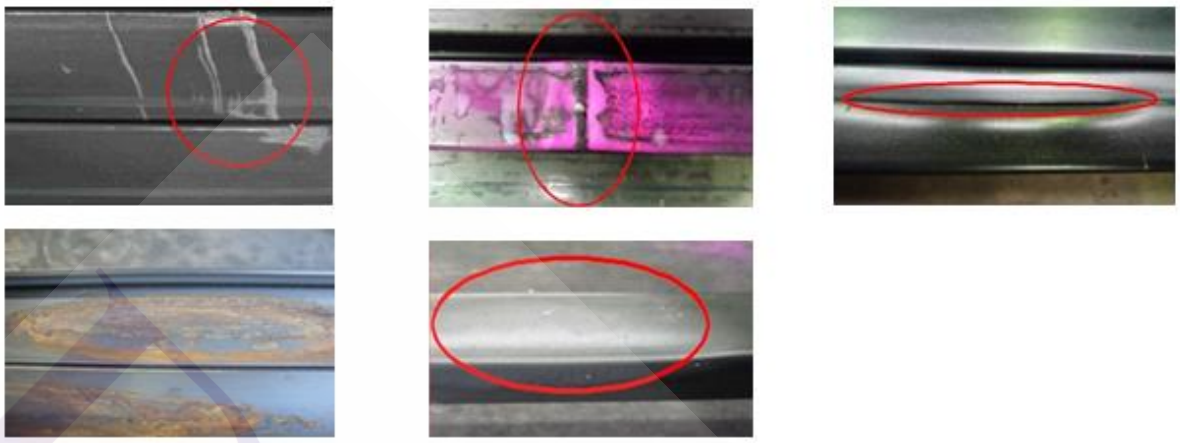
เดือน	อัตราการเดินเครื่องจักร (%)	ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน (%)	อัตราคุณภาพ (%)	OEE(%)
มกราคม	79.95%	79.53%	69.59%	44.25%
กุมภาพันธ์	77.95%	84.53%	64.29%	42.36%
มีนาคม	77.18%	84.37%	61.96%	40.35%
เมษายน	77.95%	84.53%	64.13%	42.26%
พฤษภาคม	78.46%	83.34%	61.26%	40.06%



ภาพที่ 1.1 กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 5 เดือนย้อนหลังภายในปี 2560

จากข้อมูลย้อนหลังการผลิต 5 เดือน พบว่าปัญหาหลักที่ต้องแก้ไขคือ อัตราคุณภาพ (Quality rate) ดังแสดงรายละเอียดของปัญหาคุณภาพตามภาพที่ 1.2 ซึ่งแนวคิดและวิธีการที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการขจัดความสูญเสียสำหรับเครื่องจักร คือ การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ด้วยการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) ,การรักษาคุณภาพ(Quality Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

(Autonomous Maintenance) โดยจะทำการปรับปรุงในส่วนของอัตราคุณภาพ (Quality rate) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของประสิทธิผลโดยรวม Overall Equipment Effectiveness : OEE) ที่เป็นดัชนีชี้วัด



ภาพที่ 1.2 แสดงปัญหาคุณภาพโดยทั่วไปของกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1.ลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณที่มีผลต่อค่าอัตราคุณภาพ (Quality rate)

2.เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณให้เพิ่มขึ้นโดยมุ่งเน้นการปรับปรุงอัตราคุณภาพให้สูงขึ้นที่ 70%

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.ศึกษาและแก้ไขปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness: OEE) โดยมุ่งเน้นในส่วนของอัตราคุณภาพ (Quality rate) ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณที่ผลิตเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ เฉพาะ Size 75x75x4mm,75x75x5mm และ75x75x6mm เท่านั้น

2.ศึกษาและคำนวณค่าใช้จ่ายความสูญเสียจากอัตราคุณภาพ(Quality rate) ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ

3.ทำการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลก่อนการปรับปรุงตั้งแต่ มกราคม 2560 ถึง พฤษภาคม 2560 และเก็บวิเคราะห์ผลข้อมูลหลังการปรับปรุงตั้งแต่ กรกฎาคม 2560 ถึง พฤศจิกายน 2560

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.สามารถเพิ่มอัตตราคุณภาพ (Quality rate) โดยลดความสูญเสียของผลิตภัณฑ์และส่งผลให้ค่า OEEของกระบวนการเพิ่มขึ้น

2.สามารถลดค่าใช้จ่ายที่เกิดจากความความสูญเสียของผลิตภัณฑ์ลงได้

3.ทำให้ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณกลวงมีทักษะความรู้ความสามารถเกี่ยวกับการแก้ไขและบำรุงรักษา สูงขึ้น หลังจากที่ได้ปฏิบัติงานปรับปรุงนี้

4.สามารถขยายผลวิธีการดำเนินการไปใช้ในการลดการสูญเสียของกระบวนการผลิตกับเครื่องจักรอื่นๆของโรงงานตัวอย่างได้ เช่น เครื่องตัดซอยแผ่นเหล็กและเครื่องผลิตเหล็กโครงหลังคา(C channel)

1.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1.เอกสารต่างๆที่ใช้ในการตรวจสอบและคู่มือการใช้งานของเครื่องจักร

2.เครื่องมือควบคุมคุณภาพ (7QC Tools) และ Why-Why Analysis มาใช้ในการวิเคราะห์

3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MS Excel

4.นาฬิกาจับเวลา

5.เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆในการปรับแต่งเครื่องจักร

6.อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบทางห้องแลป

1.6 ระเบียบวิธีการศึกษา

1.ศึกษาข้อมูลสภาพปัจจุบันรวมถึงส่วนงานที่เกี่ยวข้อง

2.ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.เก็บข้อมูลเพื่อหาระดับความสำคัญของปัญหา โดยใช้แผนภูมิพาเรโต

4.วิเคราะห์ระบบการวัด MSA ของพนักงานในกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ

5.ทำการทดลองพร้อมกับศึกษารายละเอียด ของความสูญเสียจากเครื่องจักร ที่ส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรในส่วนของอัตราคุณภาพ(Quality rate)

6.นำปัญหาที่พบมาทำการแก้ไขและปรับปรุงค่าอัตราคุณภาพ(Quality rate) ให้สูงขึ้น

7.เก็บผลการทดลองและทำการวิเคราะห์

8.ทำการทดลองเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลที่ยังไม่แน่นอน

9.สรุปผลการวิจัยและเสนอแนะ

1.7 คำศัพย์เฉพาะ

ERW:(Electric Resistance Welding, ERW)ท่อเหล็กแบบมีตะเข็บที่เชื่อมโดยความต้านทานไฟฟ้าแล้วบีบอัดMSA:(Measurement System Analysis) การวิเคราะห์ระบบการวัดคือการวิเคราะห์ถึงแหล่งของความคลาดเคลื่อนในระบบการวัดออกเป็นแหล่งๆต่างๆGR&R:(Gauge Repeatability and Reproducibility) ความสามารถของกระบวนการวัดซ้ำและการวัดของพนักงานWater softening: น้ำที่มีสภาวะไม่กระด้าง

บทที่ 2
ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้นำการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) มาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย โดยทางผู้วิจัยจะทำการเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ให้เพิ่มขึ้นซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆที่ส่งผลทำให้เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลที่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด เพื่อหาสาเหตุของปัญหาเหล่านั้นทางผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุง ซึ่งให้นำไปสู่ปฏิบัติเพื่อผลผลิตและคุณภาพที่เพิ่มสูงขึ้น โดยมีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM)

2.2 การลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร

2.3 การวัดผลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

2.4 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

2.5 การระดมความคิด (Brain Storming)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM)

การบำรุงรักษาทวีผล โดยพนักทุกคนมีส่วนร่วมทำกิจกรรมเป็นกลุ่มย่อยซึ่งมีวัตถุประสงค์คือ การเพิ่มประสิทธิผลของระบบการผลิตเพื่อทำให้บริษัทสามารถสร้างผลกำไรได้ โดยมีวิธีการคือ การกำจัดความสูญเสีย (Loss) ต่างๆ ที่แอบแฝงอยู่ในระบบการผลิตให้หมดสิ้นไป รวมถึงการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการรักษาสภาพการดำเนินการที่เป็นมาตรฐาน นอกจากนี้วิธีการต่างๆ ของTPM ยังช่วยปรับปรุงระบบการทำงานของเครื่องจักร โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ภาพที่ 2.1 แสดงภาพ 8 เสาหลักของระบบ TPM

ที่มา : http://simapornmarketing.blogspot.com/2008/08/blog-post_7027.html?m=1

Japan Institute of Plant Engineers: JIPE (2514) การบำรุงทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) ซึ่งมีความหมายเป็น “การบำรุงรักษาเชิงป้องกันโดยทุกคน” นิยามโดยสถาบันวิศวกรโรงงานแห่งประเทศญี่ปุ่นมีรายละเอียดของ 8 เสาหลักดังนี้

2.1.1 การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) คือ การนำหัวข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Loss) และอุปสรรคในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Autonomous Backup) มาทำการแก้ไข โดยสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group) และการจัดตั้งทีมงาน (Project Team) เพื่อช่วยกันแก้ไขปัญหาให้สำเร็จ การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในแต่ละหัวข้อปัญหาเพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในเครื่องจักร กระบวนการผลิต และโรงงานโดยการกำจัดความสูญเสียให้หมดสิ้น และปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน

2.1.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) คือการบำรุงรักษาโดยใช้พนักงานที่ใช้เครื่องจักรนั้นๆ เพื่อให้การขัดข้องของเครื่องมือลดลงเป็นศูนย์ในส่วนของการทำความสะอาด หล่อลื่น ขันแน่น และตรวจเช็ครายวัน และพัฒนาทักษะไปสู่การเป็นผู้ชำนาญเครื่องจักร และเป็นผู้ชำนาญในกระบวนการของตน

2.1.3. การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Plane Maintenance) คือ การสร้างระบบบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพตลอดช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักร เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

2.1.4 การฝึกอบรมเพื่อเพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา(Education and Training) คือการสร้างระบบการฝึกอบรมและพัฒนาหลักสูตร เพื่อเพิ่มศักยภาพของพนักงานให้สอดคล้องกับคุณสมบัติ หรือความสามารถที่ต้องมีตามที่กำหนด เช่น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การปรับปรุงเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานเป็นต้น

2.1.5 การจัดการเครื่องจักร/อุปกรณ์ใหม่หรือช่วงแรก (Early / Initial Phase Management) คือ

- การออกแบบเพื่อป้องกันการบำรุงรักษา เพื่อให้การบำรุงรักษาด้วยตนเองสะดวกยิ่งขึ้น การใช้งานเครื่องมืออุปกรณ์ง่ายยิ่งขึ้น คุณภาพดีขึ้น การดูแลรักษาง่าย ซ่อมแซมได้รวดเร็ว และมีความปลอดภัยในการใช้งาน

- การพิจารณาต้นทุนตลอดอายุการใช้งาน (LCC : Life Cycle Cost)
- การจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์ก่อนการติดตั้ง
- การวางแผนงาน (Planning)
- การออกแบบ (Design)
- การประกอบเครื่องมือและอุปกรณ์ (Fabrication)
- การติดตั้งและการทดสอบเดินเครื่อง (Installation and Test Run)
- การเดินเครื่องก่อนการส่งมอบ (Commissioning)

2.1.6. การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) โดยสภาวะการเงื่อนไขควบคุมที่ถูกกำหนดขึ้นในกระบวนการผลิตมักจะเป็นสภาวะเงื่อนไขจำเป็นเท่านั้น ยังไม่ใช่สภาวะเงื่อนไขที่เพียงพอหรือดีพอ นอกจากนี้ยังขาดการควบคุมดูแล สภาวะเงื่อนไขเหล่านั้นอย่างจริงจัง จึงมักทำให้เกิดของเสียอยู่เสมอ ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ คือการป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย (Defect) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4M คือ วัตถุดิบ(Material) เครื่องจักร(Machine) วิธีการ(Method) คน(Man) โดยการกำหนดเงื่อนไขควบคุม 4 M ให้เป็นมาตรฐานที่จะไม่ทำให้เกิดของเสียได้เลย ดังนั้นจึงเป็นการสร้างระบบการบำรุงรักษาคุณภาพเชิงป้องกัน

2.1.7 การทำ TPM ในสำนักงาน (Office TPM) คือ การทำ TPM ในหน่วยงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับการผลิตโดยตรงแต่มีผลทางอ้อมต่อการผลิตหรือการทำงานสนับสนุนการผลิต เช่น ฝ่ายHR, วางแผน, จัดซื้อ, คลังสินค้าและจัดส่ง เป็นต้น โดยมุ่งเน้นการกำจัดความสูญเสีย ที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น รวมถึงสร้างความเชื่อมั่นให้แก่ลูกค้าอีกด้วย เช่น การทำงานซ้ำซ้อน การรอคอย การไม่มีมาตรฐาน การใช้วัสดุและพลังงานที่เกินความจำเป็น ความผิดพลาดในการสื่อสารเป็นต้นและโดยทั่วไปงานทางด้านธุรการจะมีลักษณะสำคัญ 3 ประการอันได้แก่ กระบวนการตัดสินใจ การสื่อสาร กระบวนการทางด้านข้อมูล กิจกรรม TPM ที่เข้ามาช่วยในการปรับปรุงได้แก่ Focused Improvement, Autonomous Maintenance, Education/Training เป็นต้น

2.1.8 การจัดการด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม (Safety, Health and Environment) คือ การสร้างระบบอาชีวอนามัย ความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมในโรงงานที่ต้องการให้อุบัติเหตุเป็นศูนย์และสร้างสภาวะแวดล้อมในการทำงานที่ดีรวมถึงลดมลภาวะ เช่น เสียง น้ำเสียและอากาศเสีย เป็นต้น

จากที่ได้กล่าวถึงกิจกรรมทั้ง 8 ของระบบการบำรุงรักษาทวีผลไว้ในข้างต้นทำให้ได้ทราบถึงความหมายของแต่ละกิจกรรมแล้วจะต้องนำหลักการและกิจกรรมต่างๆดำเนินงานในบทที่3 ดังนี้

2.1.8.1 ขั้นตอนก่อนการนำไปใช้งานโดยจัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group)

2.1.8.2 เริ่มนำไปใช้โดยชี้แจงให้สมาชิกในกลุ่มย่อยทราบ (Kickoff)

2.1.8.3 ขั้นตอนการนำไปใช้งานและสร้างความมีสเถียรภาพของกระบวนการ

2.2 การลดความสูญเสียที่เกิดจากการทำงานของเครื่องจักร

ธานี อ่วมอ้อ (2547) ได้ศึกษาความสูญเสียเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อค่า OEE เมื่อความสูญเสียเกิดขึ้นสูงก็จะทำให้ค่า OEE ต่ำ ซึ่งแนวทางการแก้ไขปรับปรุงค่า OEE ให้เพิ่มขึ้นนั้นจะต้องทำการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นลง ดังนั้นจึงต้องมาทำความเข้าใจความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการทำงานของเครื่องจักรให้ดีเสียก่อน โดยสามารถจำแนกความสูญเสียหลัก 6 ประการที่มีผลต่อเครื่องจักร

1. เครื่องจักรเสีย (Machine Breakdown) หมายถึงการทำงานของเครื่องจักรหยุดลง อันเนื่องมาจากสาเหตุต่างๆ เช่นมอเตอร์ไหม้ ลูกปืนแตก สายพานขาด เป็นต้น มีการหยุดผลิตเพื่อทำการซ่อมแซม เปลี่ยนชิ้นส่วนต่างๆ ใช้เวลาการแก้ไขมากกว่า 5 นาที

2. การปรับตั้ง และปรับแต่ง (Setup and Adjustment) หมายถึง เครื่องหยุดลงเพื่อทำการเปลี่ยนรุ่นการผลิตในแต่ละครั้งซึ่งเป็นเวลาตั้งแต่เครื่องจักรหยุดลง จนถึงเวลาที่ผลิตผลิตภัณฑ์ตัวใหม่ที่ดีตัวแรกผลิตเสร็จ และการทดสอบหาค่าปรับแต่งเครื่องจักรที่ดีที่สุดในการผลิตแต่ละครั้ง

3. การสูญเสียความเร็ว (Speed Loss) หมายถึง ความเร็วจริงในการผลิตมีค่าต่ำกว่าความเร็วมาตรฐานที่กำหนดไว้

4. เครื่องจักรหยุดเล็กๆน้อยๆ และเดินเครื่องตัวเปล่า (Minor Stoppages and Idling) หมายถึงเครื่องจักรหยุดชั่วคราวเนื่องจากสาเหตุต่างๆ เช่น แรงดันลมตก ไฟตก สวิตซ์ไฟตัด เป็นต้น และเครื่องจักรทำงานแต่ไม่มีชิ้นงานป้อน เช่น รอวัตถุดิบป้อน เป็นต้น

5. ของเสีย และงานแก้ไข (Defects and Rework) หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนด และไม่สามารถแก้ไขได้ หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐานตามที่กำหนดแต่สามารถซ่อมแซมปรับแต่ง ให้ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดได้

6. ความสูญเสียช่วงเริ่มต้นผลิต (Startup Losses) หมายถึง สูญเสียวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ไม่ได้ตามข้อกำหนดอันเนื่องจากสาเหตุการผลิตในช่วงเวลาเริ่มต้น ,เริ่มผลิตหลังจากหยุดพักช่วงเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ ,เริ่มผลิตหลังจากหยุดซ่อม

2.2.1 การแบ่งความสูญเสียออกเป็นประเภทต่างๆ

โกศล ดีศีลธรรม (2548) การวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด สามารถพิจารณาใน 3 ส่วนหลักๆคือ การใช้ประโยชน์สูงสุดจากเครื่อง หรือการปรับปรุงอัตราการเดินเครื่อง การใช้ประโยชน์สูงสุดจากวิธีการทำงานหรือการปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินเครื่อง การใช้ประโยชน์สูงสุดจากการใช้วัตถุดิบ หรือการปรับปรุงอัตราคุณภาพอัตราการเดินเครื่อง ก็คือการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสียในส่วนที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการปรับปรุงประสิทธิภาพการเดินเครื่อง ก็คือการปรับปรุงในกลุ่มที่ทำให้เครื่องจักรเสียกำลัง และการปรับปรุงอัตราคุณภาพ ก็คือ การปรับปรุงเพื่อลดของเสียในกลุ่มที่ทำให้เกิดของเสีย ซึ่งทางผู้วิจัยได้ทดลองนำตัวอย่างข้อมูลความสูญเสียที่เก็บมาได้จากใบบันทึกกระบวนการผลิตประจำวันและประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพื่อจะได้ทราบรายละเอียดของความสูญเสียต่างๆที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ ซึ่งแสดงอยู่ในตารางที่ 2.1 แสดงการแยกประเภทของการสูญเสียต่างๆ และเพื่อการจัดการหาค่า OEE เราจึงทำการจัดกลุ่มความสูญเสียต่างๆออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

1.)ความสูญเสียกลุ่มที่ 1 หรือกลุ่มที่ทำให้เครื่องจักรหยุดทำงาน(Shutdown Loss) คือเหตุการณ์ใดๆก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วเครื่องจักรต้องหยุดทำงาน เช่น สายพานขาด เปลี่ยนแม่พิมพ์ เครื่องจักรเสียเป็นต้น ความสูญเสียเหล่านี้เมื่อเกิดขึ้นแล้วต้องใช้การแก้ไขนาน และความสูญเสียเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดอัตราการเดินเครื่องที่ต่ำ

2.)ความสูญเสียกลุ่มที่ 2 หรือกลุ่มที่ทำให้เครื่องจักรเสียกำลัง(Capacity Loss) คือเหตุการใดๆก็ตาม ที่เกิดขึ้นแล้วเครื่องจักรทำการผลิตได้ช้าลง และไม่ได้ผลลัพธ์ตามเป้าหมาย เช่น เครื่องจักรสูญเสียความเร็ว หรือช่วงที่เริ่มเดินเครื่อง ซึ่งเครื่องยังไม่มีความเร็วเต็มที่ เป็นต้น ความสูญเสียเหล่านี้เป็นผลให้ประสิทธิภาพการเดินเครื่องต่ำ

3.) ความสูญเสียกลุ่มที่ 3 หรือกลุ่มที่ทำให้เครื่องจักรผลิตงานเสียหรืองานซ่อม (Yield Loss) คือเหตุการณ์ใดๆก็ตามที่เกิดขึ้นแล้วทำให้เสียเวลาในการผลิตเนื่องจากเรื่องของคุณภาพเป็นเกณฑ์กำหนด ไม่ว่าชิ้นงานนั้นจะสามารถใช้ได้หรือใช้ไม่ได้แต่ต้องนำกลับไปแก้ไข ก็ให้นับว่าเป็นการสูญเสียในกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่เกิดขึ้นแล้วส่งผลให้อัตราคุณภาพลดต่ำลงซึ่งในกระบวนการผลิตท่อพบงานปัญหาคุณภาพจากเครื่องจักรและปัญหาจากวัตถุดิบโดยมีรายละเอียดของปัญหาดังตารางที่2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดปัญหาคุณภาพจากกระบวนการผลิตท่อโครงสร้าง

รายละเอียดปัญหาคุณภาพจากกระบวนการผลิตท่อโครงสร้าง		
ลำดับที่	ปัญหาคุณภาพ	เครื่องจักร/วัตถุดิบ
1	สนิมที่ผิวท่อจากน้ำยาหล่อเย็นของเครื่องจักร	เครื่องจักร
2	รอยยุบที่ผิวท่อ	เครื่องจักรและวัตถุดิบ
3	รอยเชื่อมข้อต่อ	เครื่องจักร
4	รอยขีดขูด	เครื่องจักร
5	ความกว้างไม่ได้มิติ	เครื่องจักร
6	ตะเข็บเชื่อมเอียง	เครื่องจักร
7	รอยโรลมาร์ค	เครื่องจักร
8	ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	เครื่องจักร
9	ท่อโค้ง, โก่ง ตามความยาว	เครื่องจักร
10	ท่อบิดตัว	เครื่องจักร
11	ท่อไม่ได้ฉาก	เครื่องจักร
12	รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	เครื่องจักร
13	ความหนาตกมาตรฐาน	วัตถุดิบ
14	เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	เครื่องจักร
15	ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	เครื่องจักร
16	ตะเข็บท่อเกยกัน	เครื่องจักร
17	รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	เครื่องจักร
18	รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	วัตถุดิบ
19	มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	เครื่องจักร
20	หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	เครื่องจักร
21	น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	เครื่องจักร
22	คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	วัตถุดิบ

2.3 การวัดผลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย (2556) การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึง

สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

OEE ย่อมาจาก Overall Equipment Effectiveness หรือเรียกภาษาไทยว่า "ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์" ซึ่งในปัจจุบันวิธีในการวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ นั้นมีเพียงวิธีนี้วิธีเดียวซึ่งเป็นที่นิยมมาก จนกระทั่งประเทศญี่ปุ่นได้นำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการให้รางวัล Productive Maintenance หรือเป็นรางวัลที่ให้แก่โรงงานที่เป็นที่ยอมรับในการบำรุงรักษาแบบทวีผล เนื่องจากหลักการและวิธีคิดพื้นฐานไม่ซับซ้อนและเห็นภาพได้อย่างชัดเจนในแง่ของความเป็นจริง ทั้งยังสามารถพิสูจน์ได้ และสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจน

โดยมีหลักการที่สามารถเข้าใจได้ง่ายตั้งแต่ผู้บริหารระดับสูงจนถึงระดับพนักงานคุมเครื่องจักร เครื่องจักรที่ดีไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องจักรที่ไม่เสีย เปิดสวิตช์เมื่อใดทำงานได้เมื่อนั้น หากแต่ต้องเป็นเครื่องจักรที่เปิดขึ้นมาแล้วทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพคือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลัง แต่ชิ้นงานที่ผลิตออกมาไม่มีคุณภาพ ก็คงไม่มีประโยชน์อะไร ดังนั้นเรื่องคุณภาพของงานผลิตท่อโครงสร้างเพื่ออุตส่าหกรรมยานยนต์ที่ผลิตออกมาจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะใช้ในการพิจารณาเครื่องจักร และที่สำคัญเครื่องจักรที่ดีต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัยและก่อให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด

การคำนวณ OEE

ประกอบด้วยผลคูณของ 3 Factor ดังนี้

1.อัตราเดินเครื่อง (Availability)

2. ประสิทธิภาพเดินเครื่อง (Performance Efficiency)

3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

ซึ่งเมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต อันได้แก่ พนักงาน, เครื่องจักร และชิ้นงานที่ผลิต มาวิเคราะห์แล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับระบบการผลิตของเราบ้าง ซึ่ง OEE จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นสภาพโดยรวมในระบบการผลิตนั่นเอง

2.3.1 อัตราการเดินเครื่อง (Availability) คือ การแสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง (Operating Time) กับเวลารับภาระงาน (Loading Time)

$$\text{อัตราการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \quad (2.1)$$

2.3.2 ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) คือ การแสดงสมรรถนะเครื่องจักรในการทำงาน เป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) กับเวลาเดินเครื่อง (Operating Time)

$$\text{ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง} = \frac{\text{เวลามาตรฐาน X จานวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \quad (2.2)$$

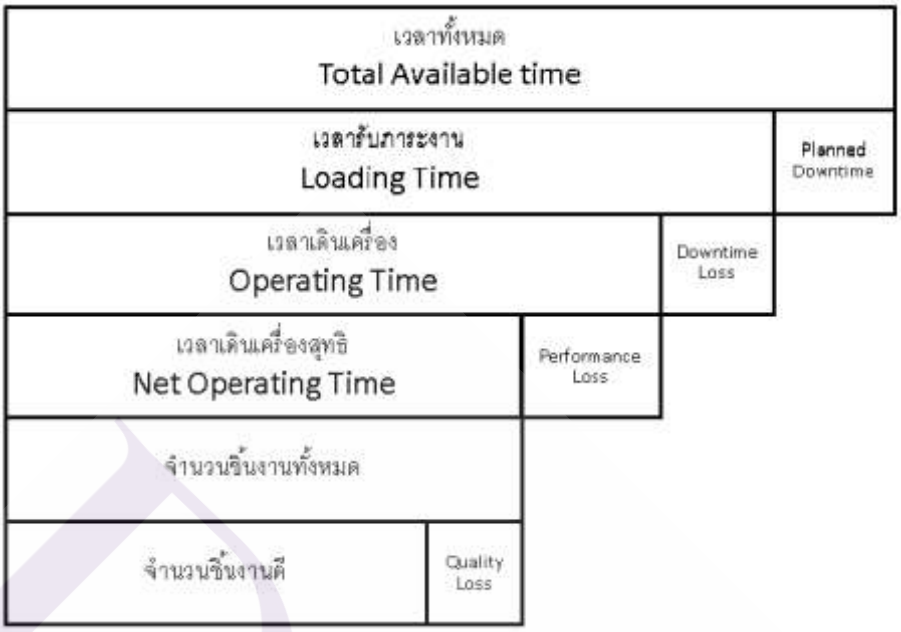
2.3.3 อัตราคุณภาพ (Quality Rate) คือการแสดงความสามารถในการผลิตของดีตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักร ต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} = \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}} \quad (2.3)$$

เมื่อทราบค่าอัตราการเดิน ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ จะสามารถทำการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวม ได้โดยการนำค่าทั้ง 3 ค่ามาคูณกันได้ผลลัพธ์ออกมามีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังที่กล่าวไว้ด้านล่างนี้

%OEE = อัตราการการเดินเครื่อง X ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง X อัตราคุณภาพ

(Availability) (Performance Efficiency) (Quality Rate)



ภาพที่ 2.2 แสดงเวลาที่ใช้ในการหาอัตราการเดินเครื่อง ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง และอัตราคุณภาพ

ที่มา : โกศล ดีศีลธรรม (2548)

เมื่อการตรวจสอบกระบวนการผลิตทำให้ทราบค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแล้วนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของเครื่องมือคุณภาพเพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

2.4 เครื่องมือที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์

2.4.1 แผนผังพาเรโต (Pareto Diagram)

หลักการพาเรโต (Pareto: 80/20) ผู้สร้างกฎ “วิลเฟรโด พาเรโต” ได้ให้นิยามไว้ว่าทุกกิจกรรมจะสิ่งที่สำคัญหรือมีประโยชน์ที่จำเป็นจำนวนที่น้อย และมีสิ่งที่ไม่สำคัญหรือไม่มีประโยชน์จำนวนที่มากกว่า ประมาณในอัตราส่วน 20 ต่อ 80 หรือเรียกว่า กฎ 80/20 ของพาเรโต เป็นกฎที่แสดงถึงความไม่สมดุลที่สามารถพบเห็นทั่วไปในชีวิตประจำวัน จุดสำคัญอยู่ที่ว่าการที่เราตัดสินใจที่จะเลือกเน้นสิ่งที่สำคัญมากซึ่งเป็นกิจกรรมที่มี 20 % ที่สำคัญให้สำเร็จก่อนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ 80 % การเลือกทำเพื่อให้การใช้แรงเพียง 20 % จะได้ผลลัพธ์ 80 %

ขั้นตอนการสร้างแผนภูมิพาเรโต

แสดงรายละเอียดของข้อมูลวิธีการทั้งหมด 10 ขั้นตอนและภาพแผนภูมิดังแสดงในภาพที่ 2.3

1) ตัดสินใจว่าจะศึกษาปัญหาอะไร และต้องการเก็บข้อมูลชนิดใด

2) แยกปัญหาเล็กที่สำคัญออกจากปัญหาใหญ่ ประเภทน้อยชนิดแต่มีผลกระทบมาก (The Vital Few) ประเภทมากชนิดแต่มีผลกระทบน้อย (The Trivial Many)

3) ออกแบบแผ่นบันทึกความบ่อยครั้งของข้อมูลที่ตรวจพบ (Data tally sheet) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลแยกตามหัวข้อต่างๆ เช่น การใช้ตารางตรวจสอบ

4) เขียนตารางแสดงสิ่งต่อไปนี้ ได้แก่ หัวข้อของสาเหตุหรือปัญหา จำนวน จำนวนสะสม เปอร์เซ็นต์สะสม

5) นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากขั้นตอน 1-3 มาบรรจุลงในตาราง โดยเรียงลำดับข้อมูลจากรายการที่มีการตรวจพบจำนวนมากที่สุดก่อนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ยกเว้นรายการอื่นๆให้เอาไว้ท้ายสุดเสมอ จากนั้นคำนวณค่ามากที่สุดก่อนแล้วเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ยกเว้นรายการอื่นๆให้เอาไว้สุดท้ายเสมอ จากนั้นคำนวณความถี่สะสมของข้อมูล

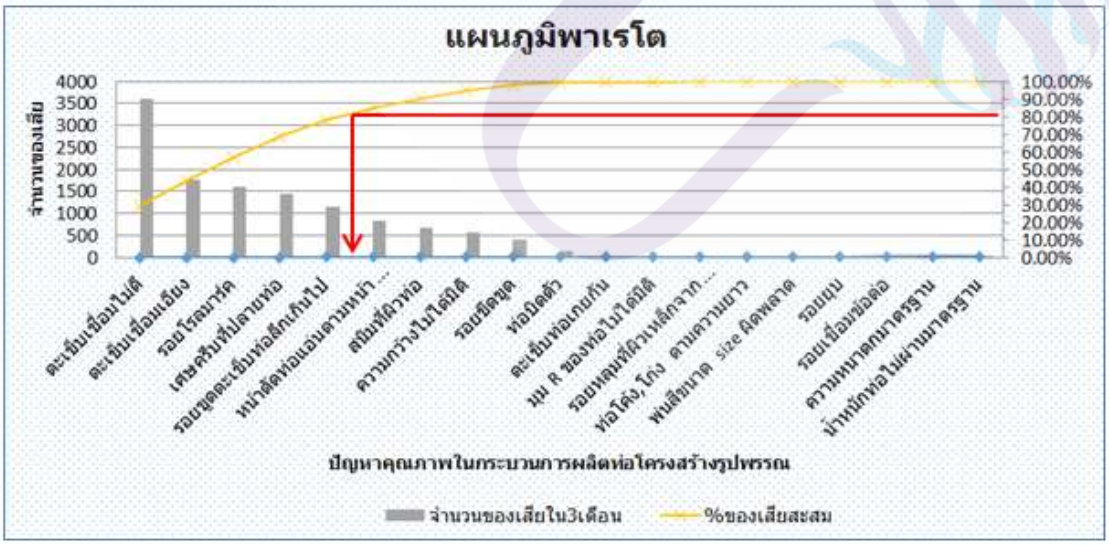
6) คำนวณเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละตัว (เทียบร้อยละจากข้อมูลทั้งหมด)

7) คำนวณเปอร์เซ็นต์สะสม (สะสมแล้วต้องได้ 100%)

8) เขียนกราฟแท่ง โดยให้แกนตั้งซ้ายมือแสดงจำนวน ส่วนขวามือแสดงเปอร์เซ็นต์และให้แกนนอนแสดงการจำแนกของปัญหาหรือข้อมูล โดยให้ความสูงของกราฟแต่ละแท่งแสดงจำนวนหรือเปอร์เซ็นต์ของข้อมูลแต่ละหัวข้อตามลำดับ (ยกเว้นอื่นๆ ซึ่งจะต้องเอาไว้แท่งสุดท้ายเสมอ)

9) ลากกราฟเส้นแสดงการสะสมข้อมูล (ทั้งจำนวนและเปอร์เซ็นต์)

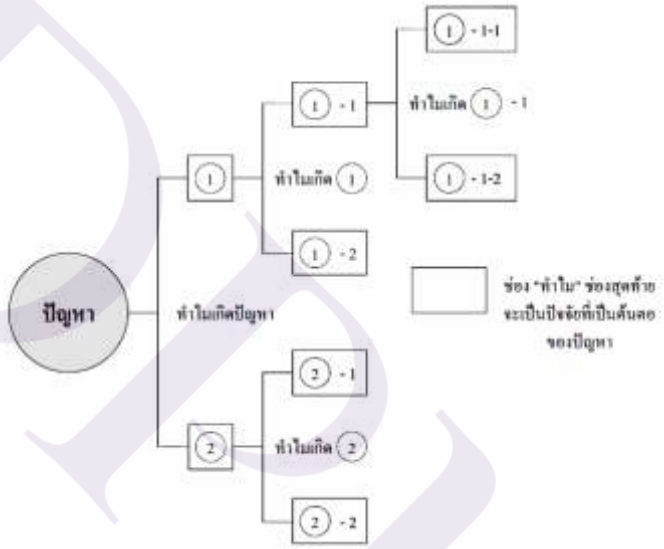
10) ลงรายละเอียดต่างๆ ของแผนภูมิพาเรโต



ภาพที่ 2.3 กราฟแสดงตัวอย่างแผนภาพพาเรโต ที่ทำการลากเส้นตามกฎ 80-20

2.4.2 เทคนิควิเคราะห์หาสาเหตุ Why-Why Analysis

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย (2556) Why-Why Analysis เป็นเทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่ เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอน ไม่เกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดา โดยวิธีคิดของ Why Why Analysis ดังในรูปที่ 2.4 เมื่อมีปรากฏการณ์อย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น ให้ทำการพิจารณาประกอบกับการสังเกต ณ สถานที่เกิดปรากฏการณ์จริง หัวข้อสำรวจหรือสาเหตุที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์นั้น หัวข้อสำรวจใดเป็น NG และ OK หลังจากนั้นพิจารณาต่อเฉพาะปัจจัยที่เป็น NG โดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” จนกว่าจะพบสาเหตุที่แท้จริงของการที่ทำให้หัวข้อที่สำรวจเกิดการNGและทำการกำหนดมาตรการการแก้ไข



ภาพที่ 2.4 แนวคิดการวิเคราะห์ Why-Why Analysis

ที่มา : www.isothai.com

โดยมีขั้นตอนการปรับปรุงและทำการแก้ไขด้วย Why-Why Analysis ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กำหนดหัวข้อเรื่องที่สนใจที่เป็นปัญหาเพื่อมาปรับปรุงแก้ไข
2. ทำการสำรวจถึงความจริงของสภาพที่เป็นอยู่ของปัญหา ทั้งในด้านของสถิติ และการไปสำรวจพื้นที่จริง ที่เป็นผลของการเกิดปัญหา
3. ตั้งเป้าหมายที่จะลดปัญหาดังกล่าวให้กลายเป็นศูนย์
4. กำหนดแผนของกิจกรรมการดำเนินการ

4.1 สำรวจความจริงของปัญหา

4.2 วิเคราะห์ด้วยวิธีการ Why- Why

4.3 เสนอแนวทางแก้ไขปัญหา

4.4 ทำการแก้ไขตามแนวทางที่ได้เสนอไว้

2.5 การระดมความคิด (Brain Storming)

ณัฐนนท์ จิวะไพศาลพงศ์ (2555) Brain storming Technique เป็นแนวคิดที่ได้รับการพัฒนามาจาก Alex Osborn ผู้บริหารในบริษัทโฆษณาที่มีชื่อเสียงในปลายปี 1930 ซึ่งเขาเชื่อว่าองค์กรใดๆ ก็ตามจะประสบความสำเร็จด้วยการมีความคิดอย่างสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ๆ แต่ความคิดเห็นนี้อาจจะถูกทำลายด้วยพฤติกรรมของคนบางกลุ่ม โดยเฉพาะหากความคิดนี้ไม่ได้รับการเสนอจากผู้มีอำนาจ เขาจึงได้เสนอแนวทางที่จะให้ทุกคนสามารถเสนอความคิดสร้างสรรค์ของตนเองออกมาได้อย่างเต็มที่ ซึ่งจะได้ความคิดเห็นจำนวนมาก จากนั้นจึงเลือกสรุปเอาแนวความคิดที่ดีออกมาจนได้แนวความคิดชั้นยอดในที่สุด ทำให้วิธีการระดมความคิดนี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย สิ่งสำคัญที่สุดของการระดมความคิดคือการแยกกันอย่างเด็ดขาดระหว่าง ความคิด (Idea) และการนำมาประยุกต์

Costin H (1996) ได้กล่าวไว้ว่า brain storming เป็นกระบวนการสร้างสรรค์ที่มีความมุ่งหมายเพื่อระดมความคิดของกลุ่มคนที่เกี่ยวข้อง ทำการพิจารณาถึงปัญหา สร้างความคิดเห็นต่างๆ หลายทางเลือก และนำความคิดเห็น คำแนะนำนั้นมาใช้แก้ปัญหา ซึ่งขั้นตอนในการระดมความคิดประกอบด้วย

1. เปิดประเด็นปัญหา
2. ระดมความคิดเพื่อสร้างประเด็นปัญหาใหม่ๆ ให้มากที่สุด
3. การยอมรับประเด็นปัญหา
4. ระดมความคิดเพื่อหาวิธีขจัดปัญหา
5. คัดเลือกความคิด เพื่อใช้แก้ปัญหา
6. ประเมินแนวทางขจัดปัญหา
7. กำหนดรายละเอียดของทางแก้ปัญหา
8. เขียนแผนปฏิบัติการ
9. นำไปปฏิบัติ

ข้อดีของการระดมความคิด

จะได้ความคิดริเริ่ม ความคิดใหม่ๆ จากกลุ่มผู้ปฏิบัติงานจำนวนมาก และบางความคิดเห็นจะเป็นการเสริมความคิดซึ่งกันและกัน ถ้าสมาชิกของกลุ่มมาจากสาขาวิชาต่างๆ กัน จะได้แนวความคิดที่หลากหลายและดีมากขึ้น

ข้อจำกัดของการระดมความคิด

ความคิดเห็นนั้นจะถูกจำกัดหรือแสดงออกน้อยมาก ถ้าสมาชิกในกลุ่มเพิ่งพบกันเป็นครั้งแรก ไม่รู้จักกัน หรือมีความสัมพันธ์ในฐานะผู้บังคับบัญชาและผู้ใต้บังคับบัญชา จะทำให้การแสดงความคิดเห็นนั้นไม่ได้เป็นไปอย่างอิสระ เสรี และอาจจะถูกชักนำให้ออกนอกเรื่อง หรือเป็นการอภิปรายของการพูดของคนไม่กี่คน ทำให้คนอื่นไม่กล้าแสดงความคิดเห็นออกมา

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณรงค์ ตั้งระดมสิน (2547) ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการ บำรุงรักษาด้วยตนเอง โดยจากผลการศึกษาพบและวิเคราะห์พบว่าเครื่องจักรที่มีความสำคัญมากที่สุดที่จะทำการปรับปรุง คือ เครื่องตัด เหล็กม้วน S41 เนื่องจากผลผลิตที่ออกจากเครื่องนี้จะเข้าไปยังเครื่องจักรอื่นๆ ภายในโรงงาน คิดเป็น 90% ของน้ำหนักทั้งหมด รองลงไปคือ เครื่องตัดเหล็ก L61 และ L41 ก่อนการปรับปรุงโรงงานใช้ระบบการซ่อมเมื่อเครื่องจักรเสีย (Breakdown Maintenance) โดยอยู่ในความรับผิดชอบของฝ่ายวิศวกรรม สาเหตุหลักที่ทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของโรงงานแห่งนี้มีค่าต่ำเนื่องมาจากพนักงานฝ่ายผลิตใช้เครื่องไม่ถูกต้อง ขาดความเข้าใจในการตั้งเครื่อง พนักงานไม่สนใจในการบำรุงรักษา ไม่มีมาตรฐานในการบำรุงรักษา และขาดการตรวจเช็คประจำวัน แนวทางในการปรับปรุงในโรงงานแห่งนี้คือ ทำความเข้าใจกับผู้บริหารในการนำให้ใช้วิธีระบบการบำรุงรักษาด้วยตนเองมาใช้และทำการอบรมให้กับพนักงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการกำหนดความรับผิดชอบในการบำรุงรักษาเครื่องจักร ภายหลังจากได้นำระบบมาใช้เป็นระยะเวลา ประมาณ 4 เดือน พบว่าผลการประเมินด้วยดัชนีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 64.98% เป็น 70.25% หรือเพิ่มขึ้น 5.27%

โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล (2550) งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ด้วยการจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ซึ่งจะประกอบไปด้วย ส่วนการคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร,ส่วนบำรุงรักษา,ส่วนการจัดตารางการซ่อมของเครื่องจักร ทางผู้วิจัยได้นำโปรแกรมดังกล่าวไปประยุกต์ใช้กับเครื่องไอออนเวิร์คเคอร์ของโรงงานผลิตลิฟต์ จากการวิเคราะห์เครื่องไอออนเวิร์คเคอร์ ทางผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงในส่วนของ การขนถ่ายวัตถุดิบ,ปรับปรุงเวลาในการตัดมุมวัตถุดิบและปรับปรุงการอ่านแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม ส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น 2.28 เท่า และมีมูลค่าการสูญเสียต่อผลิตภัณฑ์ลดลง 56.13%

ณัฐนนท์ จิวะไพศาลพงศ์ (2555) ได้ทำการศึกษาการนำเครื่องมือควบคุมด้านคุณภาพ (7QC Tools) มาใช้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อทำการแก้ไขของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตสินค้าตัวอย่าง

ด้วยการใช้ใบตรวจสอบ (Check sheet) สำรวจและเก็บข้อมูล ด้วยการนำข้อมูลมาแจกแจงด้วยแผนภูมิพาเรโต (Pareto chart) จากนั้นใช้ (Brainstorming, Fish-Bone diagram) เพื่อหาและวางมาตรการแก้ไขลดปริมาณสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งเกิดจากเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานานขาดการบำรุงรักษาที่ดี อีกทั้งรวมไปถึงการตั้งเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม หลังจากการดำเนินการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่างๆ พบว่าสามารถลดของเสียจากการผลิตคิดเป็นมูลค่า 1.07 ล้านบาทต่อปี และสามารถลดเวลาในการหาสินค้าคงคลังลงร้อยละ 43.17

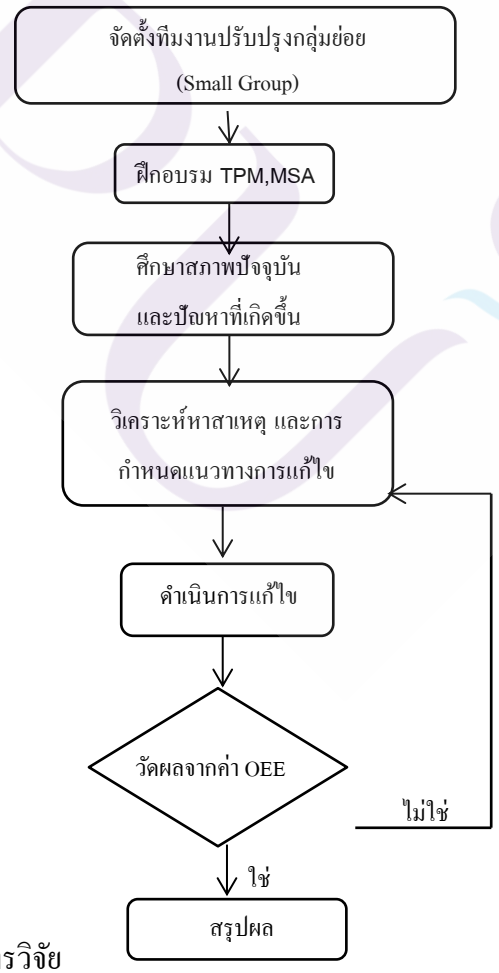
เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย (2556) ได้ศึกษานำการบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM) มาการปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) มุ่งเน้นการลดความสูญเสียหลัก 6 ประการ ที่มีผลต่อการทำงานของเครื่องจักร และมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เป็นตัวชี้วัดผลการดำเนินการลดความสูญเสียมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัย ซึ่งการที่จะเพิ่มค่า OEE ให้สูงขึ้นได้นั้นจะทำการศึกษาสภาพการทำงานปัจจุบันของเครื่องจักรก่อนเป็นอันดับแรก คำนวณค่า OEE ของสภาพการทำงานของเครื่องจักรออกมา หากมีค่าไม่ถึง 85% (http://www.oee.com/world-class-oee.html, 2012) นั้นหมายความว่า เครื่องจักรที่ทำการศึกษานั้นยังมีความสูญเสียเกิดขึ้นสูงอยู่ จะต้องทำการแก้ไขปรับปรุง โดยการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ ได้แก่ พาเรโตไดอะแกรม ใช้เพื่อจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้ ค่า OEE ต่ำ โดยการใช้หลัก 80 : 20 เพื่อเลือกหัวข้อใดที่ส่งผลกระทบต่อความสูญเสียที่เกิดขึ้น และ หลังจากที่ทราบหัวข้อปัญหาที่จะทาการแก้ไขปรับปรุงแล้ว มีการวิเคราะห์ Why-Why เพื่อหาสาเหตุรากเหง้าหรือสาเหตุที่แท้จริงของแต่ละปัญหา เป็นต้น ซึ่งการแก้ไขปรับปรุงแต่ละปัญหา หมายถึง การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) ซึ่งจะต้องปรับปรุงในรูปแบบของการป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำด้วย ซึ่งหมายถึง การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) กำหนดให้มีแผนการตรวจสอบเครื่องจักรโดยการนำแนวคิดและหลักการของการตรวจสอบด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาประยุกต์ใช้ร่วมด้วย และกำหนดให้ผู้ใช้งานเครื่องจักรเป็นผู้ตรวจสอบเครื่องจักรอย่างเป็นประจำอย่างเคร่งครัด เพื่อให้เครื่องจักรมีสภาพความพร้อมใช้งาน และทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดีอยู่เสมอทำให้การเกิดการขัดข้องลดลงส่งผลทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องเชื่อมครีบระบายความร้อน โดยเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 77.88 เป็นร้อยละ 82.82 คิดเป็นร้อยละที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 4.94 ค่าใช้จ่ายความสูญเสียเฉลี่ยลดลงจากเดิม 198,667 บาทต่อเดือน เป็น 137,939.60 บาทต่อเดือน ลดลงเท่ากับ 60,727 บาทต่อเดือน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ ได้ผลสรุปว่าผลงานวิจัยของนักวิจัยหลายๆท่านนั้นที่ได้ทำการวิจัยมาแล้ว เป็นการวิจัยที่มีเนื้อหาที่น่าสนใจ และสามารถนำข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในส่วนของงานที่เกี่ยวข้องในทางทฤษฎีที่เกี่ยวกับการปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร(OEE) ซึ่งถ้าหากมีการนำเอามาประยุกต์และปรับปรุงเข้ามาใช้กับงานวิจัยอื่นๆแล้วนั้น จะสามาถให้แนวคิดและวิธีการซึ่งส่งผลให้

งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้างานวิจัยหลายๆงานของผู้วิจัยที่ได้ทำมาเพื่อใช้เป็นแนวคิดวิธีการ และทฤษฎีในการดำเนินงานวิจัยให้สำเร็จต่อไป

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

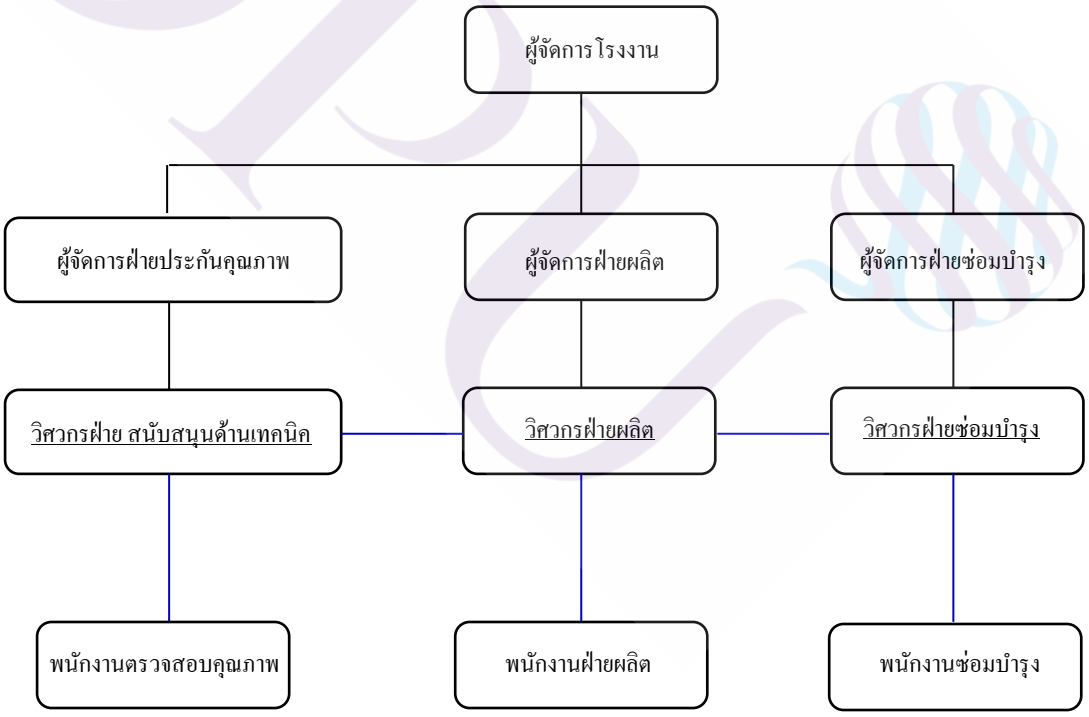
ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิจัย ของทางที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษาในโรงงานผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ ซึ่งใช้หลักกระบวนการผลิตในแบบ ERW (Electric Resisstance Welding) ซึ่งโครงสร้างของ กระบวนการผลิตมีกลไกลที่สลับซับซ้อน และเป็นเครื่องจักรใหม่ที่ถูกนำเข้ามาเมื่อปี 2559 เพื่อรองรับงานผลิตที่เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตลาดใหม่ที่เป็นการผลิตท่อเหล็กในงานกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ แต่ความสามารถของเครื่องจักรนั้นยังไม่ตอบโจทย์กระบวนการผลิตเท่าที่ควร เพราะเป็นเครื่องที่ผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณในกลุ่มงานก่อสร้างทั่วไป ดังนั้นในการผลิตท่ออุตสาหกรรมยานยนต์จึงส่งผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยเฉพาะอัตราคุณภาพ(Quality rate) ค่อนข้างต่ำ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.1 จัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group)

การกำหนดสมาชิกกลุ่มจากหน่วยงานที่มีส่วนเกี่ยวข้อง คือ ฝ่ายผลิต ฝ่ายสนับสนุนด้านเทคนิค (ซึ่งผู้วิจัย มีส่วนร่วมในการดำเนินการอยู่ในสังกัดงานฝ่ายสนับสนุนทางด้านเทคนิค มีหน้าที่ในการวางแผน การกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและเข้าร่วมดำเนินการในงานผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เพื่อการควบคุมคุณภาพและกระบวนการผลิตให้เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า รวมถึงประสานงานผู้เกี่ยวข้องให้มีความก้าวหน้า จนสำเร็จลุล่วงเป็นไปตามแผนงาน และเป้าหมายที่กำหนดไว้ สุดท้ายนำเสนอต่อผู้บริหารระดับสูง และขยายผลการดำเนินการไปยังสายการผลิตอื่นๆ ที่ใช้เครื่องจักรเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิต เช่น สายการผลิตกระบวนการขึ้นรูปด้วยวิธีการพับและกระบวนการตัดShearing เป็นต้น) ร่วมกับฝ่ายซ่อมบำรุง ในการปรับปรุงเครื่องจักรเพื่อคุณภาพ ดังในรูปที่ 3.2 โดยใช้แนวคิดการจัดตั้งทีมงานปรับปรุงกลุ่มย่อย (Small Group) แบบ การทำให้เกิดการมีส่วนร่วม การบำรุงรักษาไม่ใช่หน้าที่ของฝ่ายใดฝ่ายหนึ่ง หรือฝ่ายซ่อมบำรุงเพียงฝ่ายเดียว จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการร่วมกัน เพื่อให้สามารถขจัดลดความสูญเสียทำให้เครื่องจักรพร้อมใช้งานอยู่เสมอและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ดี



ภาพที่ 3.2 แผนผังสมาชิกกลุ่มย่อย

ในช่วงเริ่มต้น (Kickoff) มีการดำเนินการชี้แจงวัตถุประสงค์ของโครงการให้สมาชิกกลุ่มย่อยทราบในการที่จะลดความสูญเสียของการทำงานของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ โดยที่จะนำระบบ TPM ดัชนี OEE มาใช้ในการดำเนินการแก้ไข โดยได้มีการดำเนินการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบตามกิจกรรมหลักของระบบ TPM ดังนี้

1. การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement) รับผิดชอบร่วมกันทุกฝ่าย รายละเอียดของการดำเนินการ คือ ค้นหาและนำหัวข้อปัญหาที่ก่อให้เกิดความสูญเสีย (Loss) และอุปสรรคในการบำรุงรักษาเครื่องจักร (Autonomous Backup) ทำการแก้ไขและปรับปรุง

2. การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) รับผิดชอบโดยฝ่ายผลิต รายละเอียดของการดำเนินการคือ การทำความสะอาด หล่อลื่น ขันแน่น และตรวจเช็คประจำวัน และพัฒนาทักษะไปสู่การ เป็นผู้ชานาญเครื่องจักร และเป็นผู้ชานาญในกระบวนการของตน

3.การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) โดยสภาวะการตามเงื่อนไขควบคุมที่ถูกกำหนดขึ้นในกระบวนการผลิตมักจะเป็นสภาวะเงื่อนไขจำเป็นเท่านั้น ยังไม่ใช่สภาวะเงื่อนไขที่เพียงพอหรือดีพอ นอกจากนี้ยังขาดการควบคุมดูแล ในส่วนของสภาวะเงื่อนไขเหล่านั้นอย่างจริงจัง จึงมักทำให้เกิดของเสียอยู่เสมอ ดังนั้นการบำรุงรักษาเชิงคุณภาพคือ การป้องกันไม่ให้เกิดของเสีย (Defect) ซึ่งมีสาเหตุมาจาก 4M คือ วัตถุดิบ(Material) เครื่องจักร(Machine) วิธีการ (Method) คน(Man) โดยการกำหนดเงื่อนไขควบคุม 4M ให้เป็นมาตรฐานที่จะไม่ทำให้เกิดของเสียได้เลย ดังนั้นจึงเป็นการสร้างระบบการบำรุงรักษาคุณภาพเชิงป้องกัน

หมายเหตุ: การวิจัยนี้จะเน้นปฏิบัติในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ 1) การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย และ 2) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง 3) การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพเท่านั้น เพราะเนื่องจากโรงงานตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้เข้าทำการศึกษานั้นยังไม่มีนโยบายที่จะนำ TPM มาดำเนินการอย่างเต็มระบบ

3.2 การฝึกอบรม

การฝึกอบรม ถือว่าเป็นการปรับพื้นฐานความรู้ของสมาชิกกลุ่มย่อยให้มีความรู้ความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกันซึ่งถือว่า เป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในช่วงเริ่มต้นการดำเนินการดังแสดงในรูปภาพที่3.3 ภาพที่3.4 และ ภาพที่3.5 โดยได้มีการจัดฝึกอบรม มีหัวข้อการฝึกอบรม (Course Outline) ดังนี้

3.2.1 การบำรุงรักษาทวีผล (Total Productive Maintenance : TPM)

1. ความหมายของ TPM และแนวคิดพื้นฐาน
2. ขั้นตอนการดำเนินการ TPM
3. ความสูญเสียหลัก 6 ประการ และ OEE
4. 8 กิจกรรมหลัก TPM
    1) การปรับปรุงเพื่อลดความสูญเสีย (Focused Improvement)
    2) การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)
    3) การบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance)
    4) ฝึกอบรม เพิ่มทักษะการเดินเครื่องและการบำรุงรักษา (Education/Training)
    5) การจัดการเครื่องจักรใหม่ (Early Management)
    6) การบำรุงรักษาเชิงคุณภาพ (Quality Management)
    7) การปรับปรุงสำนักงาน (Office TPM)
    8) การจัดการด้านความปลอดภัย (Safety/Environment)

หัวข้อการอบรม ดังที่ได้กล่าวมาได้รับการฝึกอบรมจาก ทีมงานFUCHS โดย วิทยากร อาจารย์ ปรีชา รัตนจันทร์ ในเดือนมีนาคม 2560

ภาพที่ 3.3 การฝึกอบรมแก่สมาชิกกลุ่มย่อย ในหัวข้อการบำรุงรักษาเครื่องจักรระบบ TPM

3.2.2 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness : OEE)

3.2.2.1 ทำความเข้าใจกับ OEE คืออะไร

3.2.2.2 แนวคิด OEE

3.2.2.3 การคำนวณหาค่า OEE

3.2.2.4 ประโยชน์ของ OEE

3.2.2.5 ขั้นตอนการหาค่า OEE

3.2.2.6 การคำนวณหาค่า OEE (Work Shop)

ภาพที่ 3.4 การฝึกอบรมแก่สมาชิกกลุ่มย่อยในเรื่องของ “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE”

3.2.3 GR&R (Gage Repeatability & Reproducibility) ความสามารถในการวัดซ้ำและความสามารถในการให้ผล อบรมโดยทีมงานแผนกประกันคุณภาพ ดังแสดงในภาพที่ 3.5

ทางผู้วิจัยต้องการเคลียร์ข้อมูลความสามารถในการตรวจสอบงาน ในขณะที่มีการปรับตั้งค่าเครื่องจักรในการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณและการตรวจสอบคุณภาพในระหว่างกระบวนการผลิต(Inprocess Inspection) ที่จะต้องมีการวัด Dimension ของงานก่อนผลิตอย่างต่อเนื่อง จึงได้นำพนักงานหน้าเครื่องมาทำการอบรมให้มีความพร้อมจริงอีกครั้ง(Refresh Training) โดยตรวจสอบความรู้ก่อนอบรมและหลังอบรม

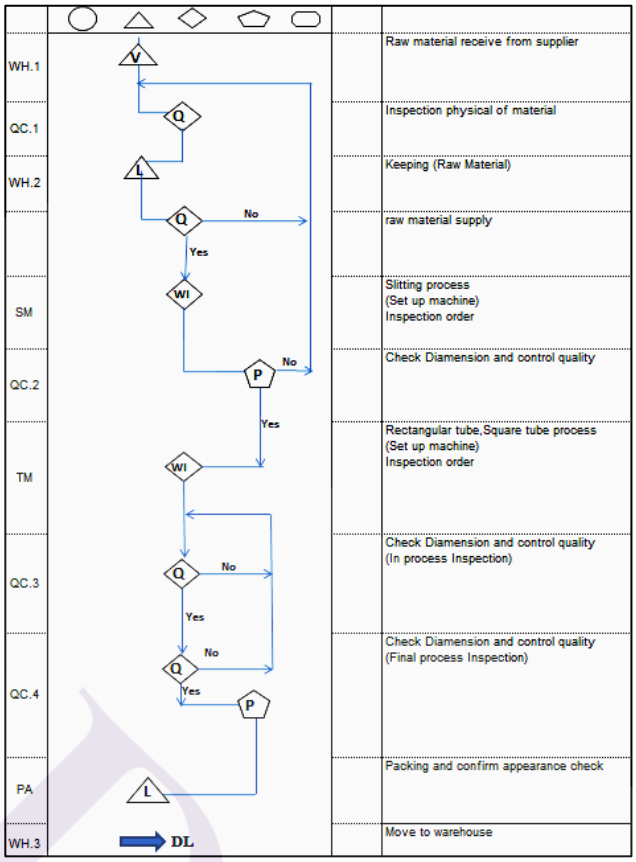
ภาพที่ 3.5 การฝึกอบรมสมาชิกกลุ่มย่อยในเรื่องของความสามารถในการวัด

ตารางที่ 3.1 แสดงการวิเคราะห์จากผลการคำนวณค่าความสามารถในการวัดซ้ำ

Measurement Unit Analysis						% Total Variation (TV)		
Repeatability – Equipment Variation (EV)								
EV	=	$\bar{\bar{R}} \times K_1$		Trials	K1	% EV	=	100 (EV/TV)
	=	0.2000 x 0.5908		2	0.8862		=	100(0.11816/40.98220)
	=	0.11816		3	0.5908		=	**0.29%**
Reproducibility – Appraiser Variation (AV)								
AV	=	$[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]^{1/2}$				% AV	=	100 (AV/TV)
	=	[(61.8333 x 0.5231)^2 – (0.1182 ^2/(5 x 3))]^1/2					=	100(32.34500/40.98220)
	=	32.34500	Trials	2	3		=	**78.92%**
			K_2	0.7071	0.5231	n = number of parts		
Repeatability & Reproducibility (R & R)						r = number of trials		
R & R	=	$[(EV^2 + AV^2)]^{1/2}$		Parts	K_3			
	=	[(0.11816^2 + 32.34500^2)]^0.5		2	0.7071	% R&R	=	100 (R&R/TV)
	=	32.34522		3	0.5231		=	100(32.34522/40.98220)
Part Variation (PV)				4	0.4467		=	**78.93%**
PV	=	$R_P \times K_3$		5	0.4030			
	=	62.44667 x 0.403		6	0.3742	% PV	=	100 (PV/TV)
	=	25.16601		7	0.3534		=	100(25.16601/40.98220)
Total Variation (TV)				8	0.3375		=	**61.41%**
TV	=	$[(\underline{R\&R}^2 + PV^2)]^{1/2}$		9	0.3429	ndc	=	1.41 (PV/GRR)
	=	[(32.34522^2 + 25.16601^2)]^0.5		10	0.3146		=	1.41(25.16601/32.34522)
	=	40.98220					=	**1.097**

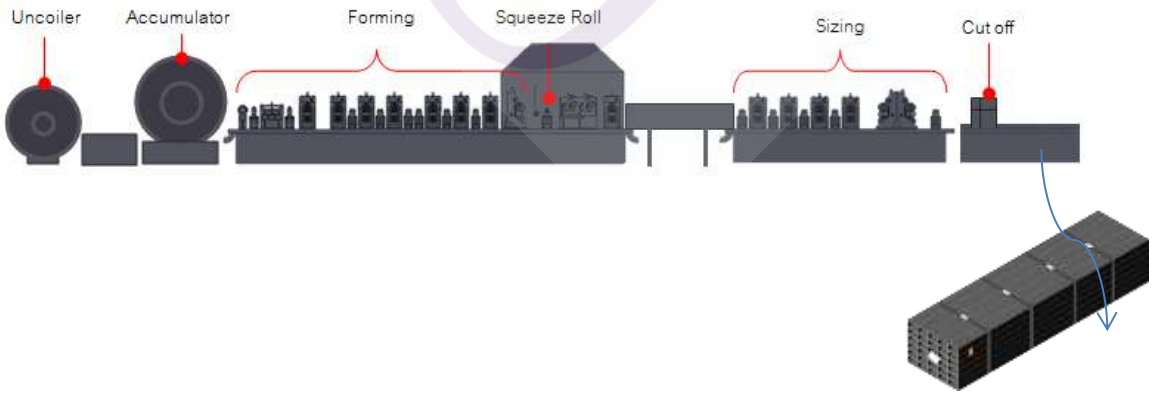
จากข้อมูลพบว่าพนักงานหน้าเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณไม่สามารถยอมรับได้เนื่องจากค่า R&R ที่ได้มากกว่า30 จะต้องมีการTraining ในเรื่องของเครื่องมือวัดใหม่อีกรอบ

3.3 ศึกษากระบวนการผลิตของโรงงานตัวอย่าง



ภาพที่ 3.6 แสดงแผนภาพการไหลของกระบวนการผลิตท่อด้วยกระบวนการ ERW

3.3.1 องค์ประกอบหลักของเครื่องผลิตท่อที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาคุณภาพ



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงองค์ประกอบหลักของเครื่องผลิตท่อ

1. Uncoil ทำหน้าที่ คลายเหล็กม้วนฟิล์ม (Film) เข้าสู่ Accumulator
2. Accumulator ทำหน้าที่ ช่วยเก็บสะสมฟิล์มเพื่อให้เครื่องรีดท่อสามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง
3. Forming ทำหน้าที่ ขึ้นรูปหน้าแถบฟิล์มให้กลมเพื่อป้อนเข้าสู่ชุดเชื่อมตะเข็บท่อ
4. Squeeze roll ทำหน้าที่ เป็นลูกรีดที่บีบตะเข็บท่อให้เชื่อมติดกัน
5. Sizing roll ทำหน้าที่ เป็นลูกรีดที่ขึ้นรูปท่อให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ
6. Cut off ทำหน้าที่ เป็นเครื่องเลื่อยสำหรับตัดท่อที่รีดออกมาให้ได้ความยาวตามต้องการ

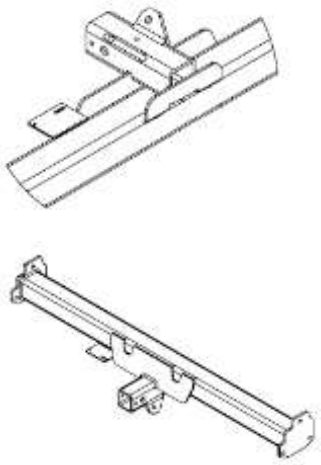
3.4 การศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลปัญหาคุณภาพที่เกิดจากเครื่องจักร

จากแผนภาพกระบวนการผลิตท่อเหล็กโครงสร้างที่ได้กล่าวมาในภาพที่3.6 ทางผู้วิจัยมีความสนใจในการปรับปรุงผลกระทบต่อค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรซึ่งในกระบวนการวิจัยนี้ทางผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในส่วนของคุณภาพสินค้าที่เป็นข้อบกพร่องที่เป็นผลมาจากการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งเป็นสาเหตุของการทำให้อัตตราคุณภาพลดลงและส่งผลทำให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรต่ำลง

โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณเฉพาะในส่วนของท่อ Size 75x75x4mm ,75x75x5mmและ75x75x6mm ซึ่งเป็นท่อที่ผลิตเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์โดยรวบรวมข้อมูลและจัดทำคุณลักษณะ(Specification)ของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวตามตารางที่3.2 เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลวิเคราะห์และหาแนวทางแก้ปัญหาต่อไป โดยสรุปค่า OEE ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.2 มาตรฐานคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ท่อโครงสร้างรูปพรรณและภาพDrawing

Dimenaional tolerance AS/NZS 1163 - 2009		
External dimensions		± 1%, with minimum of ± 0.5 mm
Thickness		± 10%
Concavity/convexity		Max.0.8% or 0.5 mm, whichever is greater
Squareness of sides		90°±1°
External corner profile	50x50 or less	1.5t to 3.0t
	greater than 50x50	1.8t to 3.0t
Twist		+2 mm (max.) or +0.5 mm/m.
Straightness		0.15% of total length
Mass per unit length		Not less than 0.96 times the specified mass on individual lengths
Lengths	< 6000	+5/-0 mm
	≥ 6000 ≤ 10000	+15/-0 mm
	> 10000	+5 mm(max.) or 1 (mm/m)/-0 mm.



Visual check : Seam No crack, Burr, Scratch ,Rust

ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงกระบวนการผลิตโดยรวมของโรงผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ

ตารางที่ 3.3 การวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรก่อนปรับปรุง

เดือน	อัตราการเดินเครื่องจักร(%)	ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน(%)	อัตราคุณภาพ(%)	OEE(%)
มกราคม	79.95%	79.53%	69.59%	44.25%
กุมภาพันธ์	77.95%	84.53%	64.29%	42.36%
มีนาคม	77.18%	84.37%	61.96%	40.35%
เมษายน	77.95%	84.53%	64.13%	42.26%
พฤษภาคม	78.46%	83.34%	61.26%	40.06%

จากข้อมูลการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของกระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ Size 75x75x4mm , 75x75x5mm และ75x75x6mm มีรายละเอียดของค่า OEE ดังต่อไปนี้

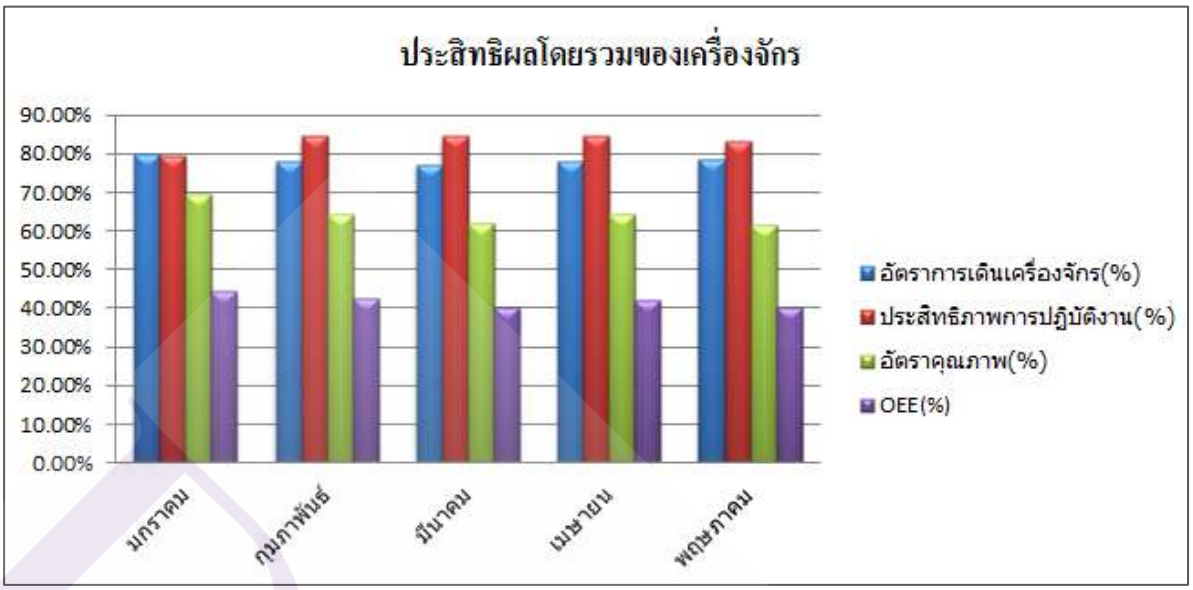
OEE มกราคม 2560 = (0.799 x 0.795 x 0.695) x 100% = 44.25%

OEE กุมภาพันธ์ 2560 = (0.779 x 0.845 x 0.642) x 100% = 42.36%

OEE มีนาคม 2560 = (0.771 x 0.843 x 0.619) x 100% = 40.35%

OEE เมษายน 2560 = (0.779 x 0.845 x 0.641) x 100% = 42.26%

OEE พฤษภาคม 2560 = (0.784 x 0.833 x 0.612) x 100% = 40.06%



ภาพที่ 3.9 กราฟแสดงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 5 เดือนย้อนหลังภายในปี 2560

จากการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรของทั้ง 5 เดือน จะเห็นได้ว่า % OEE ของแต่ละเดือนค่อนข้างอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ โดยพิจารณาจากปัญหาหลักๆทั่วไปคือ การหยุดปรับเครื่องจักรจากกรณีงานไม่ได้คุณภาพ การหยุดเปลี่ยนรุ่นที่ใช้เวลานาน และการผลิตงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดลูกค้า รวมถึงการแก้ไขปรับปรุงเครื่องระหว่างการผลิต ซึ่งจะต้องดำเนินการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่แท้จริงพร้อมสรุปแนวทางแก้ไขที่ถูกต้อง

3.5 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

การตั้งสมมุติฐานของสาเหตุ สามารถกำหนดได้จากตัวแปรที่มีผลทำให้ค่า OEE ต่ำ ซึ่งในที่นี้เลือกพิจารณาองค์ประกอบรวมของ OEE โดยพบว่าค่าอัตราคุณภาพ%(Quality rate)อยู่ในส่วนที่ต่ำสุด จึงเลือกพิจารณาเป็นอย่างแรก เพื่อที่จะปรับปรุงให้ค่า OEE เพิ่มสูงขึ้น

จากการศึกษาสาเหตุที่ทำให้อัตราคุณภาพ%(Quality rate)ของเครื่องจักรต่ำ และเป็นผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำลงไปด้วย โดยสามารถสรุปเหตุสำคัญด้วยการเรียบเรียงความถี่ของปัญหาคุณภาพดังตารางที่ 3.4 และแผนภูมิพาเรโต ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.10

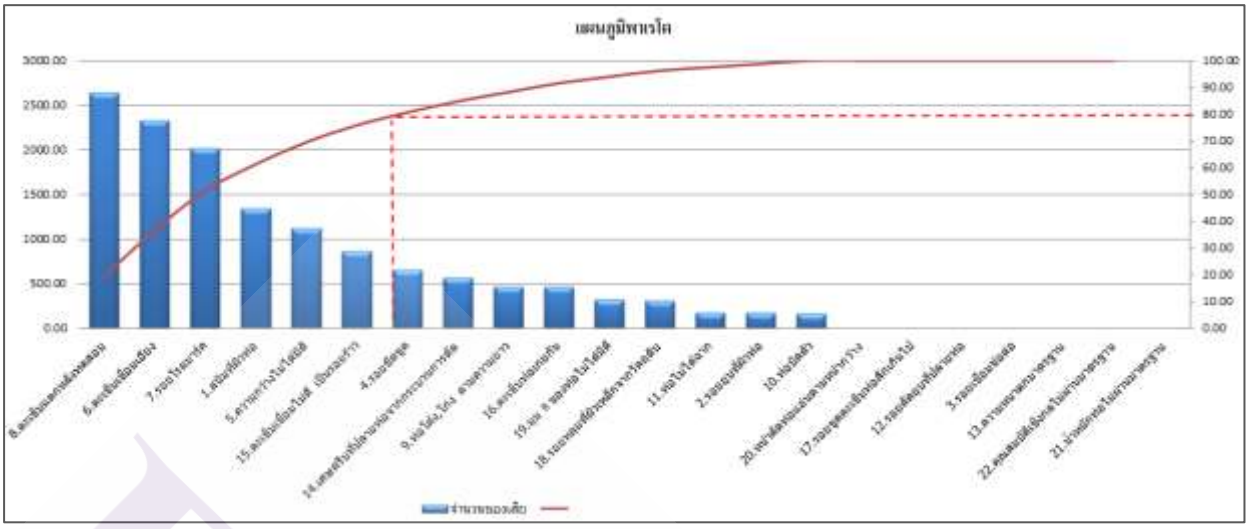
ตารางที่ 3.4 แสดงลำดับความสำคัญของปัญหากระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ

ข้อมูลปัญหาที่พบ	จัดลำดับความถี่ของปัญหาที่พบ	จำนวนของเสีย	ความถี่สะสม	%ความถี่สะสม
1.สนิมที่ผิวท่อ	8.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	2642.00	2642	19.43
2.รอยยุบที่ผิวท่อ	6.ตะเข็บเชื่อมเอียง	2331.00	4973.00	36.57
3.รอยเชื่อมข้อต่อ	7.รอยโรลมาร์ค	2020.00	6993.00	51.43
4.รอยขีดขูด	1.สนิมที่ผิวท่อ	1336.00	8329.00	61.26
5.ความกว้างไม่ได้มิติ	5.ความกว้างไม่ได้มิติ	1120.00	9449.00	69.49
6.ตะเข็บเชื่อมเอียง	15.ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	860.00	10309.00	75.82
7.รอยโรลมาร์ค	4.รอยขีดขูด	654.00	10963.00	80.63
8.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	14.เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	564.00	11527.00	84.78
9.ท่อโค้ง,โก่ง ตามความยาว	9.ท่อโค้ง,โก่ง ตามความยาว	466.00	11993.00	88.20
10.ท่อบิดตัว	16.ตะเข็บท่อเกยกัน	461.00	12454.00	91.59
ข้อมูลปัญหาที่พบ	จัดลำดับความถี่ของปัญหาที่พบ	จำนวนของเสีย	ความถี่สะสม	%ความถี่สะสม
11.ท่อไม่ได้ฉาก	19.มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	322.00	12776.00	93.96
13.ความหนาตกมาตรฐาน	18.รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	310.00	13086.00	96.24
14.เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	11.ท่อไม่ได้ฉาก	176.00	13262.00	97.54
15.ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	2.รอยยุบที่ผิวท่อ	170.00	13432.00	98.79
16.ตะเข็บท่อเกยกัน	10.ท่อบิดตัว	165.00	13597.00	100.00
12.รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	20.หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	0.00	13597.00	100.00

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ข้อมูลปัญหาที่พบ	จัดลำดับความถี่ของปัญหาที่พบ	จำนวนของเสีย	ความถี่สะสม	%ความถี่สะสม
17.รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	17.รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	0.00	13597.00	100.00
18.รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	12.รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	0.00	13597.00	100.00
19.มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	3.รอยเชื่อมข้อต่อ	0.00	13597.00	100.00
20.หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	13.ความหนาตกมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00
21.น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	22.คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00
22.คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	21.น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00

Total Run Time (นาที) : 7790
Dow Time (นาที) : 2155
% Dow Time : 27.66%
M/C Breakdown (นาที) : 645
% M/C Breakdown : 8.27%



ภาพที่ 3.10 กราฟแผนภาพพาเรโต แสดงการคัดเลือกปัญหาตามกฎ 80-20

จากแผนภาพตามอัตราส่วน 80-20 พบว่ามีรายการที่ต้องแก้ไขปรับปรุงโดยสามารถเลือกหัวข้อปัญหาได้ทั้งหมด 6 หัวข้อ แต่เลือกพิจารณา เพียง 4 หัวข้อได้แก่

1.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ Flattening โดยปัญหาคุณภาพในส่วนนี้ส่งผลต่อความแข็งแรงของท่อเหล็กเนื่องจากบริเวณสำคัญคือบริเวณรอยเชื่อมของท่อ

2.ตะเข็บเชื่อมเอียงออกจากจุดศูนย์กลางของท่อ เนื่องด้วยมาตรฐานของการใช้งานท่อโครงสร้างในอุตสาหกรรมรถยนต์ ถูกควบคุมระยะเบี่ยงเบนศูนย์กลางของตะเข็บ เพื่อความแข็งแรงในขณะใช้งาน โดยถ้าระยะเบี่ยงเบนเข้าใกล้มุมR ของท่อมากเกินไปจะทำให้ความแข็งแรงของท่อลดลง

3.รอยโรลมาร์ค เป็นลักษณะของรอยยุบ เป็นหลุมๆ ผลกระทบสำหรับปัญหาดังกล่าวคือเมื่อนำไปทำสีจะเป็นรอยไม่สวยงาม จะต้องแก้ไขด้วยการเจียร์แต่งให้เรียบ ซึ่งจะเสียเวลาในการดำเนินการแก้ไขอย่างมาก

4.สนิมที่ผิวท่อจากน้ำยาหล่อเย็น เป็นปัญหาคุณภาพที่ผิว เนื่องมาจากสนิมที่ผิวส่งผลให้การใช้งานค่อนข้างลำบากเพราะความหนาหรือความเรียบที่ผิดอาจจะลดลงและคุณภาพไม่ดี

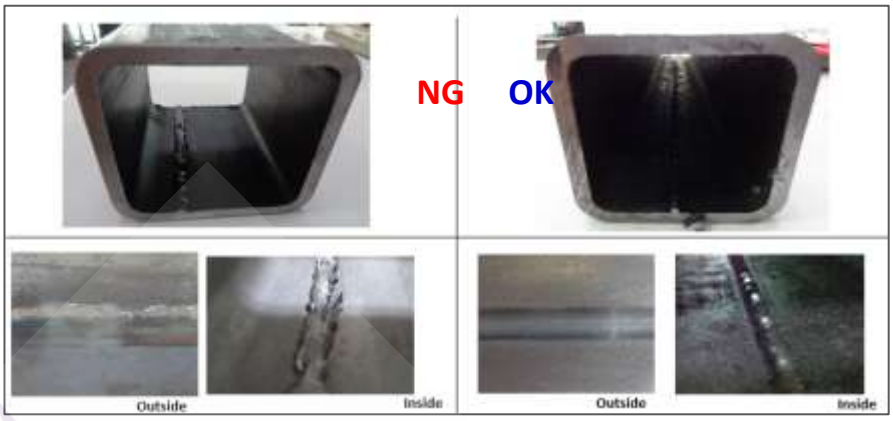
หมายเหตุ : ในส่วนของหัวข้อที่ (5.): ความกว้างไม่ได้มิติจะถูกตรวจสอบโดยวิธีวิเคราะห์MSA (Measurement System Analysis) และ (15.): ตะเข็บเชื่อมไม่ดีเป็นรอยร้าว จะรวมอยู่ในหัวข้อปัญหา (1.):เรื่องของตะเข็บแตกภายหลังทดสอบ

3.5.1 เลือกใช้วิธี Why-Why Analysis

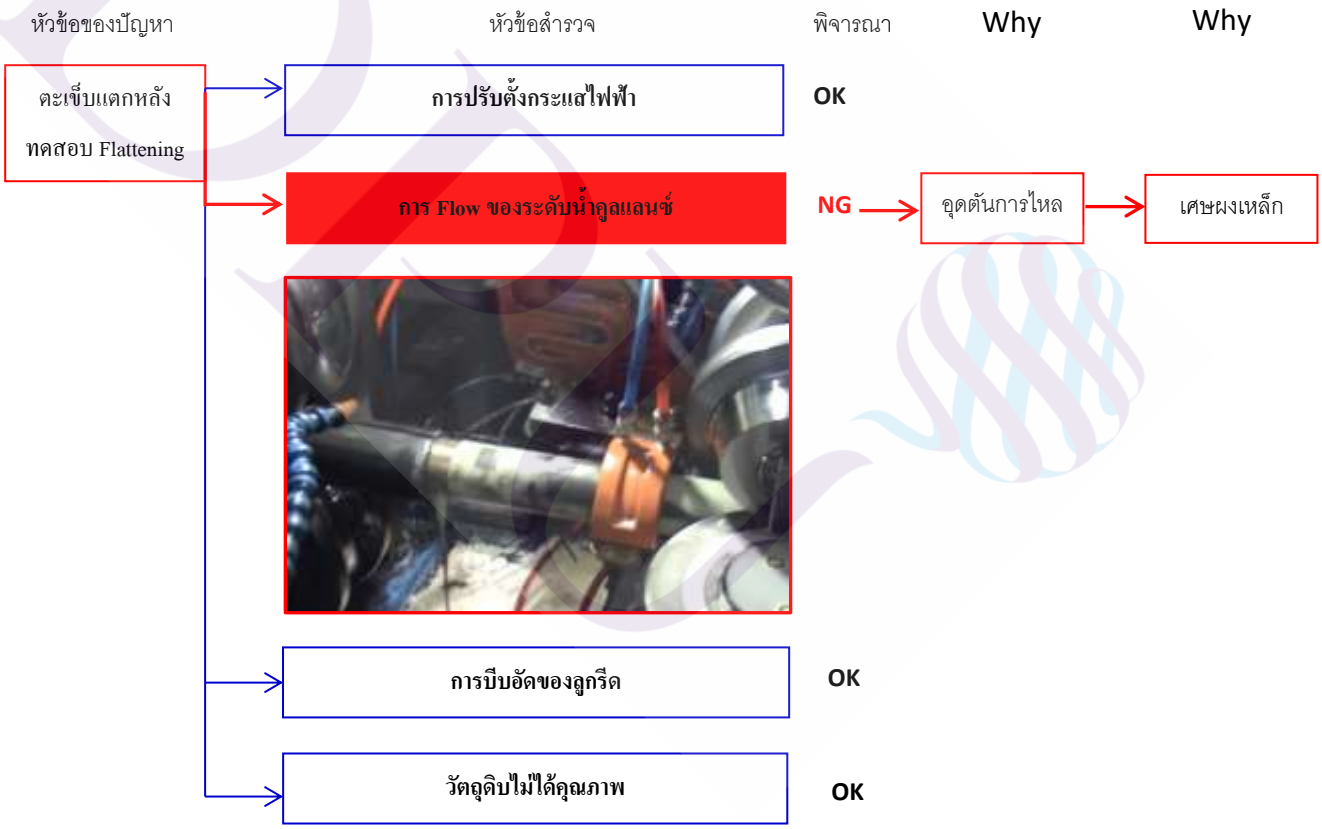
ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และค้นคว้าจากหนังสือที่เกี่ยวข้องพบว่าเครื่องมือที่มีการนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา และกำหนดวิธีการแก้ไข ที่สามารถใช้งานได้อย่างเหมาะสมกับงานปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรคือ Why-Why Analysis โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุตามหัวข้อปัญหาที่มีผลกระทบต่อค่าอัตราคุณภาพ%(Quality rate) ที่คัดเลือกไว้ โดยมีผู้เข้าร่วมในการวิเคราะห์คือ ทีมงานซ่อมบำรุง, ฝ่ายสนับสนุนเทคนิค(ของหน่วยงาน QA) และฝ่ายผลิต ทำการตรวจสอบหน้างานจริงเพื่อเก็บข้อมูลจริงที่เกิดขึ้น และร่วมกันระดมสมองโดยใช้เครื่องมือ Why-Why Analysis ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและกำหนดแนวทางการแก้ไขปรับปรุงป้องกัน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.6 การพิจารณาการแก้ไขปัญหา

3.6.1 ตะเข็บแตกหลังทดสอบ Flattening ส่งผลกระทบต่อปัญหาคุณภาพทั้งLotการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วถ้ากรณีเป็นท่อเหล็ยมสำหรับงานโครงสร้างทั่วไปตามมาตรฐานท่อจะไม่มีการทดสอบ Flattening แต่สำหรับงานท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ จะต้องมีการทดสอบในส่วนของฟังชั่นนี้ เมื่อเกิดข้อบกพร่องปัญหาดังกล่าวแล้วนั้น จะส่งผลต่องานการผลิตโดยรวมจะต้องมีการผลิตทดแทนซึ่งจะมีผลต่อสินค้าคงค้างในสต๊อคที่เยอะขึ้น และเวลาในการผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้นหรือในบางไซต์ไม่สามารถขายทอดตลาดได้ ส่งผลต่อต้นทุนการผลิตอย่างมาก โดยผู้วิจัยพิจารณา Why-Why Analysis โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุตามหัวข้อปัญหาในส่วนระบบที่อาจจะเกี่ยวข้องกับปัญหาจุดนี้คือ *การปรับตั้งกระแสไฟฟ้า ,การFlowของน้ำคูลแลนซ์ ,การบีบอัดของลูกรีดขณะเชื่อม ,วัตถุดิบไม่ได้คุณภาพ* จากการตรวจสอบพบว่าสิ่งที่มีผลกระทบคือการ Flow ของระดับน้ำคูลแลนซ์ ซึ่งส่งผลต่อสภาพตะเข็บเชื่อมและความแข็งแรงดังภาพที่ 3.11



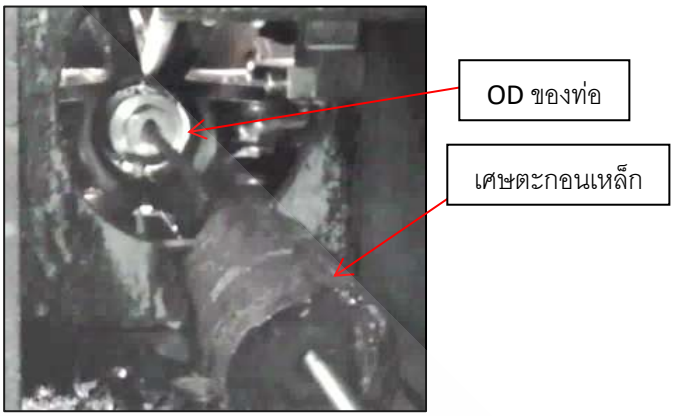
ภาพที่ 3.11 แสดงลักษณะภายนอกของชิ้นงาน OKและNG



ภาพที่ 3.12 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาตะเข็บแตกหลังทดสอบ

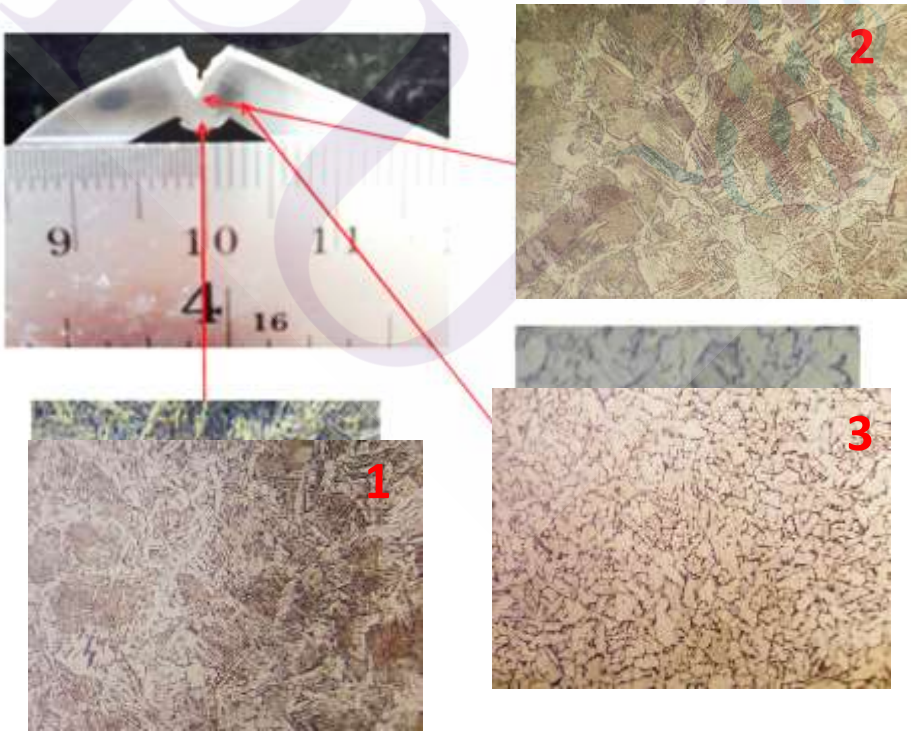
3.6.1.1 รายละเอียดการดำเนินการตรวจสอบจากการวิเคราะห์ Why-Why Analysis (ก่อนปรับปรุง)

ข้อสังเกต :การFlow ของน้ำคูลแลนซ์ที่ชุดReturn Flow (Return flow คืออุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำคูลแลนซ์) มีลักษณะของตะกอนเหล็กหรือสเกลที่ผิวเหล็กหลุดร่อนระหว่างการม้วนขึ้นรูปท่อ ส่งผลให้ตะกอนเหล่านั้นไปติดตรงบริเวณชุด Return flowดังภาพที่ 3.13 และน้ำคูลแลนซ์ไปขังบริเวณรอยเชื่อม ทำให้รอยเชื่อมนั้นไม่แข็งแรง



ภาพที่ 3.13 แสดงสภาพของตะกอนเศษเหล็กที่อุดตันและติดบริเวณชุด Return Flow

ข้อเท็จจริง:ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาด้วยการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อมพบว่า มีลักษณะผิดแปลกไปจากปกติ เนื่องมาจากการเย็นตัวที่รวดเร็วของเนื้อเชื่อมดังภาพที่ 3.14



ภาพที่ 3.14 ภาพโครงสร้างที่ 1-3 แสดงลักษณะของโครงสร้างจุลภาคในแต่ละช่วงของรอยเชื่อม

<u>คำอธิบาย จากภาพที่3.14</u>

รูปที่1.แสดงลักษณะโครงสร้างจุลภาคของเหล็กเกรด SS400 จะเห็นว่ามีการจัดเรียงตัวใหม่ของเกรน โดยอยู่ในรูปแบบของเกรนที่มีการระบายความร้อนออกอย่างรวดเร็ว(ระบายความร้อนจากน้ำคูลแลนซ์) จึงมีลักษณะโครงสร้างเฟอร์ไรต์ในลักษณะเรียวแหลม

รูปที่2.แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวใหม่ของเกรนในช่วง Fusion zone โดยอยู่ในรูปแบบของเกรนที่มีการระบายความร้อนออกอย่างรวดเร็ว ที่มีโครงสร้างเป็นเฟอร์ไรต์ (Widmanstaten Ferrite)

รูปที่3.แสดงลักษณะโครงสร้างพื้นเดิมของเหล็ก โดยโครงสร้างทั่วไปเป็นเฟอร์ไรต์ขนาดใหญ่กว่าภาพที่1 และภาพที่2

3.6.1.2 การดำเนินงาน (ปรับปรุงกระบวนการ)

พบว่าโครงสร้างเหล็กในบริเวณแนวเชื่อมนั้น มีลักษณะการจัดเรียงตัวใหม่ของเกรนเหล็กเพียงเล็กน้อยซึ่งยังคงเป็นโครงสร้างเฟอร์ไรต์อยู่ (ดังภาพที่2) ซึ่งถือว่ามีความผิดปกติเพราะโดยปกตินั้น โครงสร้างเหล็กในบริเวณแนวเชื่อมนั้นต้องมีการจัดเรียงตัวใหม่ของเกรน ซึ่งจะมีลักษณะโครงสร้างเฟอร์ไรต์แบบเรียวแหลม (ดังภาพที่1) ซึ่งหมายความว่าน้ำคูลแลนซ์ไปโดนตรงบริเวณจุดหลอมละลาย จึงทำให้การหลอมละลายยังไม่สมบูรณ์มากพอ ยังไม่เกิดการFusionของเนื้อเหล็ก

3.6.1.3 ทำการปรับปรุงในส่วนของเครื่องจักรและกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ (ชุด Return flow)

1.ติดตั้งเครื่องทดสอบ Cold Flattening test ทุกฟิล์มที่ผลิต เพื่อป้องกันการหลุดปัญหาในlotใหญ่ ดังแสดงภาพการทดสอบตามภาพที่ 3.15

ภาพที่ 3.15 การทดสอบ Cold Flattening ของงานท่อเหลี่ยม

2.ทำการตรวจสอบคราบสเกลทุกล็อตการผลิตตรงบริเวณชุด Return flow ก่อนผลิตทุกครั้ง โดยจัดทำเอกสาร Preventive maintenance (Daily check)

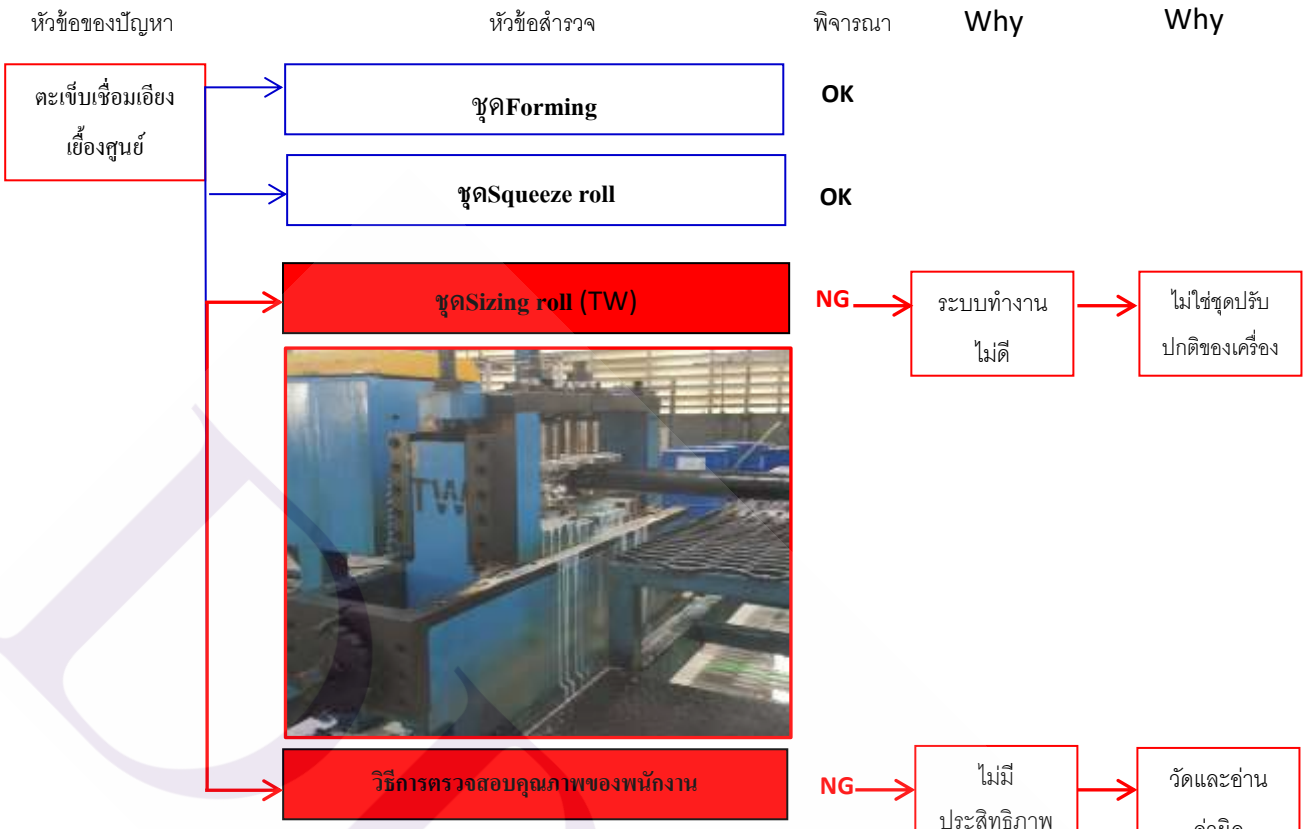
3.ตรวจสอบระดับน้ำคูลแลนซ์ในท่อช่วงบริเวณปั๊มเข้า-ออก คูลแลนซ์จะต้องอยู่ในระดับ1/3ของท่อ ทุกๆ 1 ชั่วโมง Preventive maintenance (Daily check) ดังแสดงในภาพที่ 3.16

ภาพที่ 3.16 การติดตั้งไม้บรรทัดเหล็กในการวัดระดับน้ำคูลแลนซ์และเอกสารตรวจสอบ

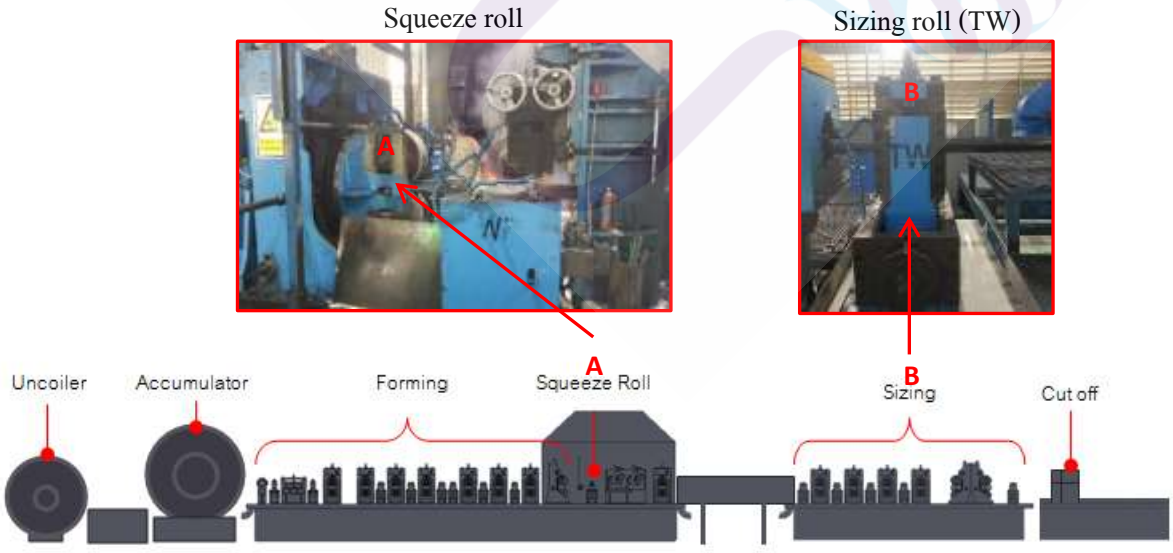
3.ทำการตรวจสอบโดยใช้สารแทรกซึมตรงบริเวณรอยเชื่อมเพื่อตรวจสอบรอยปริแตกของงานFGทุกฟิล์มและทุกช่วงเวลาที่มีการหยุดเครื่อง ดังแสดงในภาพที่ 3.17

ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงการตรวจสอบด้วยสารแทรกซึม (PT Test)

3.6.2 ตะเข็บเชื่อมเอียงเยื้องศูนย์ ตะเข็บเชื่อมเอียงห่างออกจากศูนย์กลาง (ไม่ได้มาตรฐานท่อในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์) โดยทำการพิจารณาตามโครงสร้างของเครื่องจักร ซึ่งมีหัวข้อที่ต้องการสำรวจอยู่ 4 จุด คือ ชุดForming ทำหน้าที่ ขึ้นรูปหน้าแถบฟิล์มให้กลมเพื่อป้อนเข้าสู่ชุดเชื่อมตะเข็บท่อ ,ชุดSqueeze roll ทำหน้าที่ เป็นลูกรีดที่บีบตะเข็บท่อให้เชื่อมติดกัน ,ชุดSizing roll ทำหน้าที่เป็นลูกรีดที่ขึ้นรูปท่อให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ และความมีส่วนร่วมในการตรวจสอบของพนักงาน ผลกระทบของปัญหาก็คือ เมื่อตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์จะมีผลต่อความแข็งแรงของท่อโดยตรงต่อโมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่ (AREA MOMENT OF INERTIA) ในการออกแบบความแข็งแรงทางวิศวกรรม โดยผู้วิจัยพิจารณา Why-Why Analysis เพื่อการวิเคราะห์สาเหตุที่มีผลต่อการเยื้องของตะเข็บคือ ชุดSizing roll (TW)เป็นชุดประคองตะเข็บที่ยังคงขาดประสิทธิภาพในการทำงานจากข้อมูลข้างต้นแสดงแผนภาพการวิเคราะห์ปัญหาดังแสดงในภาพที่ 3.18



ภาพที่ 3.18 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์

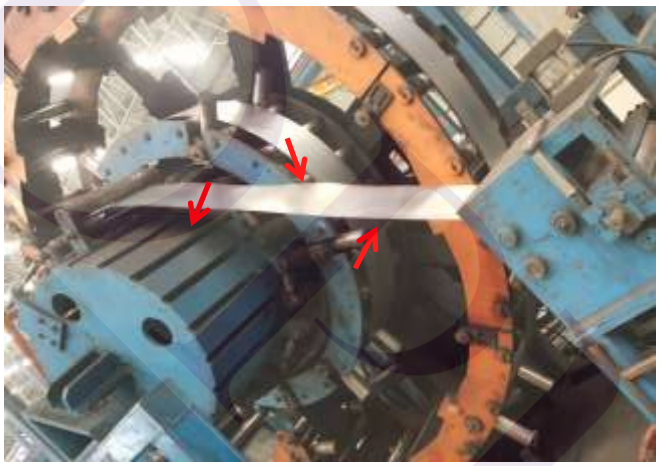


ภาพที่ 3.19 แสดงตำแหน่งของชุดปรับตะเข็บ (A) และ ชุดประคองตะเข็บ (B)

3.6.2.1 รายละเอียดการดำเนินการตรวจสอบจากการวิเคราะห์ Why-Why Analysis (ก่อนปรับปรุง)

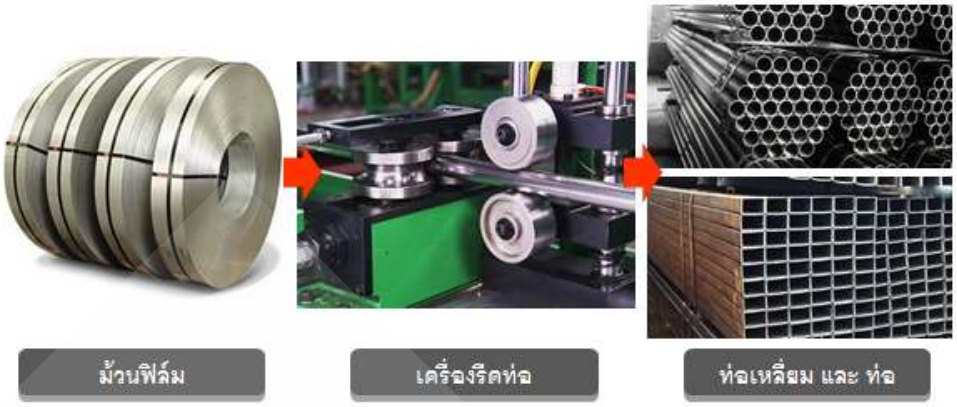
ข้อสังเกต :ท่อตะเข็บที่มีลักษณะเยื้อง น่าจะเกิดจากการเคลื่อนตัวขึ้น-ลง ของลูกรีดในขณะที่มีการผลิต หรืออาจจะเป็นไปได้ว่าการพริ้วตัวของเหล็กวัตถุดิบมีผลต่อแทนรีดในขณะที่ทำการรีดดังแสดงในรูปที่3.20(a) จึงทำให้เกิดลักษณะดังกล่าวขึ้น อีกทั้งการตรวจสอบของพนักงานใช้วิธีการวัดค่าความเบี่ยงเบน อาจจะเกิดการผิดพลาดในการวัดซ้ำๆ เนื่องมาจากการวัดงานปริมาณมากและเป็นเวลานาน ความเมื่อยล้าเหล่านี้ส่งผลต่อการวัดค่าที่ผิดเพี้ยน ดังแสดงในตัวอย่างของจุดตรวจสอบงานในDrawing ตามภาพที่ 3.20(b)

ภาพ 3.20(a) ภาพ 3.20(b)



ภาพที่ 3.20 (a) แสดงลักษณะสภาพของวัตถุดิบม้วนฟิล์มที่มีลักษณะพริ้วพบภายหลังการคลี่ม้วนฟิล์มเข้า (b) แสดงลักษณะตำแหน่งการตรวจสอบงานที่ถูกระบุไว้ใน Inspection standard

ข้อเท็จจริง :ชุดSizing roll (TW) เป็นตัวประคองรอยตะเข็บไม่ให้เข้ามุมท่อ ซึ่งโดยปกติแล้วตะเข็บจะเยื้องศูนย์ตามลักษณะของวัตถุดิบที่นำมาผลิต ถ้าวัตถุดิบที่นำมาผลิตเป็นลักษณะแผ่นเหล็กไม่เรียบมีลักษณะพริ้ว จะทำให้ตะเข็บบิดเข้าด้านมุมท่อ ในความเป็นจริงชุด Sizing roll (TW) ดังแสดงในรูปภาพที่ 3.19 ถูกนำมาติดตั้งเพิ่ม ซึ่งไม่ใช่ของเดิมของเครื่องจักร เป็นส่วนประกอบที่มีการModify เพื่อเพิ่มศักยภาพของเครื่องในการผลิตท่อโครงสร้างเพื่ออุตสาหกรรมรถยนต์ จึงมีบางช่วงที่คุณภาพตะเข็บท่ออาจจะไม่สม่ำเสมอจากสาเหตุที่กล่าวมาเพราะตะเข็บอาจจะหลุดเข้ามุมเกินมาตรฐานของลูกค้าถ้ามีวิธีการตรวจสอบไม่เพียงพอและไม่ดีพอ



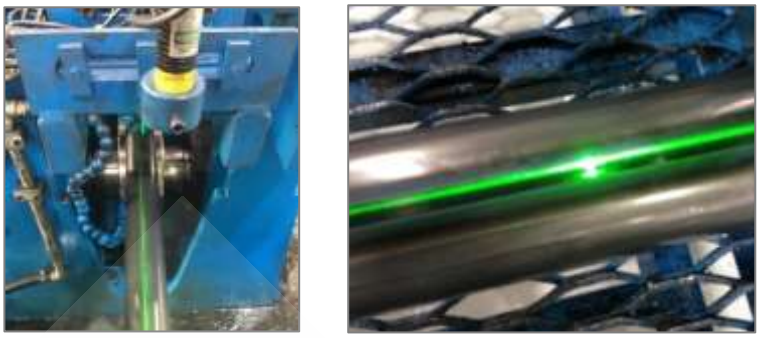
ภาพที่ 3.21 แสดงลักษณะม้วนฟิล์มวัตถุดิบที่นำไปผลิตท่อ

3.6.2.2 การดำเนินงาน (ปรับปรุงกระบวนการ)

จากการตรวจสอบกระบวนการผลิตในเรื่องของผลกระทบจากการเยื้องของตะเข็บเกิดจากการปรับตั้งค่าของชุด Sizing roll (TW) ที่ยังทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ เนื่องมาจากว่าระยะของแท่น Sizing roll (TW) อยู่ใกล้กันเกินไป ผิดวิสัยของการวางตำแหน่ง ทั้งนี้ในการวาง Layout ของเครื่องจักรอีกครั้งจะต้องใช้รายจ่ายเป็นจำนวนมากในการรื้อรากฐานปรับโครงสร้างเครื่องจักร ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงเสนอวิธีการเพื่อที่จะควบคุมคุณภายในจุดนี้ คือการติดตั้งเลเซอร์ตามแนวตะเข็บเพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและปรับตั้งของพนักงาน และการออกแบบJigในการตรวจสอบคุณภาพเพื่อความรวดเร็วในกระบวนการ ด้วยเครื่องมือโปรแกรม Solid work 2016 และดำเนินการส่งข้อมูลไฟต์ออกแบบให้ทางแผนกซ่อมบำรุงสร้างเครื่องมือJigขึ้นมาใช้ตรวจสอบหน้ากระบวนการ

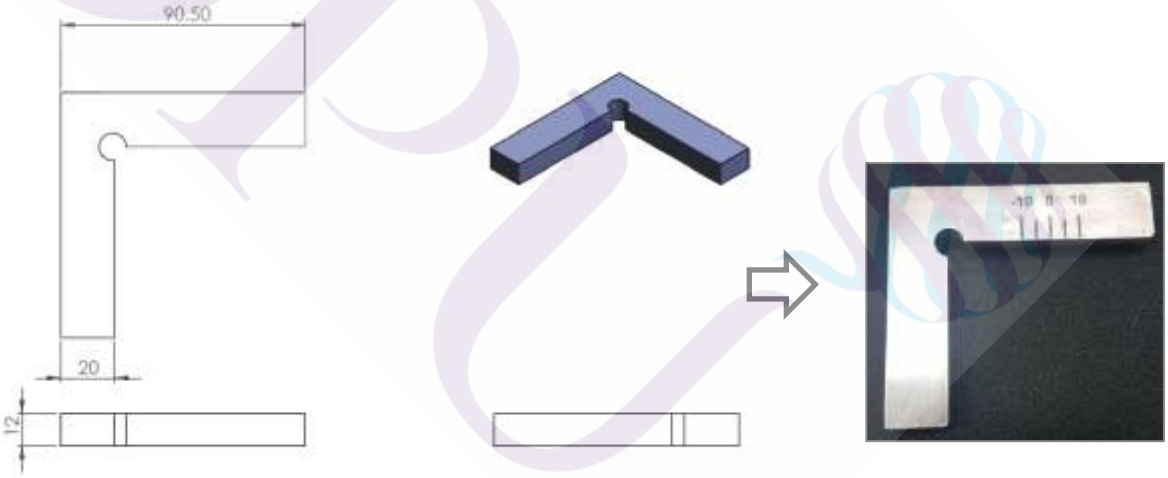
3.6.2.3 ทำการปรับปรุงในส่วนของเครื่องจักรและกระบวนการตรวจสอบคุณภาพ (ชุดปรับตะเข็บ)

1.ทำการติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์สร้างแนวตะเข็บจำลอง เพื่อให้พนักงานตรวจสอบได้ง่ายขึ้นโดยตะเข็บต้องวิ่งตามแนวเลเซอร์ไม่เบี่ยงเบนซ์ออกจากแนวดังกล่าวดังแสดงในภาพที่3.22 พร้อมจัดทำเอกสารหน้าเครื่องจักรเพื่อให้พนักงานทำความเข้าใจในการตรวจสอบ (work instruction)



ภาพที่ 3.22 อุปกรณ์ติดตั้งกับเครื่องผลิตท่อโครงสร้างเพื่อง่ายต่อการตรวจสอบความเอียงของตะเข็บ

2.ออกแบบJigตรวจสอบงานหน้าเครื่องผลิตท่อเพื่อความรวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบและปรับตั้งแนวตะเข็บให้เข้าศูนย์กลาง ดังแสดงในรูปที่ 3.23



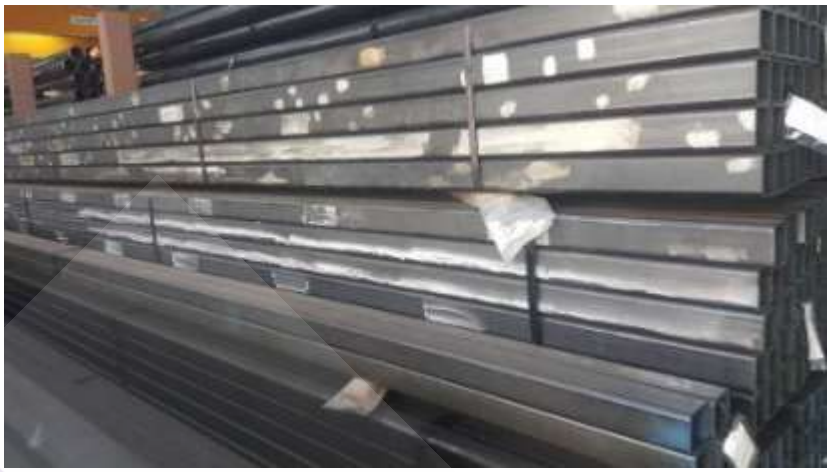
ภาพที่ 3.23 แสดงรูปร่างของJigตรวจสอบงานการเยื้องของตะเข็บที่ได้จากการออกแบบ

3.6.3 รอยโรลมาร์คที่ผิวท่อ ส่งผลต่อการหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาดลูกรีดซึ่งใช้ระยะเวลาค่อนข้างมากในการกำจัดคราบสเกลของเหล็กที่เกาะติดผิวลูกรีดและยังส่งผลต่อคุณภาพผิวท่อ เกิดลักษณะรอยที่ไม่มีความสวยงามดังแสดงรายละเอียดในภาพที่3.24

ภาพที่ 3.24 ลักษณะรอยโรลมาร์คที่ผิวเหล็กส่งผลต่อกระบวนการทำสี

จากปัญหาดังกล่าวนั้นส่งผลให้ต้องมีการ Rework งาน ด้วยวิธีการเจียร์แต่งผิวท่อให้เรียบเพื่องานทำสี ซึ่งหมายความว่าจะมีค่าความสูญเสียของกระบวนการผลิตเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังรายละเอียดของภาพการคัดงานเพื่อเตรียมแก้ไขดังภาพที่3.25 และภายหลังการแก้ไขดังแสดงในภาพที่3.26

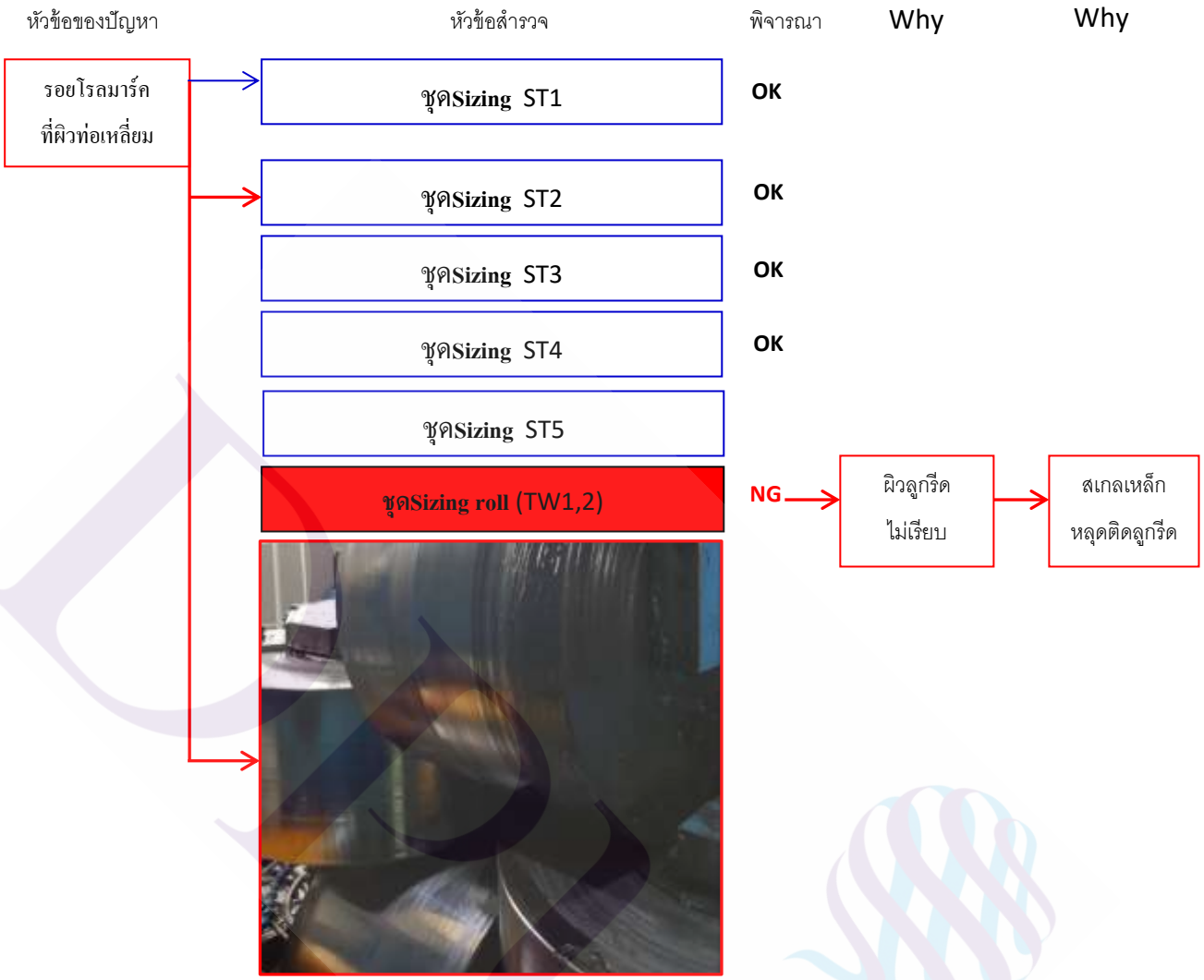
ภาพที่ 3.25 แสดงรายละเอียดการคัดแยกงานเพื่อเจียร์แก้ไข



ภาพที่ 3.26 รูปแบบการเจียร์แต่งแก้ไขผิวงานท่อเพื่อให้มีลักษณะผิวเรียบ

จากการพิจารณาปัญหาดังกล่าว ทำการวิคราะห์ในส่วนของชุด Sizing Roll มีทั้งหมด 7 ชุด ดังรายละเอียดจากภาพที่3.27 ซึ่งในแต่ละชุดมีแนวโน้มที่จะเกิดได้ทั้งสิ้น เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของเครื่องพบว่า ชุดsizing roll ที่1-5 เป็นชุดฟอร์มขึ้นรูปท่อเหลี่ยม และในส่วนของชุดที่ 6-7 เป็นชุดปรับท่อให้ตรงลดการบิดตัวของท่อ(Torque) พบว่าสเกลที่ผิวเหล็กหรือฝุ่นเหล็กจะไปจับตัวและยึดติดตรงแทนรีด TH1,TH2ด้วยชุดดังกล่าวไม่มีการฉีดน้ำคูลแลนซ์หล่อเย็น จึงทำให้ชุดลูกรีดบริเวณนั้นมีคราบสเกลผิวเหล็กติดอยู่มาก และด้วยที่เป็นแทนชุดสุดท้ายของการรีดปรับให้ได้มิติของท่อเหลี่ยม จึงค่อนข้างที่จะมีการเสียดสี(Friction) ของลูกรีดกับท่อมากกว่าบริเวณอื่นๆ

ภาพที่ 3.27 แสดงภาพโดยรวมของStageที่2 ในส่วนของชุด sizing roll

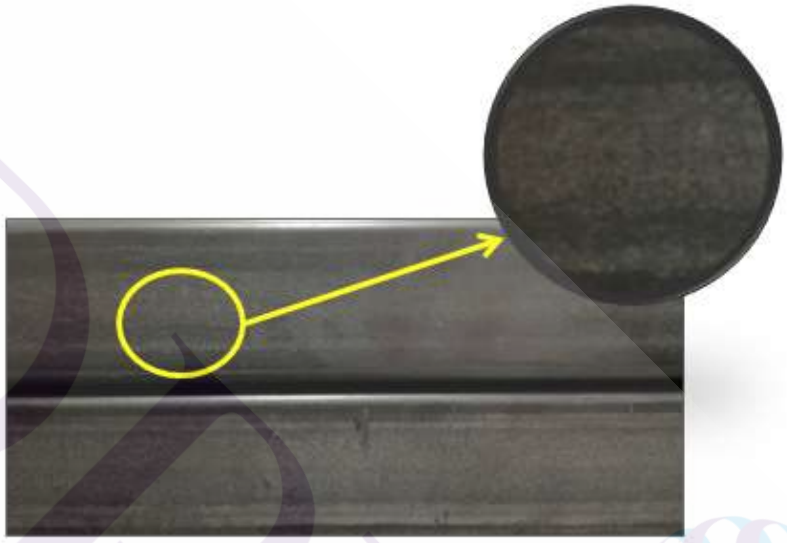


ภาพที่ 3.28 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหารอยโรลมาร์คที่ผิวท่อเหลี่ยม

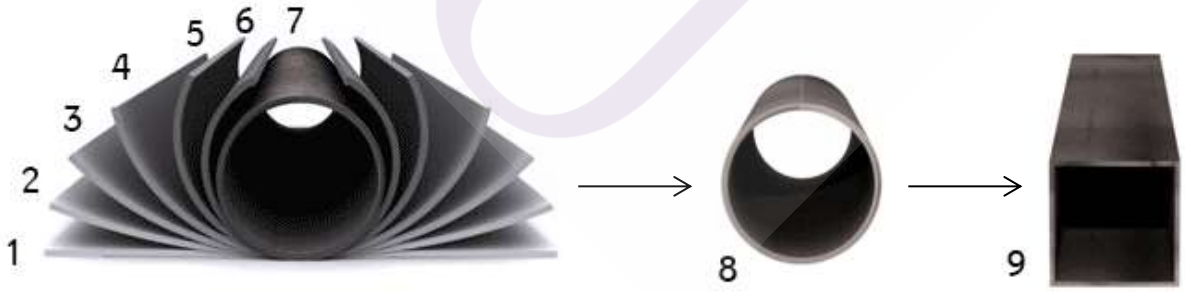
3.6.3.1 การดำเนินการตรวจสอบ “ปัญหารอยโรลมาร์คที่ผิวท่อเหลี่ยม” (ก่อนปรับปรุง)

ข้อสังเกต :รอยโรลดังกล่าวอาจจะเกิดจากกระบวนการผลิตของผู้ผลิต จากกระบวนการรีดร้อนในระหว่างกระบวนการผลิตซึ่งลักษณะดังกล่าวเป็นDefect ประเภทหนึ่งที่สามารถพบได้ในเหล็กแผ่นรีดร้อนชนิดม้วน

ข้อเท็จจริง :จากการตรวจสอบกระบวนการผลิตของท่อเหลี่ยม พบว่าท่อเหลี่ยมที่มีความหนาของผนังท่อตั้งแต่ 4.0mm – 6.0mm จะมีสภาพผิวสเกลค่อนข้างหยาบ(Passive film of hot rolled steel) ดังแสดงในรูปที่3.29 ลักษณะสเกลหลุดร่อน และสภาพผิวสเกลนั้นค่อนข้างที่จะไม่มีสเถียรภาพสามารถหลุดร่อนได้ในระหว่างกระบวนการฟอร์มขึ้นรูป ดังตัวอย่างภาพที่3.30 จำลองการขึ้นรูปท่อจากเหล็กแผ่น



ภาพที่ 3.29 แสดงภาพที่ผิวสเกลท่อเหล็กหลุดร่อนภายหลังการฟอร์มขึ้นรูป



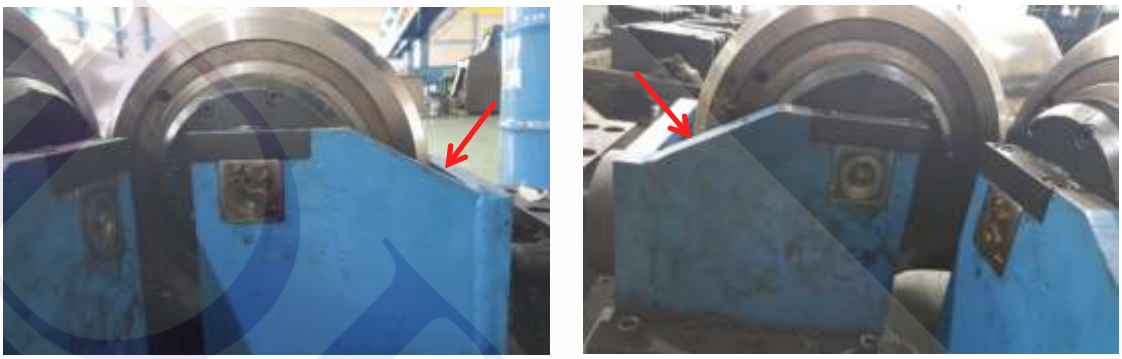
ภาพที่ 3.30 แบบจำลองการขึ้นรูปของท่อในช่วงกระบวนการฟอร์มขึ้นรูป

จากการหลุดร่อนของสเกลดังกล่าวส่งผลให้เกิดเศษฝุ่นสเกลไปติดและทับถมกันตรงบริเวณลูกรีดชุดSizing roll (TW1,2) ที่เป็นลักษณะของลูกรีดแนวราบเพื่อปรับให้ได้ขนาด

ความเรียบของท่อ บริเวณจุดนี้ไม่มีการฉีดน้ำคูลแลนซ์เพราะเป็นชุดสุดท้ายของการปรับขนาดท่อ เพื่อป้องกันน้ำคูลแลนซ์คงค้างภายในท่อซึ่งจะส่งผลต่อปัญหาน้ำขังเป็นสนิมในภายหลัง

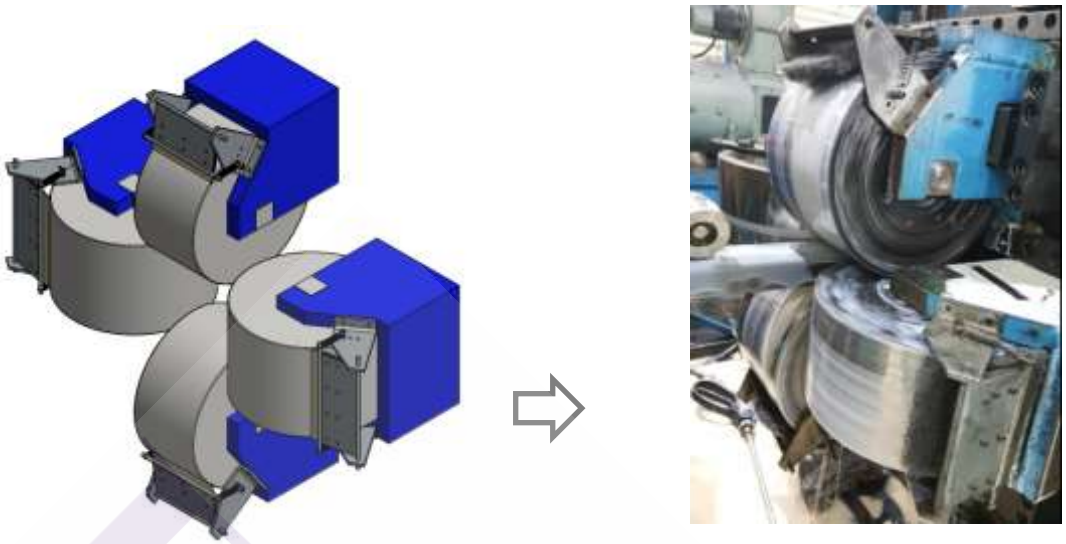
3.6.3.2 การดำเนินงาน (ปรับปรุงกระบวนการ)

จากการตรวจสอบกระบวนการผลิตในเรื่องของผลกระทบจากการรีดทับของเศษฝุ่นสเกลที่ผิวเหล็กหลุดร่อน พบว่าเศษฝุ่นนั้นไม่หลุดจากลูกรีดชุดSizing roll (TW1,2) ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าควรจะมีชุดดักทำความสะอาดที่บริเวณลูกรีดดังกล่าว น่าจะสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้มาก โดยทำการพิจารณาตำแหน่งการติดตั้งดังแสดงในรูปภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 ภาพแสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งเพื่อติดตั้งชุดทำความสะอาดที่บริเวณลูกรีด

การออกแบบอุปกรณ์ในการดักเศษฝุ่นเพื่อความรวดเร็วในกระบวนการ โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาด ด้วยเครื่องมือโปรแกรม Solid work โดยทำแบบจำลองขึ้นมาและดำเนินการส่งข้อมูลไฟต์ออกแบบให้ทางแผนกซ่อมบำรุงสร้างอุปกรณ์ดังกล่าวขึ้นมาใช้ภายในกระบวนการ ดังแสดงตัวอย่างภาพแบบจำลองที่สร้างจากโปรแกรม Solid work และนำไปติดตั้งดังภาพที่ 3.32



ภาพที่ 3.32 การออกแบบชุดอุปกรณ์ทำความสะอาดและนำไปติดตั้งกับชุดลูกรีด

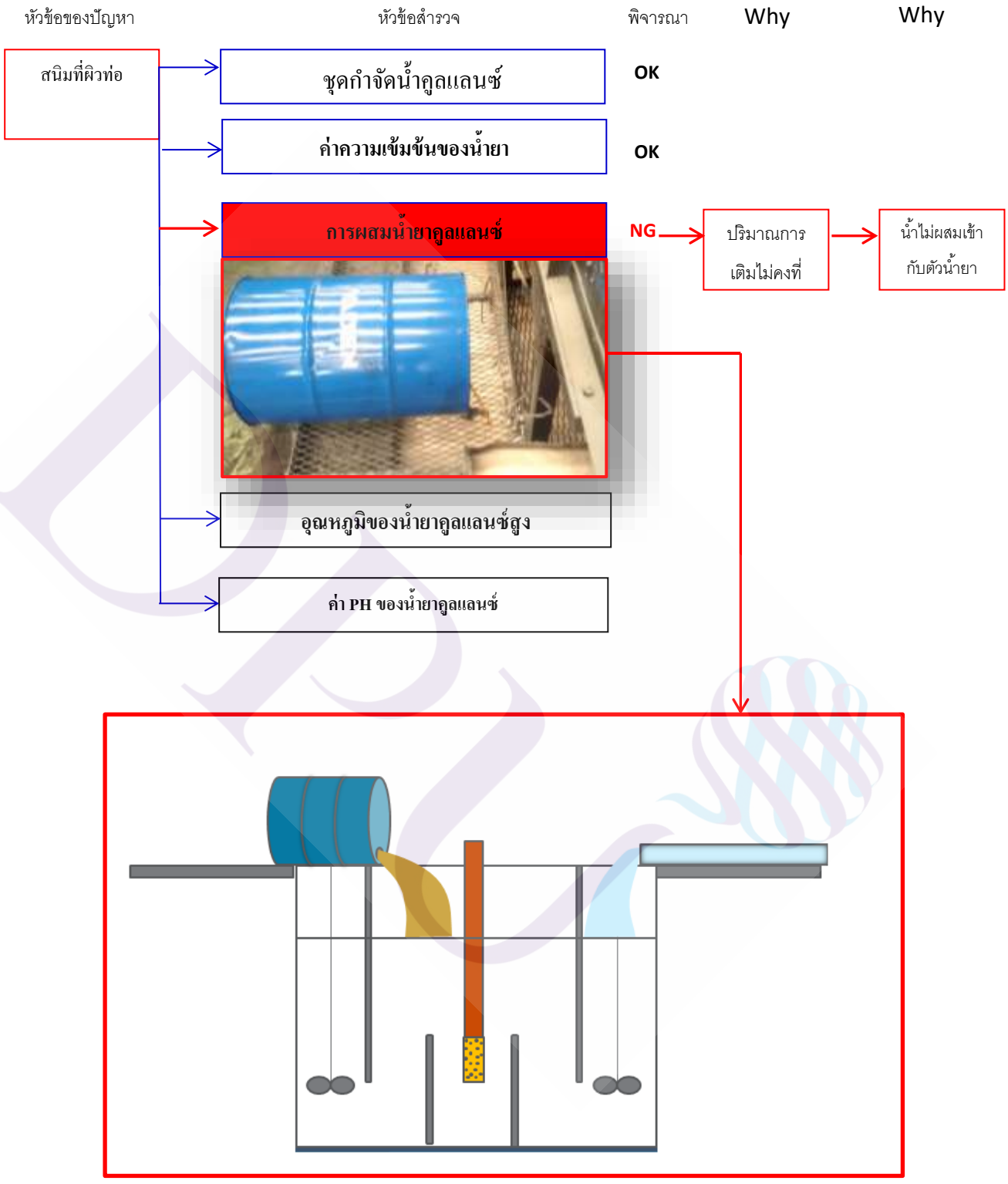
3.4.4 สนิมที่ผิวท่อ สินค้าที่มีคุณภาพเป็นสิ่งที่ลูกค้าทุกรายต้องการแต่ในปัจจุบันมี NCR การตีคืนสินค้าเนื่องจากสาเหตุท่อโครงสร้างรูปพรรณเป็นสนิมอยู่บ่อยครั้ง ทางผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาว่าตั้งแต่หลังจากการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณเสร็จแล้ว และรวมเวลาที่ถูกจัดเก็บในคลังสินค้าท่อโครงสร้างรูปพรรณเหล่านี้ใช้ระยะเวลาประมาณกี่วันที่ทำให้มีสนิมเกิดขึ้นที่บริเวณผิว เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาในระยะยาว เดิมทีสนิมระดับที่พบปัญหา ไม่ส่งผลต่องานขายในกลุ่มงานก่อสร้าง แต่จะมีผลในกลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์อย่างมาก ดังแสดงรายละเอียด NCR ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 แสดงตัวอย่าง NCR ระหว่างเดือน 1 – 7(2017)

NCR No.	ลูกค้า	SIZE	จำนวนส่ง(pcs.)	จำนวนมีปัญหา (Pcs)
NCR6007013-0344	A	75 x 75 x 4mm,5mm,6mm	1200	295
NCR6007028-0359	B	75 x 75 x 5.0 mm	1250	264
NCR6007031-0362	C	75 x 75 x 5.0 mm	1500	235
NCR6006009-0269	ลูกค้าขาจร	75 x 75 x 4mm	650	310
NCR6002006-0053	D	75 x 75 x 6mm	1200	232

หมายเหตุ : ทางผู้วิจัยขอสงวนชื่อลูกค้าไว้เป็นความลับ

ผู้วิจัยพิจารณา Why-Why Analysis เพื่อการวิเคราะห์สาเหตุปัญหาโดยนำเข้าสู่ระบบส่วนกลางในการประชุม NCR (Non Conformance Report) ซึ่งจากการประชุม NCR ได้ข้อสรุปว่าสาเหตุของปัญหาท่อเป็นสนิมอาจเกิดจากมีน้ำ Coolant ตกค้างบนผิวของท่อ ดังรายละเอียดตามการวิเคราะห์สาเหตุ ภาพที่3.31



ภาพที่ 3.33 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการเกิดสนิมที่ผิวท่อ

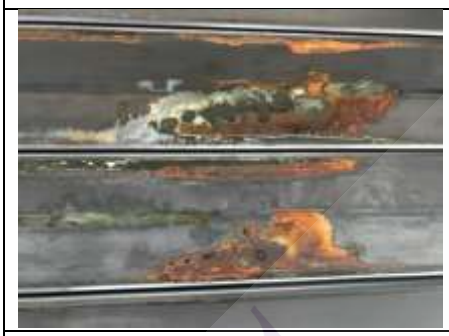
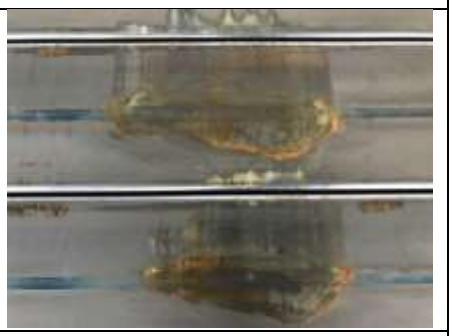
3.4.4.1 การดำเนินการตรวจสอบ “ สนิมที่ผิวท่อเหล็ก” (ก่อนปรับปรุง)

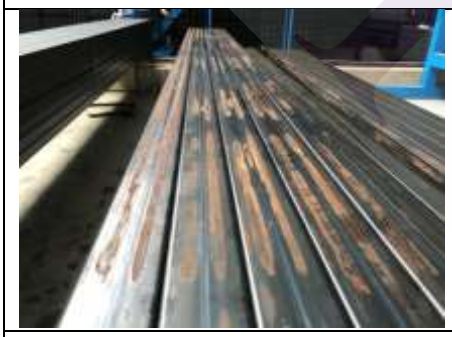
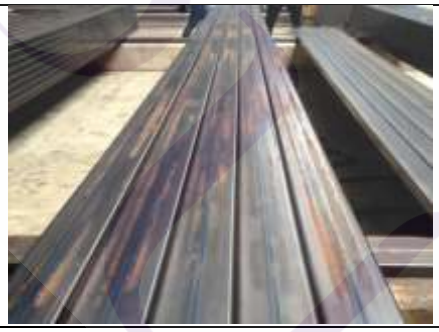
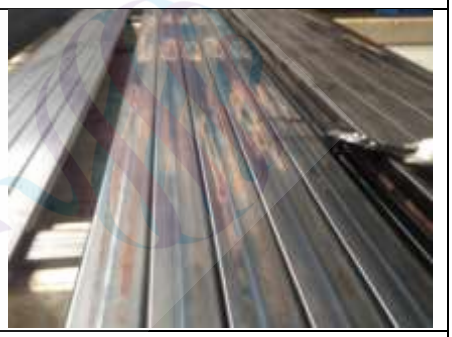
จากการสุ่มตรวจสอบท่อที่ผลิตในแต่ละเดือนพบว่าท่อที่ทำการผลิตในเดือนที่ 1 ถึงเดือนที่ 7 มีสนิมที่บริเวณผิวเหมือนกันแต่จะแตกต่างกันคือปริมาณของสนิมและระดับความรุนแรงของสนิมที่ไม่เท่ากัน ซึ่งรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.6

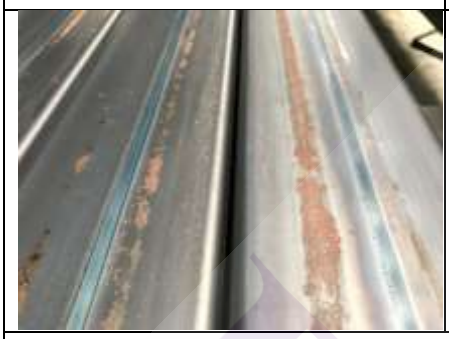
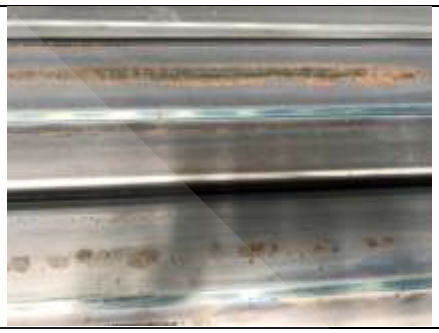
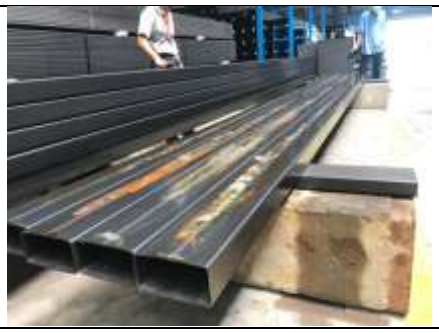
ตารางที่ 3.6 แสดงผลการสุ่มตรวจสอบท่อที่ผลิตเครื่อง TM05 (ท่อเหลี่ยมและแป๊บแบน)

แป๊บแบน 125x75x2.50mmx6.0m วันที่ผลิต 5/1/2017
Bundle No.1001892145
จากการตรวจสอบท่อหลังการเก็บใน Stock 217 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพเป็นสนิมแดงเล็กน้อย แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อเป็นสนิมแดงรุนแรงทั้งด้านบนและด้านล่างตลอดทั้งเส้น ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเป็นจุดๆ

แป๊บแบน 125x75x2.50x6000 วันที่ผลิต 16/3/2017		
Bundle No.1002011061	Bundle No.1002011058	Bundle No.1002011062
จากการตรวจสอบท่อหลังการเก็บใน Stock 147 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อมีคราบน้ำยา Coolant และเป็นสนิมแดงรุนแรงทั้งด้านบนและด้านล่างเป็นบางจุด ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเป็นจุดๆ		

แป๊บแบน 125x75x2.50x6000 วันที่ผลิต 6/4/2017		
Bundle No.1002082923	Bundle No.1002082918	Bundle No.1002082917
		
จากการตรวจสอบท่อหลังการเก็บใน Stock 126 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อมีคราบน้ำยา Coolant และเป็นสนิมแดงรุนแรงทั้งด้านบนและด้านล่างเป็นบางจุด ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเล็กน้อย		

แป๊บแบน 100x50x2.00x6000 วันที่ผลิต 20/5/2017		
Bundle No.1002105777	Bundle No.1002105791	Bundle No.1002105776
		
จากการตรวจสอบท่อหลังการเก็บใน Stock 82 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อมีคราบน้ำยา Coolant และเป็นสนิมแดงรุนแรงทั้งด้านบนและด้านล่าง ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเล็กน้อย		

<table>
<tr><td colspan="2">แป๊บแบน 100x50x2.00x6000 วันที่ผลิต 4/6/2017 ,แป๊บแบน</td><td>แป๊บแบน 150x75x2.80xx6000
วันที่ผลิต 23/6/2017</td></tr>
<tr><td>Bundle No.1002132832</td><td>Bundle No.1002132828</td><td>Bundle No.1002170680</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="3">แป๊บแบน 100x50x2.00x6000 จากการตรวจสอบหลังการเก็บใน Stock 67 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อมีสนิมแดงเริ่มกินผิวทั้งด้านบนและด้านล่าง ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเล็กน้อย
แป๊บแบน 150x75x2.80xx6000 จากการตรวจสอบหลังการเก็บใน Stock 49 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อมีคราบน้ำยา Coolant และเป็นสนิมแดงเริ่มกินผิวทั้งด้านบนและด้านล่าง ส่วนด้านข้างมีสนิมแดงเล็กน้อย</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">แป๊บแบน 150x50x2.50x6000 วันที่ผลิต 12/7/2017</td></tr>
<tr><td>Bundle No.1002203028</td><td>Bundle No.1002203034</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td colspan="2">แป๊บแบน 100x50x2.00x6000 จากการตรวจสอบหลังการเก็บใน Stock 29 วัน พบว่าสภาพด้านนอกก่อนการแตกแพ็คท่อมีสภาพปกติ แต่หากแตกแพ็คดูพบว่าท่อเริ่มมีสนิมทั้งด้านบนและด้านล่าง</td></tr>
</table>

3.6.4.2 การดำเนินงาน (ปรับปรุงกระบวนการ)

จากการวิเคราะห์ Why – Why Analysis สามารถอธิบายได้ว่า ท่อที่ผลิตโดยเครื่อง TM05 เป็นสนิมโดยอาจมีสาเหตุมาจากน้ำยา Coolant ที่ไม่มีประสิทธิภาพ จึงส่งผลให้มีคราบน้ำยา Coolant ตกค้างที่บริเวณผิวท่อเกิดเป็นสนิมในระยะเวลาอันสั้น ส่งผลกระทบโดยตรงคือน้ำยา Coolant ยังมีสภาวะการทำงานไม่เต็มระบบจึงทำให้เกิดสนิมเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วจากสภาวะของน้ำกระด้างทำให้น้ำยา coolant ไม่ผสมกับน้ำและเกิดการแยกตัวระหว่างน้ำกับน้ำยา ทำให้น้ำยาป้องกันสนิมไม่ได้ประสิทธิภาพ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นรากของปัญหา ผู้วิจัยจึงทำการทดลองเพื่อให้ได้ข้อมูลในการเสนอเพื่อปรับปรุงกระบวนการต่อไป

จากการศึกษาพบว่าน้ำกระด้าง คือ น้ำที่มีหินปูนเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้คุณสมบัติของนั้นเป็นด่าง ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้งานได้ดีเท่าที่ควร ตัวอย่างเช่น เมื่อนำไปใช้ซักผ้า ความเป็นด่างของมันจะเป็นตัวทำให้ผงซักผ้าไม่เกิดฟอง รวมไปถึงการนำน้ำมาผสมกับน้ำยา Coolant เช่นกัน ดังนั้นจึงนับได้ว่า น้ำกระด้างไม่เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไปในชีวิตประจำวันสักเท่าไหร่

ตารางที่ 3.7 แสดงรายละเอียดของการวางแผนแบบ PDCA

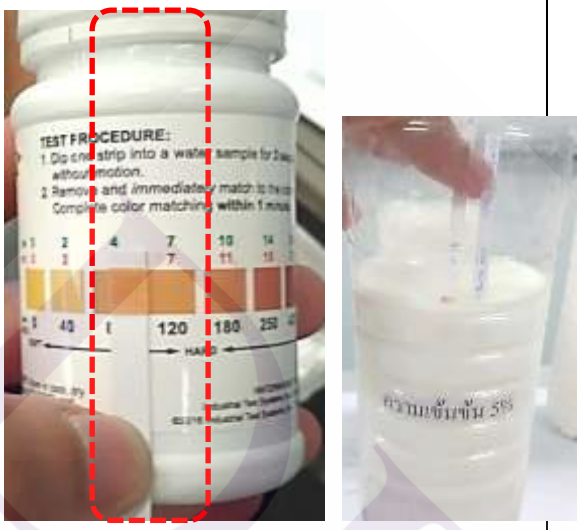
PLAN	- กำหนดขอบเขตการดำเนินงานการแก้ปัญหาการเกิดน้ำกระด้างในการผสมน้ำยาCoolant - ปรึกษาผู้ผลิตน้ำยา Coolant ทางออกในการแก้ปัญหาคือติดตั้งระบบการกรองน้ำให้เป็นน้ำที่ไม่มี CaCO3
DO	ดำเนินกิจกรรมการแก้ปัญหาการเติมน้ำกระด้าง - ดำเนินการเสนอติดตั้งระบบ “Water Softener”
CHECK	- ติดตามผลการกรองน้ำเปล่าหลังจากการผ่านเครื่องกรอง จนนำไปผสมน้ำยา Coolant และดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้
ACTION	- ทำเป็นมาตรฐานไม่ให้ปัญหาที่ถูกแก้ไขแล้วกลับมาเกิดขึ้นซ้ำอีกครั้งภายหลังจากการใช้งานเต็มระบบ

ทางผู้วิจัยจึงทำการทดสอบคุณสมบัติของน้ำยาคูลแลนซ์ ณ ปัจจุบัน

ภาพที่ 3.34 ตัวอย่างการทดลองน้ำคูลแลนซ์โดยเติมน้ำประปาผสมกับน้ำยา

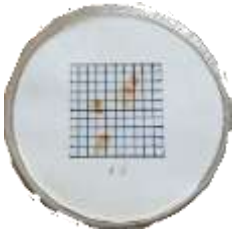
จากการทดสอบน้ำยาคูลแลนซ์ตามภาพที่ 3.34 โดยใช้น้ำประปาธรรมดาทำให้พบว่า ยิ่งเวลาผ่านไป น้ำมันและน้ำยาจะทำปฏิกิริยากับน้ำกระด้างเกิดการแยกชั้นที่มากขึ้นเรื่อยๆจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของน้ำยาไม่ได้เต็มระบบ

ตารางที่ 3.8 แสดงการตรวจสอบเบื้องต้นของความเป็นด่างของน้ำยาคูลแลนซ์

ตรวจสอบความเป็นด่าง (น้ำประปา)	ตรวจสอบความเป็นด่าง (น้ำจากระบบ Water Softener)
	

ทำการทดลองโดยใช้น้ำจากระบบ Water Softener เป็นตัวผสมกับน้ำยาคูลแลนซ์ โดยเทียบกับ % ความเข้มข้นของน้ำยาในแต่ละ Condition เพื่อพิจารณาปฏิกิริยาการเกิดสนิม ดังแสดงในตาราง 3.9 และผลการทดสอบดังตารางที่ 3.10

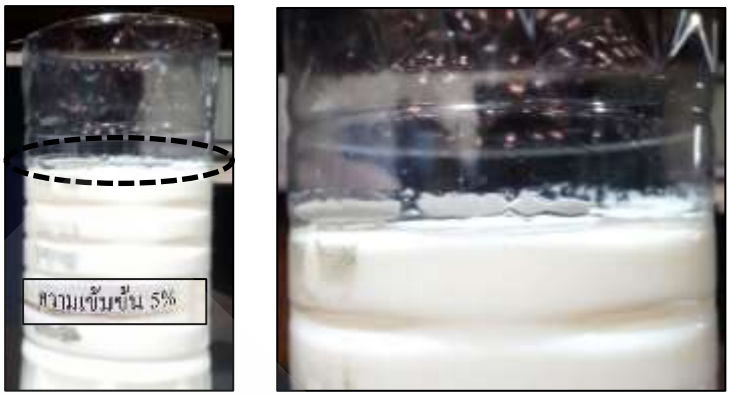
ตารางที่ 3.9 แสดงรายละเอียดของการทดลองความเข้มข้นของน้ำคูลแลนซ์

การดำเนินการ	รายละเอียดและวิธีการทดลอง
	วัดความเข้มข้นน้ำยาจากการทดสอบ ที่ความเข้มข้น 3% ,4% ,5% ,6% ,7% เพื่อเรียบเรียงเป็นตัวอย่างการทดสอบ
	ชั่งผงเหล็ก ใช้ประมาณ 3 กรัม โดยเทผงเหล็กลงบนแผ่นกรองที่อยู่ในจานทดลอง โดยให้อยู่ในพื้นที่ 4 cm X 4cm
	นำสลิ๊งดูดน้ำยาจากกระบอกตวง 2 ml โดยหยอดน้ำยาให้ทั่วผงเหล็ก และน้ำยาหมดหลอดสลิ๊ง
	วางทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง และเมื่อเวลาผ่านไปหลังทิ้งไว้ 12 ชั่งโมงครบ แล้วเทผงเหล็กออก
	นำแผ่นมาวางหาเปอร์เซ็นต์ที่เกิด โดย 1 ช่องคิดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์

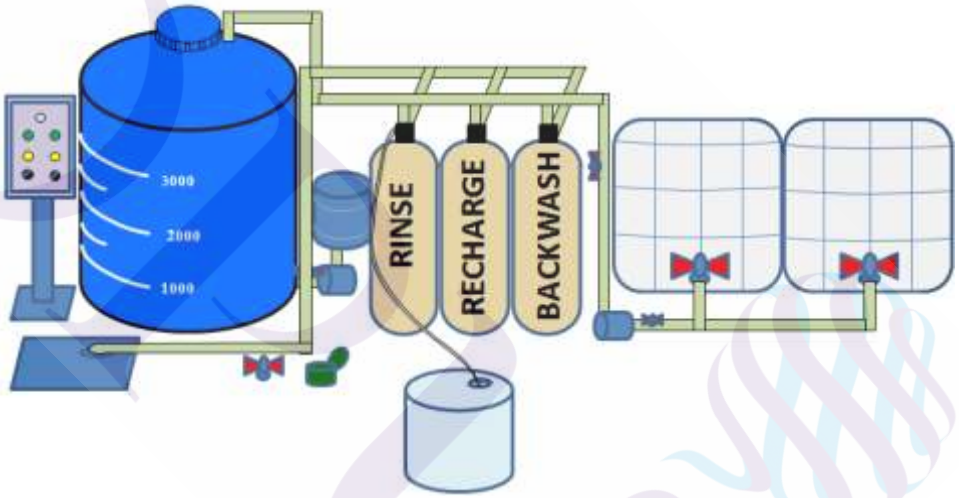
จากการทดลองผสมกับน้ำยาคูลแลนซ์โดยเทียบกับ % ความเข้มข้นของน้ำยาในแต่ละ Condition การทดสอบเป็นระยะเวลา 1 เดือน พบว่าที่ความเข้มข้นเริ่มต้น5% ก็เพียงพอต่อการใช้งานในการผสมน้ำยา

ตารางที่ 3.10 แสดงผลการทดสอบความเข้มข้นของน้ำยาคูลแลนซ์ที่ Condition ต่างๆ

	3%เจือจางโดยน้ำกรองจากน้ำยาที่ใช้แล้ว	4%เจือจางโดยน้ำกรองจากน้ำยาที่ผสมใหม่	5%เจือจางโดยน้ำกรองจากน้ำยาที่ผสมใหม่	6%เจือจางโดยน้ำกรองจากน้ำยาที่ผสมใหม่	7%เจือจางโดยน้ำกรองจากน้ำยาที่ผสมใหม่
เปอร์เซ็นต์ที่เจือจาง (%Brix)	3 %	4 %	5 %	6 %	7 %
ภาพการทดสอบ					
อัตราการเกิดคิดเป็น%	38 %	22 %	2%	1%	1%



ภาพที่ 3.35 ตัวอย่างของน้ำจากระบบ Water Softener ที่ความเข้มข้น 5% ระยะเวลา 1เดือน

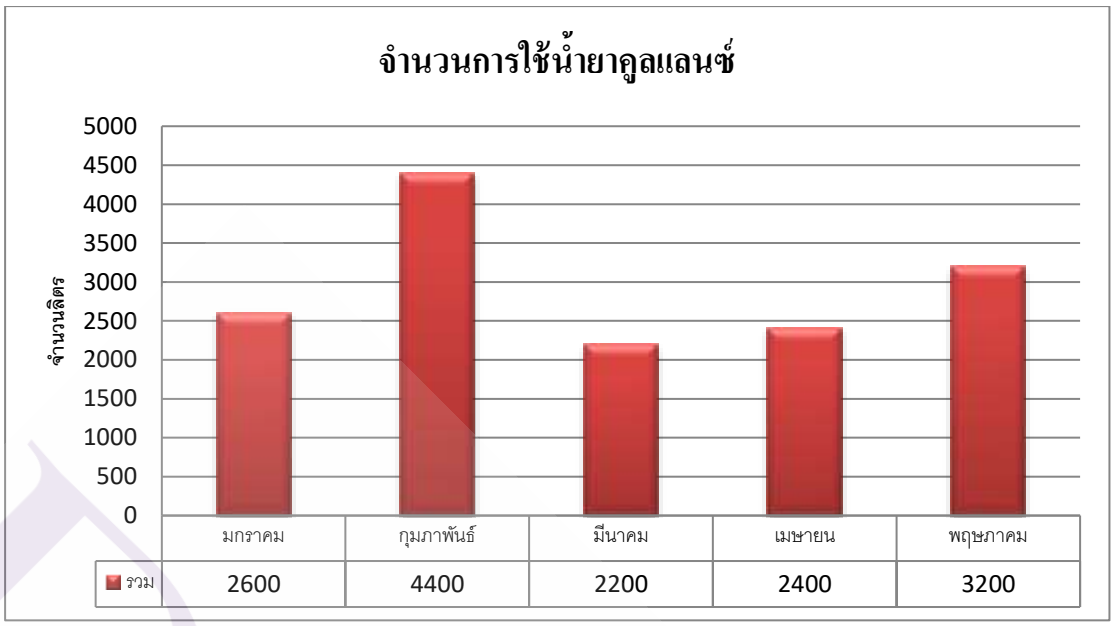


ภาพที่ 3.36 แสดงตัวอย่างระบบ Water Softener เพื่อให้ได้น้ำที่เหมาะกับการนำไปใช้งาน

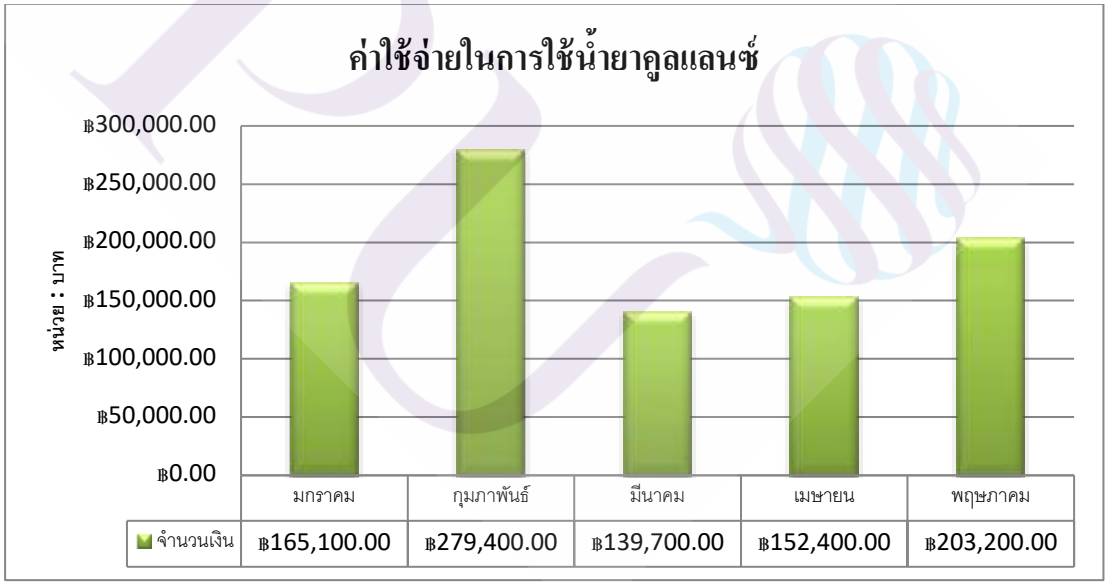
ตารางที่ 3.11 แสดงตัวอย่างรายละเอียดของส่วนผสมน้ำยาที่ใช้น้ำจากระบบ Water Softener

%ความเข้มข้นน้ำยาต่อ 1 ลิตร	%น้ำต่อ 1 ลิตร	ปริมาตรน้ำยาที่ผสมต่อ 1 ลิตร	ปริมาตรน้ำที่ผสมต่อ 1 ลิตร
4%	94%	40 ml = 0.04 L	960 ml = 0.96 L
5%	95%	50 ml = 0.05 L	950 ml = 0.95 L
6%	94%	60 ml = 0.06 L	940 ml = 0.94 L
7%	93%	70 ml = 0.07 L	930 ml = 0.93 L
8%	92%	80 ml = 0.06 L	920 ml =0.98 L
9%	91%	90 ml = 0.09 L	910 ml = 0.91 L

จากการพิจารณาการปรับปรุงประสิทธิภาพของน้ำยาคูลแลนซ์ ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นผลกระทบเพิ่มเติมจากกระบวนการ เนื่องด้วยปริมาณการเติมน้ำยาคูลแลนซ์มากเกินความจำเป็น ส่งผลให้เกิดต้นทุนแฝงเกิดขึ้นกับเครื่องผลิตท่อ โดยเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ มีการเติมน้ำยามากเป็นพิเศษ เพราะความต้องการในการป้องกันสนิมดัง รายละเอียดของข้อมูลภาพที่ 3.37 กราฟแสดงรายละเอียดจำนวนการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ และ ภาพที่ 3.38 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายน้ำยาคูลแลนซ์



ภาพที่ 3.37 กราฟแสดงการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์(ก่อนปรับปรุง)



ภาพที่ 3.38 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต (ก่อนปรับปรุง)

จะเห็นได้ว่าข้อมูลของแต่ละเครื่องมีการเติมน้ำยาที่ไม่เท่ากัน เครื่องผลิตท่อ TM5 ถูกระบุให้ผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ จึงเติมน้ำยาคูลแลนซ์มากเป็นพิเศษ โดยขาดมาตรฐานและความเข้าใจในการเติมน้ำยาคูลแลนซ์จึงทำให้เกิดต้นทุนเพิ่มขึ้น

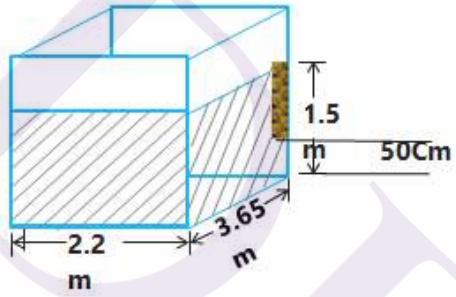
<u>คำนวณปริมาณสัดส่วนของการเติมน้ำยาคูลแลนซ์ในบ่อ</u>

ปริมาณจริงของบ่อน้ำยา เครื่องผลิตท่อ ความกว้าง 2.2 m ยาว 3.65 m สูง 2 m (1บ่อ)

=2.2 x 3.65 x 2

=16.06 ลบ.ม แปลเป็นลิตร 16.06 x 1,000

=16,060 ลิตร ประมาณ16,000 ลิตร



กำหนดให้เติมน้ำยากับน้ำปริมาณอยู่ที่ 3 ส่วนของบ่อ

$$= \frac{3\times16,000}{4} = 12,000\text{L}$$

ภาพที่ 3.39 ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณน้ำยาที่อยู่ภายในบ่อ (ขนาด 1 บ่อ)

โดยความเข้มข้นน้ำยา*<u>(คำนวณจากปริมาตรบ่อที่มีน้ำยาอยู่ในบ่อ)ต้องการให้เพิ่มอีกกี่ %ให้ใช้สัดส่วนตามนี้</u>*

เติมให้ได้ปริมาณ 12,000 L

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u> ความเข้มข้นน้ำยา 5% เทียบจากปริมาตร 1 L ใช้น้ำยา 0.05 L

ถ้าปริมาณ 12,000 L จะใช้น้ำยา กี่ลิตร 12,000×0.05 = 600L

จะใช้น้ำ กี่ลิตร 12,000-600=11,400 L

ดังนั้นจะได้ว่า

ความเข้มข้นน้ำยา 5% ใช้น้ำ 11,400 ใช้น้ำยา 600 ลิตร

ความเข้มข้นน้ำยา 6% ใช้น้ำ 11,280 ใช้น้ำยา 720 ลิตร

ความเข้มข้นน้ำยา 7% ใช้น้ำ 11,160 ใช้น้ำยา 840 ลิตร

ความเข้มข้นน้ำยา 8% ใช้น้ำ 11,040 ใช้น้ำยา 960 ลิตร

ความเข้มข้นน้ำยา 9% ใช้น้ำ 11,920 ใช้น้ำยา 1,080 ลิตร

ความเข้มข้นน้ำยา 10% ใช้น้ำ 10,800 ใช้น้ำยา 1,200 ลิตร

<u>คำนวณการหาปริมาณน้ำยาที่ลดลงจากระดับที่กำหนด</u>

$$= 1.50 - \frac{(\text{ระดับค่าน้ำยาที่อ่านได้ที่แผงวัดระดับ} + 50)}{100} \times 2.2 \times 3.65 \times 1{,}000 = \text{---------- } \mathbf{1}$$

การคำนวณการปริมาณน้ำยาที่ต้องการเติม

$$= \frac{\text{นำค่าที่คำนวนได้จาก สมการ } 1 \times \text{เปอร์เซ็นต์น้ำยาที่ต้องการเติมเพิ่ม}}{1} = \text{ปริมาณน้ำยาที่ต้องเติมเพิ่ม---------- } \mathbf{2}$$

“ตัวอย่างการคำนวณ”

ระดับค่าน้ำยาที่อ่านได้จากแผงวัด70เซนติเมตร เปอร์เซ็นต์น้ำยาที่ต้องการเติมเพิ่ม 5% และน้ำยา Coolant ที่วัดได้จากบ่อ 6%

“การคำนวณปริมาณน้ำยาที่ลดลงจากระดับที่กำหนด”

$1.50 - \frac{(70+50)}{100} \times 2.2 \times 3.65 \times 1{,}000 = 2{,}409$ ประมาณ 2,400 ลิตร

“การคำนวณปริมาณน้ำยาที่ต้องการเติม” = 2,400 x 5% = 120 ลิตร

ภาพที่ 3.40 ตัวอย่างขนาดของบ่อน้ำคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างจำนวน 3 บ่อ

บทที่ 4
การวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

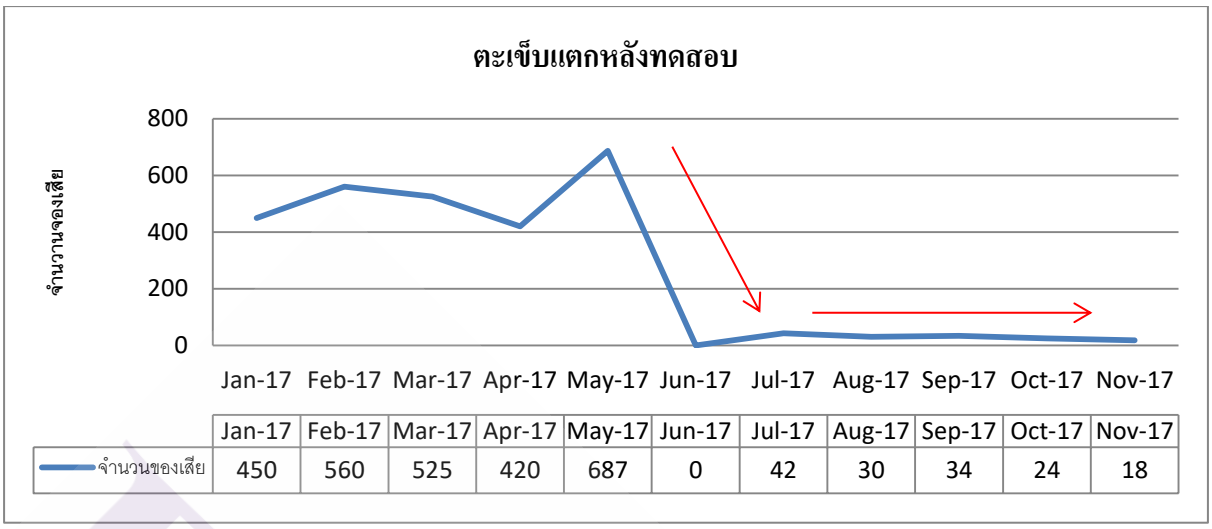
4.1 ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานปรับปรุงในส่วนเปอร์เซนต์อัตราคุณภาพของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ โดยใช้วิธีการปรับปรุงติดตั้งอุปกรณ์เครื่องจักรและวิธีการตรวจสอบคุณภาพงาน ส่งผลให้ลดเวลาสูญเสียในระหว่างกระบวนการผลิตและยังสามารถเพิ่ม Productivity ได้อีกด้วย ในการปรับปรุงเพิ่มอุปกรณ์ครั้งนี้มีผลทำให้อัตราคุณภาพ ที่เป็นเป้าหมายหลักมีผลสูงขึ้น และยังส่งผลให้อัตราการเดินเครื่องจักรสูงขึ้นตามอีกด้วย โดยผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงทั้งหมด 4 เรื่อง ดังนี้

4.1.1 ปรับปรุงในเรื่อง “ตะเข็บแตกหลังทดสอบ Flattening”

ทำการติดตั้งเครื่องทดสอบ Cold Flattening test และ ไม้บรรทัดเหล็กวัดระดับน้ำยาคูลแลนซ์ภายในท่อระหว่างกระบวนการผลิต โดยควบคุมกระบวนการด้วยเอกสาร Preventive maintenance (Daily check) ทุกครั้งก่อน Mass product

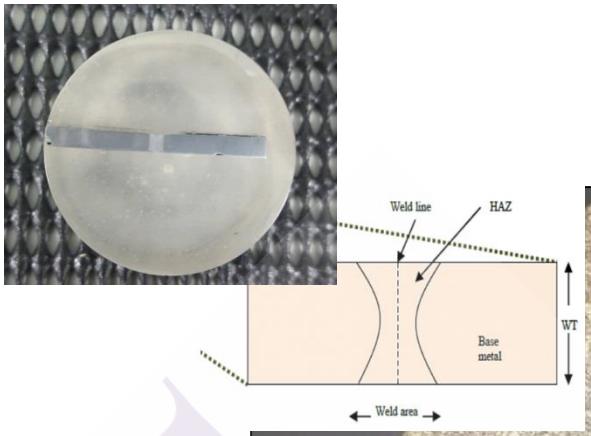
ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2560 ที่ผ่านมา ปัญหาท่อตะเข็บแตกภายหลังการทดสอบ Flattening มีจำนวนทั้งสิ้น 2642 pcs และเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการพบว่าปัญหายังมีอยู่ แต่ลดลงอย่างมาก ซึ่งจากการตรวจสอบตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – พฤษจิกายน มีจำนวนทั้งสิ้น 148 pcs ส่วนใหญ่เป็นสินค้าในช่วงของการ Setup กระแสไฟฟ้า ซึ่งยังไม่ค่อยมีเสถียรภาพในช่วงต้นกระบวนการผลิต



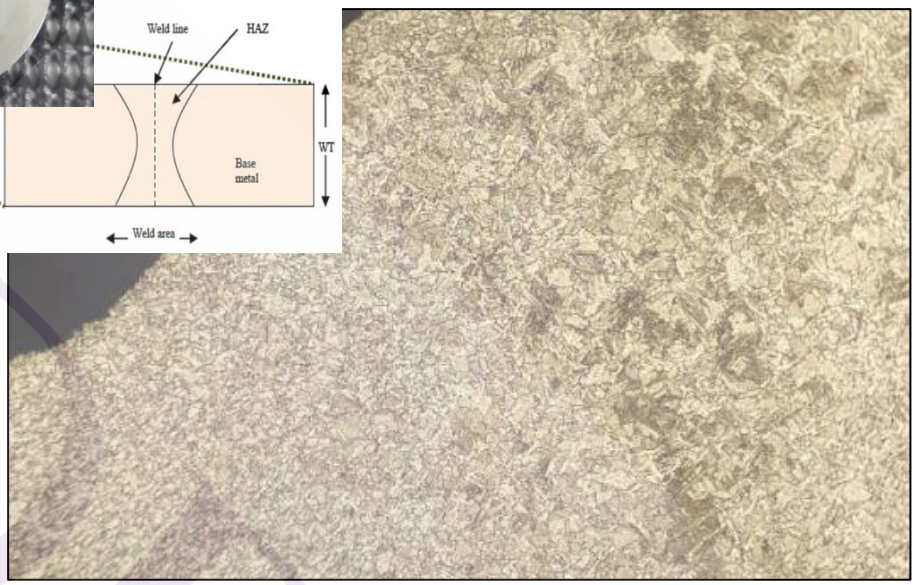
	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17
จำนวนของเสีย	450	560	525	420	687	0	42	30	34	24	18

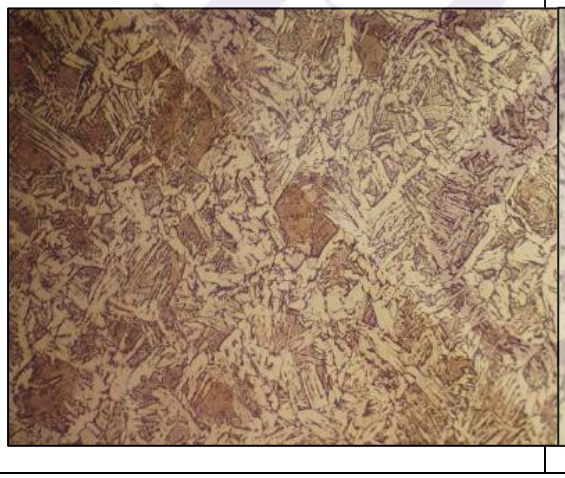
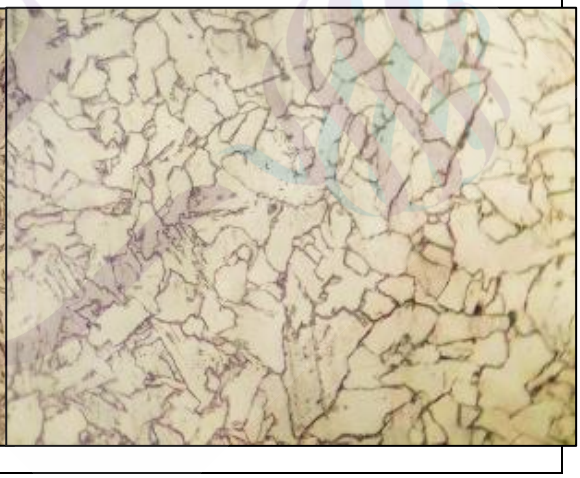
ภาพที่ 4.1 กราฟข้อมูลผลกระทบของตะเข็บแตกหลังทดสอบตั้งแต่ มกราคม – พฤศจิกายน 2017

จากข้อมูลการเก็บตัวอย่างจะเห็นได้ว่าปัญหาตะเข็บแตกภายหลังการทดสอบลดลง เพราะการควบคุมปริมาณน้ำคูลแลนซ์ภายในท่อ ด้วยการตรวจสอบเศษฝุ่นผงเหล็กที่ไปอุดตันตรงบริเวณชุด Return Flow (Return flow คืออุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำคูลแลนซ์)



โครงสร้างบริเวณรอยเชื่อมก่อน

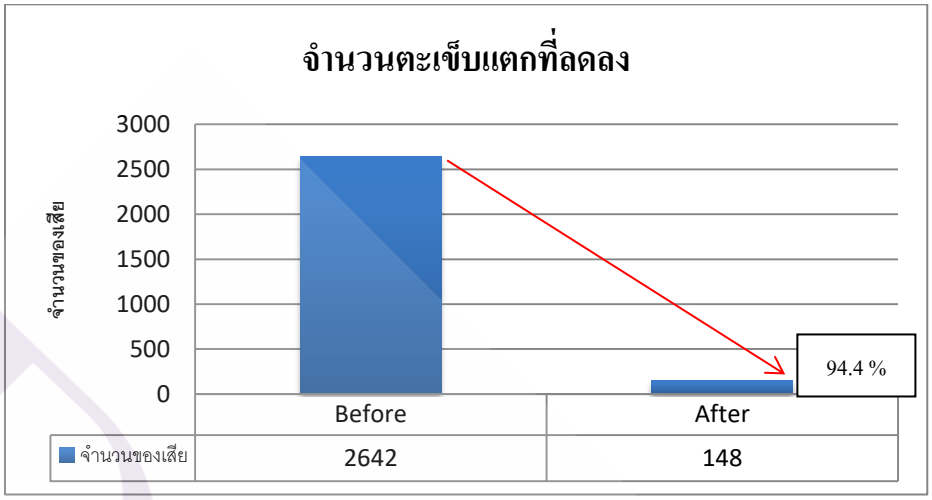


โครงสร้างก่อนการปรับปรุง (NG)	โครงสร้างก่อนการปรับปรุง (OK)
	

ภาพที่ 4.2 แสดงภาพโครงสร้างจุลภาพภายหลังการปรับปรุงชุด Return Flow

เมื่อทำการควบคุมระดับน้ำคูลแลนซ์ไม่ให้สูงไม่เกิน 1/3 ของท่อจะส่งผลให้รอยเชื่อมของท่อไม่โดนน้ำคูลแลนซ์ทำให้รอยเชื่อมค่อยๆเย็นตัว ไม่เย็นตัวอย่างรวดเร็วเหมือนที่ผ่านมา

จึงทำให้ท่อมีความเหนียวขึ้นส่งผลให้ท่อมีความแข็งแรงทนต่อการดัดแบบกดมากขึ้นดังภาพโครงสร้างตัวอย่างที่ 4.2

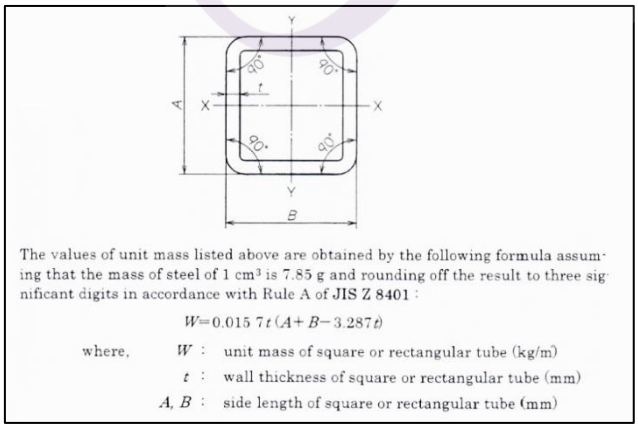


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงการลดลงของผลการปรับปรุงเรื่องตะเข็บแตก

เดิมทีนั้นปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพสินค้าที่ส่งมอบเข้าอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงทำให้ต้องถูกคัดเกรดส่งขายในงานกลุ่มโครงสร้างทั่วไป โดนราคาขายของเหล็กกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไปอยู่ที่ 23/kg หรือ 1,446.7 บาท/เส้น และราคาขายให้กลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์อยู่ที่ 30/kg หรือ 1,887 บาท/เส้น

(*พิจารณาการคำนวณน้ำหนักท่อเหลี่ยมตามมาตรฐาน JIS G3466-2010* ดังแสดงตามภาพที่ 4.4)

ซึ่งนั้นหมายความว่าทางบริษัทจะขาดโอกาสในการผลิตสินค้าขายไปเมื่อเกิดของเสียเกิดขึ้น



ภาพที่ 4.4 วิธีการคำนวณหาน้ำหนักของท่อ

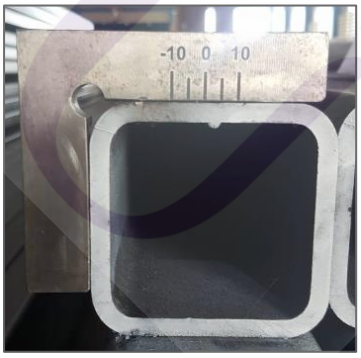
เมื่อทำการพิจารณาปัญหาก่อนหน้านี้ ท่อเหล็กที่ไม่ผ่านมาตรฐานจำนวน 2,642 เส้น คิดเป็นเงินเมื่อขายในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์จะได้เท่ากับ 4,985,454 บาท แต่ถูกคัดเกรดขายในกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไปเป็นเงิน 3,820,332 บาท ซึ่งทำให้หลุดโอกาสการขายเป็นเงินจำนวน 1,165,122 บาท

ภายหลังการปรับปรุงยังคงมีของเสียที่หลุดโอกาสการขายแล้วคิดเป็นจำนวนเงิน(คัดขายในกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไป) 65,164.4 บาท แสดงว่าลดการสูญเสียที่เป็นจำนวนเงินได้ถึง 94.40% หรือคิดเป็นเงิน**1,099,957**บาท

1. ปรับปรุงในเรื่อง “ตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์”

ตะเข็บเชื่อมเอียงห่างออกจากศูนย์กลาง” (ไม่ได้มาตรฐานท่อในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์)

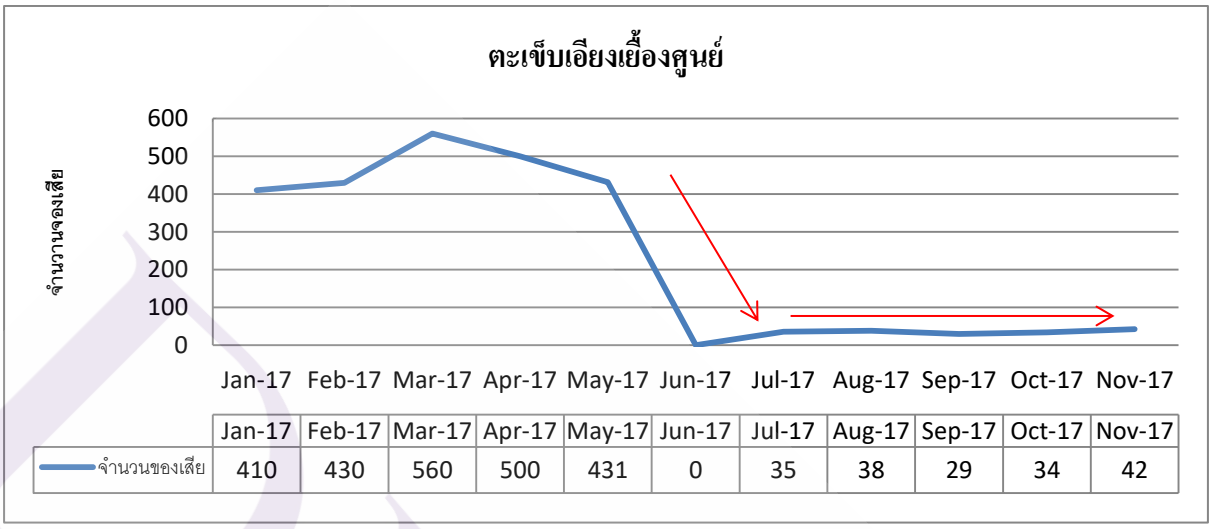
ผู้ทำการวิจัยเสนอแนวทางใช้วิธีการปรับปรุงติดตั้งอุปกรณ์เลเซอร์และJig ตรวจสอบคุณภาพงาน ส่งผลให้การตรวจสอบรวดเร็วขึ้นสามารถลดเวลาในการตรวจสอบและได้จำนวนสินค้าที่สุ่มตรวจสอบมากขึ้นทำให้สามารถดักปัญหาได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งในการทำ Jig ยังลดความผิดพลาดของกระบวนการตรวจสอบของพนักงานได้เป็นอย่างดี ดังแสดงวิธีการตรวจสอบตามภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 วิธีการวัดเพื่อตรวจสอบในกระบวนการผลิต

ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2560 ที่ผ่านมา ปัญหาท่อตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์ มีจำนวนทั้งสิ้น 2331 pcs และเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการพบว่าปัญหายังมีอยู่ แต่ลดลงอย่างมาก ซึ่งจากการตรวจสอบตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – พฤษจิกายน มีจำนวนทั้งสิ้น 178 pcs ส่วนใหญ่เป็น

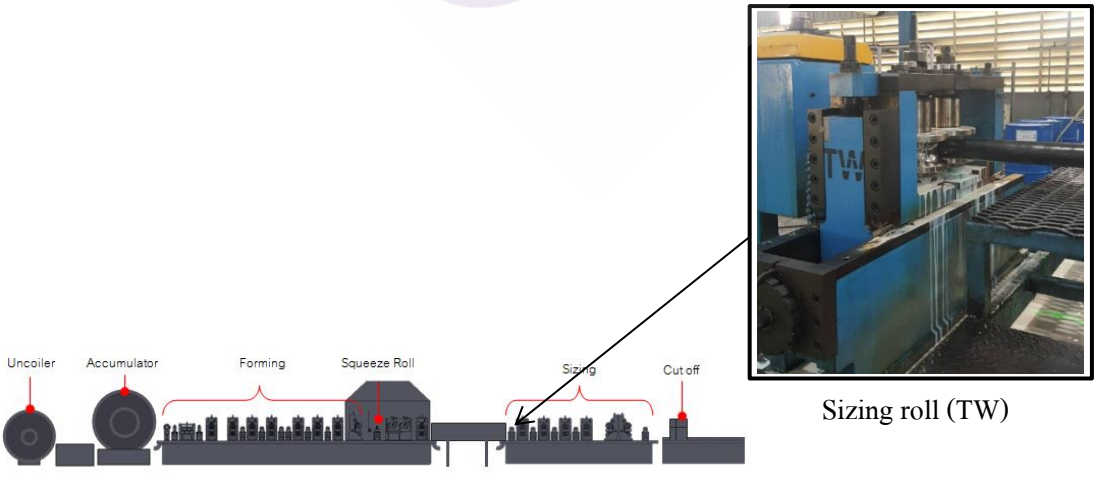
สินค้าในช่วงของการ Setup ซึ่งจะต้องปรับชุดลูกรีดเพื่อให้ตะเข็บอยู่กึ่งกลาง (พนักงานต้องเซทระบบการปรับและตรวจสอบบ่อยขึ้น)



	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17
จำนวนของเสีย	410	430	560	500	431	0	35	38	29	34	42

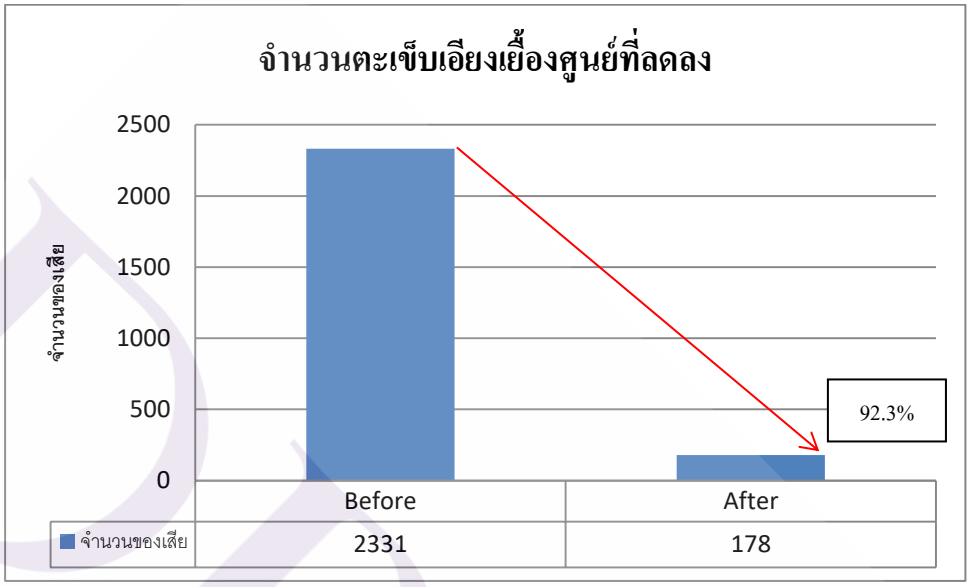
ภาพที่ 4.6 กราฟข้อมูลผลกระทบของตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์ ตั้งแต่ มกราคม – พฤศจิกายน 2017

การปรับปรุงกระบวนการดังกล่าวสามารถลดปัญหาตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์ได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ จากการตั้งทีมงานเพื่อคอยตรวจสอบงานผลิตท่ออย่างเป็นระบบ โดยได้กำหนดตำแหน่งการตรวจสอบที่ดีที่สุด ภายหลังจากทดลองที่ก่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดในการตรวจสอบและปรับตั้ง คือชุด Sizing roll (TW) แต่ต้องทำการปรับตั้งบ่อยครั้งเพราะเครื่องไม่มีชุดปรับตะเข็บ จึงต้องใช้พนักงานคอยปรับตลอดเวลา



Sizing roll (TW)

ภาพที่ 4.7 บริเวณชุดปรับประคองตะเข็บ (Sizing roll TW)



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงข้อมูลการลดลงของการปรับปรุงกระบวนการตะเข็บเยื้อง

ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อคุณภาพสินค้าที่ส่งมอบเข้าอุตสาหกรรมยานยนต์ จึงทำให้ต้องถูกคัดเกรดส่งขายในงานกลุ่มโครงสร้างทั่วไป โดนราคาขายของเหล็กกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไปอยู่ที่ 23/kg หรือ 1,446.7 บาท/เส้น และราคาขายให้กลุ่มอุตสาหกรรมรถยนต์อยู่ที่ 30/kg หรือ 1,887/เส้น (*พิจารณาการคำนวณน้ำหนักท่อเหลี่ยมตามมาตรฐาน JIS G3466-2010*) ดังแสดงในภาพที่ 4.2

เมื่อทำการพิจารณาปัญหาก่อนหน้านี้ ท่อเหล็กที่ไม่ผ่านมาตรฐานจำนวน 2,331 เส้น คิดเป็นเงินเมื่อขายในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์จะได้เท่ากับ 4,398,597 บาท แต่ถูกคัดเกรดขายในกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไปเป็นเงิน 3,372,257 บาท ซึ่งทำให้หลุดโอกาสการขายเป็นเงินจำนวน 1,026,340 บาท

ภายหลังการปรับปรุงยังคงมีของเสียที่หลุดโอกาสการขายแล้วคิดเป็นจำนวนเงิน(คัดขายในกลุ่มท่อโครงสร้างทั่วไป) 78,373.4บาท แสดงว่าลดการสูญเสียที่เป็นจำนวนเงินได้ถึง **92.36%**หรือคิดเป็นเงิน **947,966**บาท

2. ปรับปรุงในเรื่อง “รอยโรลมาร์คที่ผิวท่อ”

ลักษณะดังกล่าวส่งผลต่อสภาพผิวภายหลังทำสี ผิวสีจะไม่สวย ทางผู้วิจัยได้วิเคราะห์แล้วว่ารอยโรลมาร์คที่ผิวท่อเกิดจากฝุ่นสเกลที่มากับน้ำยาคูลแลนซ์ที่หลุดร่อนจากผิวเหล็กภายหลังการฟอร์มตัวขึ้นรูปท่อ บ่อยครั้งจะต้องหยุดเครื่องเพื่อทำความสะอาด ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต อีกทั้งเกิดความเสียหายในล็อทผลิตขนาดใหญ่เนื่องมาจากรอยดังกล่าว

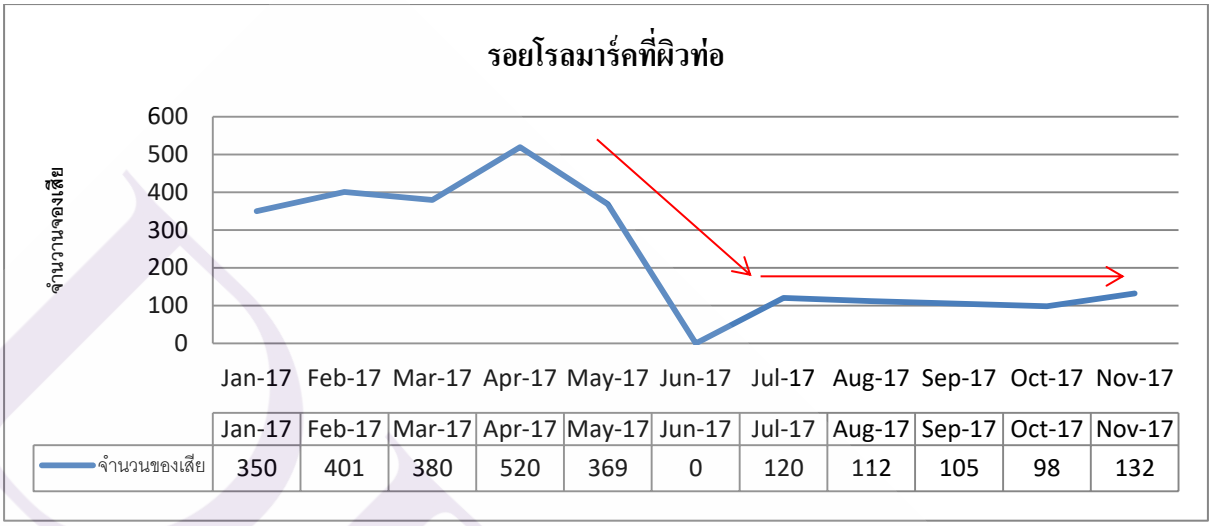
ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียด a.)ฝุ่นสเกลจากท่อ b.)ภาพฝุ่นสเกลที่ถูกขูดออกจากลูกรีด

a.)ภาพแสดงฝุ่นสเกลต้นเหตุของปัญหา	b.)อุปกรณ์ที่ติดตั้งสามารถขูดฝุ่นสเกลออกจากลูกรีด

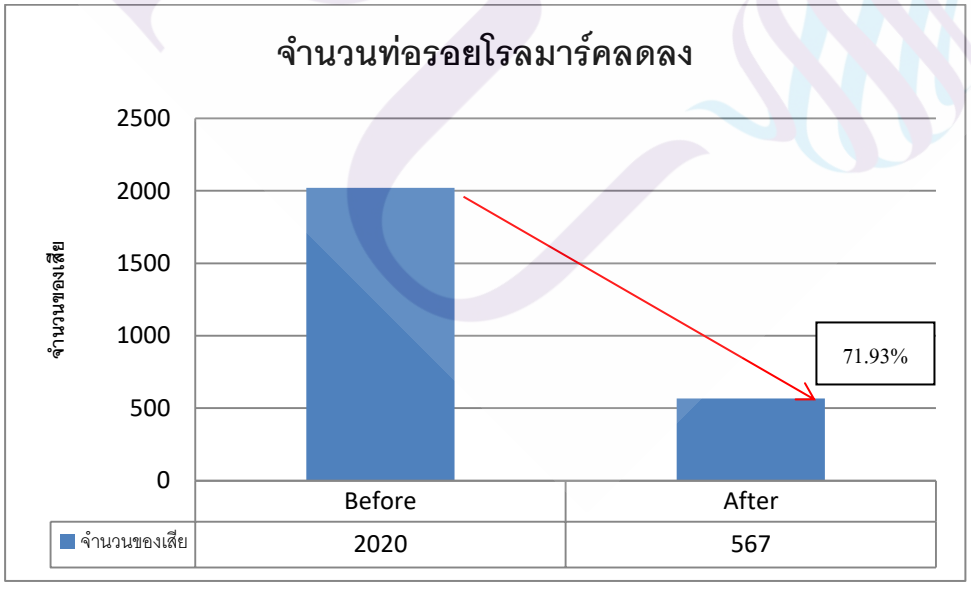
ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2560 ที่ผ่านมา ปัญหารอยโรลมาร์คที่ผิวท่อมีจำนวนทั้งสิ้น 2020 pcs และเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการพบว่าปัญหายังมีอยู่ แต่ลดลงกึ่งหนึ่ง ซึ่งจากการตรวจสอบตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – พฤษจิกายน มีจำนวนทั้งสิ้น 567 pcs ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ปัญหาที่พบเกิดจากการหลุดตรวจสอบเนื่องมาจากว่า พนักงานประจำเครื่องไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นไปได้อยากที่จะมีพนักงานเฝ้าประจำที่จุดดังกล่าวตลอดเวลา จึงทำให้ตรวจสอบได้เฉพาะตอนช่วงกระบวนการแพ็คสินค้า ดังภาพที่ 4.9 บริเวณจุดแพ็คสินค้า (Auto packing)

ภาพที่ 4.9 บริเวณจุดแพ็คสินค้า (Auto packing) ที่มีการตรวจสอบรอยโรลมาร์ค



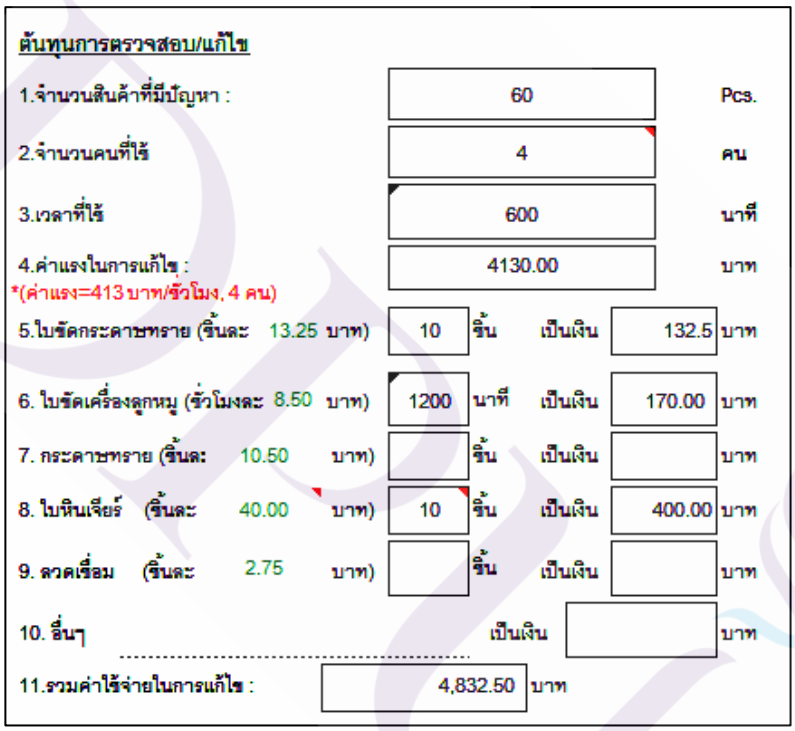
ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงข้อมูลผลกระทบของรอยโรลมาร์ค ตั้งแต่ มกราคม – พฤษจิกายน 2017



ภาพที่ 4.11 กราฟแสดงข้อมูลการลดลงของการปรับปรุงรอยโรลมาร์ค

จากปัญหาดังกล่าวนั้นส่งผลให้ต้องมีการ Rework งาน ด้วยวิธีการเจียร์แต่งผิวท่อให้เรียบเพื่องานทำสี ซึ่งหมายความว่าจะมีค่าความสูญเสียของกระบวนการผลิตเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังรายละเอียดตารางแสดงค่าจัดการแก้ไขท่อด้วยวิธีการเจียร์แต่งตามตารางที่4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายในการแก้ไขเจียร์แต่งผิวท่อ



ต้นทุนการตรวจสอบ/แก้ไข

1.จำนวนสินค้าที่มีปัญหา :	60	Pcs.			
2.จำนวนคนที่ใช้	4	คน			
3.เวลาที่ใช้	600	นาที			
4.ค่าแรงในการแก้ไข : *(ค่าแรง=413 บาท/ชั่วโมง, 4 คน)	4130.00	บาท			
5.ใบขัดกระดาษทราย (ชิ้นละ 13.25 บาท)	10	ชิ้น	เป็นเงิน	132.5	บาท
6. ใบขัดเครื่องลูกหมู (ชั่วโมงละ 8.50 บาท)	1200	นาที	เป็นเงิน	170.00	บาท
7. กระดาษทราย (ชิ้นละ 10.50 บาท)		ชิ้น	เป็นเงิน		บาท
8. ใบหินเจียร์ (ชิ้นละ 40.00 บาท)	10	ชิ้น	เป็นเงิน	400.00	บาท
9. ลวดเชื่อม (ชิ้นละ 2.75 บาท)		ชิ้น	เป็นเงิน		บาท
10. อื่นๆ			เป็นเงิน		บาท
11.รวมค่าใช้จ่ายในการแก้ไข :	4,832.50	บาท			

เมื่อทำการพิจารณาปัญหาก่อนหน้านี้ ท่อเหล็กที่ไม่ผ่านมาตรฐานจำนวน 2,020 เส้น ในมาตรฐานสินค้า AS 1663-1991 สามารถทำการ Rework ผิวท่อจาก Defect ได้ ดังนั้น จึงมีค่าสูญเสียจากการแก้ไขสินค้าให้ผ่านมาตรฐานลูกค้า โดยทำการวิเคราะห์ต้นทุนการแก้ไขอยู่ที่ 4,832.50 บาท / 60pcs โดยใช้พนักงาน 4 คน ในการแก้ไขงานดังกล่าว

ดังนั้นคิดเป็นเงินภายหลังการ Rework อยู่ที่ 162,694.167 บาท ภายหลังการปรับปรุงยังคงมีของเสียที่หลุดรอดมาทำการ Rework ผิวท่ออยู่ที่ 45,667.125 บาท แสดงว่าลดการสูญเสียที่เป็นจำนวนเงินได้ถึง **71.93%** หรือคิดเป็นเงินจากความต่างหลังปรับปรุง **117,027.042**บาท

3. ปรับปรุงในเรื่อง “สนิมที่ผิวท่อ”

น้ำยาคูลแลนซ์ในกระบวนการผลิตท่อมีลักษณะสีขาว มีหน้าที่ในการระบายความร้อนจากการฟอร์มตัวขึ้นรูปของท่อและยังมีหน้าที่ช่วยหล่อลื่นลูกรีด ไม่ให้เกิดความเสียหาย ดังนั้นน้ำยาคูลแลนซ์ที่ดีต้องมีสภาพความเป็นกรดและด่างที่เหมาะสม เพื่อที่น้ำยาจะไม่ทำปฏิกิริยากับท่อเหล็กเกิดสนิมได้ง่าย ดังนั้นผู้ทำการวิจัยจึงทดลองหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของน้ำยาคูลแลนซ์ที่ใช้เติมลงในบ่อบำบัด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเสนอผู้บริหารเพื่อทำการปรับปรุงกระบวนการ ซึ่งจากการทดลองพบว่าค่าของน้ำยาคูลแลนซ์ที่เหมาะสมคือควาวมเข้มข้น 5% ขึ้นไป และปัจจัยหลักของการทดลองคือ ความกระด้างของน้ำ

น้ำกระด้าง คือ น้ำที่มีหินปูนเจือปนอยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้คุณสมบัติของนั้นเป็นด่าง ซึ่งไม่สามารถนำมาใช้งานได้ดีเท่าที่ควร ตัวอย่างเช่น เมื่อนำไปใช้ซักผ้า ความเป็นด่างของมันจะเป็นตัวทำให้ผงซักผ้าไม่เกิดฟอง รวมไปถึงการนำน้ำมาผสมกับน้ำยา Coolant เช่นกันดังนั้นจึงนับได้ว่าน้ำกระด้างไม่เหมาะสำหรับการใช้งานทั่วไปในชีวิตประจำวันสักเท่าไหร่นัก ทางผู้วิจัยจึงทำการค้นหาของเสียหรือปรับปรุงคุณภาพ

ปัญหาจากการผลิตของเสีย จากการวิเคราะห์พบการสูญเสียมีรายละเอียดดังนี้

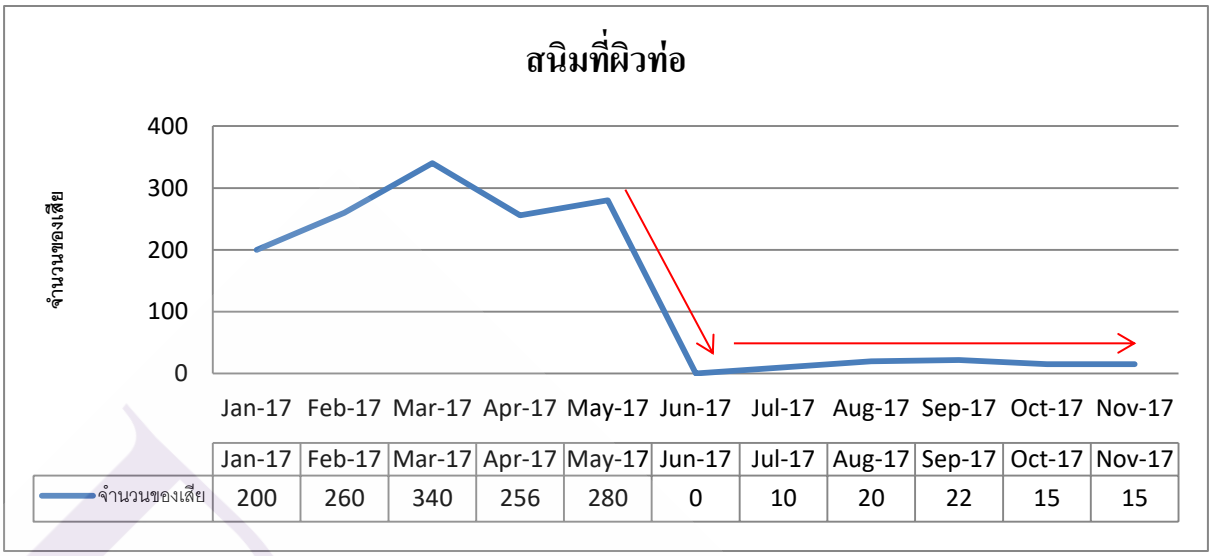
1.) ต้นทุนวัตถุดิบ เครื่องจักร แรงงาน สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

2.) เสียเวลาที่ควรจะใช้ในการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพดี

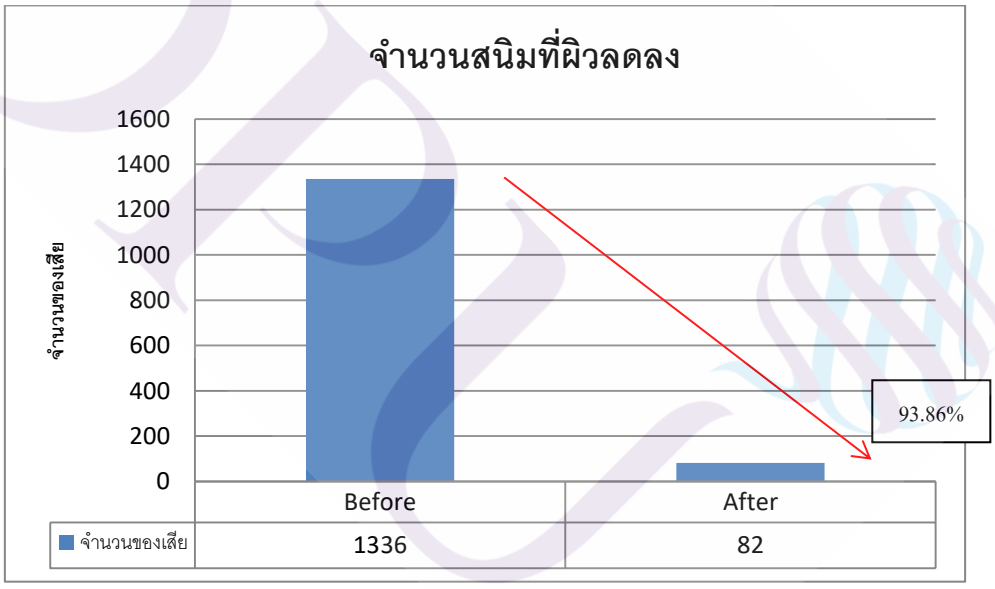
3.) เกิดการทำงานซ้ำเพื่อแก้ไขชิ้นงานเสียหรือผลิตสินค้าใหม่ชดเชยของเสีย อีกทั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านแรงงานในการแยกของดีและของเสียออกจากกัน

4.) สิ้นเปลืองสถานที่ในการจัดเก็บและกำจัดของเสีย

ในช่วงเดือน มกราคม – พฤษภาคม 2560 ที่ผ่านมา ปัญหาสนิมที่ผิวท่อมีจำนวนทั้งสิ้น 1336 pcs และเมื่อมีการปรับปรุงกระบวนการพบว่าปัญหายังมีอยู่ แต่ลดลงกึ่งหนึ่ง ซึ่งจากการตรวจสอบตั้งแต่เดือน กรกฎาคม – พฤษจิกายน มีจำนวนทั้งสิ้น 82 pcs



ภาพที่ 4.12 กราฟแสดงข้อมูลผลกระทบของสนิมที่ผิว ตั้งแต่ มกราคม – พฤษจิกายน 2017

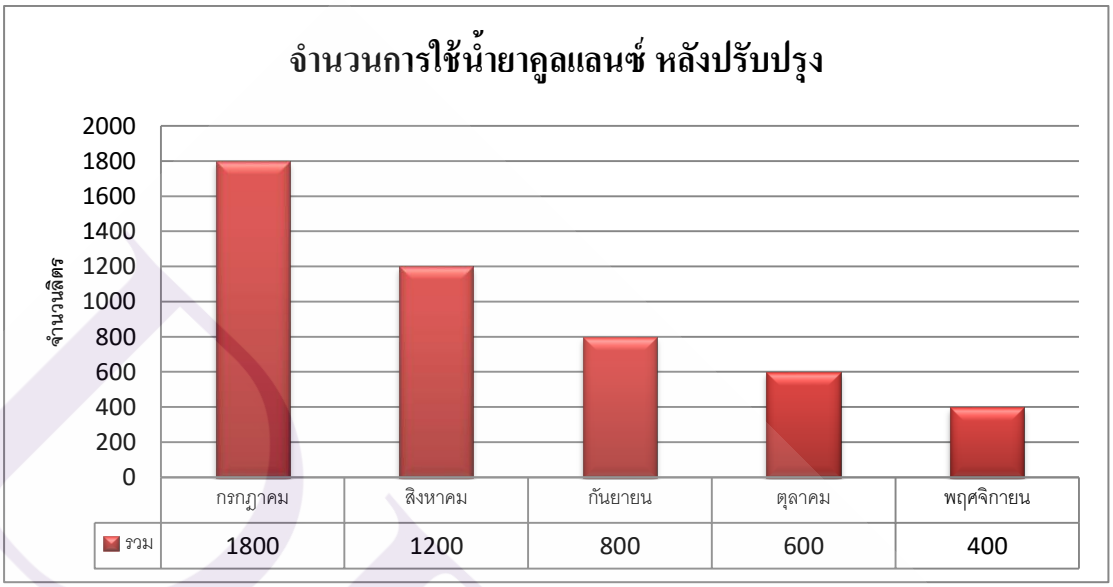


ภาพที่ 4.13 กราฟแสดงการลดลงของการปรับปรุงสนิมที่ผิว

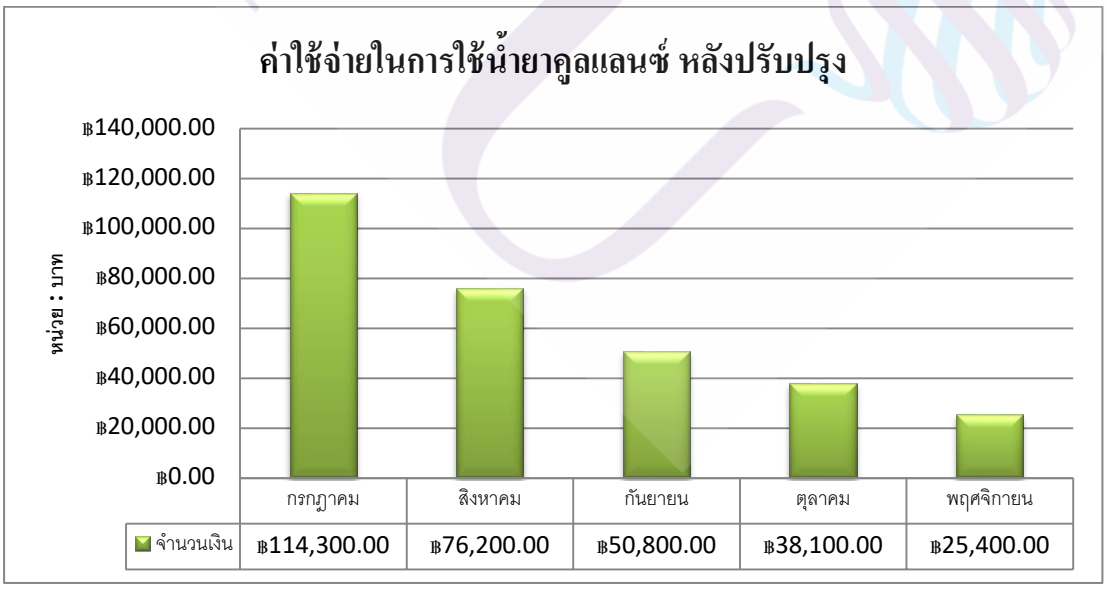
วิเคราะห์ต้นทุนการแก้ไขอยู่ที่ 4,832.50 บาท / 60pcs โดยใช้พนักงาน 4 คน ในการแก้ไขงานดังกล่าว อ้างอิงตามตารางที่3.5

ดังนั้นคิดเป็นเงินภายหลังการ Rework อยู่ที่ 107,603.67 บาท ภายหลังการปรับปรุงยังคงมีของเสียที่หลุดรอดมาทำการ Rework ผิวท่อ อยู่ที่ 6,604.41 บาท แสดงว่าลดการสูญเสียที่เป็นจำนวนเงินได้ถึง **93.86%** หรือคิดเป็นเงินจากความต่างหลังปรับปรุง **100,999.26**บาท

จากการปรับปรุงเรื่องมาตรฐานในการเติมน้ำยาเพื่อลดปริมาณการเติมน้ำยาเกินความจำเป็น ส่งผลให้ปริมาณการเติมน้ำยาลดลง ดังแสดงในกราฟที่4.9



ภาพที่ 4.14 กราฟแสดงการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ (หลังปรับปรุง)



ภาพที่ 4.15 กราฟแสดงค่าใช้จ่ายการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ (หลังปรับปรุง)

จากภาพจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการทำมาตรฐานการเติมน้ำยาให้กับพนักงาน จะทำให้ลดปริมาณการใช้น้ำยาคูลแลนซ์เกินควมจำเป็นและยังส่งผลต่อต้นทุนในการผลิตท่อที่ต่ำลง โดยก่อนปรับปรุง จำนวนการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ 14,800 ลิตร / 5เดือน คิดเป็นเงินจำนวน 1,021,200 บาท และ ภายหลังปรับปรุง จำนวนการใช้น้ำยาคูลแลนซ์ 4,800 ลิตร / 5เดือน คิดเป็นเงินจำนวน 331,200 บาท ลดต้นทุนกระบวนการผลิตไป **690,000**บาท แสดงว่าลดการสูญเสียที่เป็นจำนวนเงินได้ถึง **67.56%**

- คูลแลนซ์ปัจุบันราคาอยู่ที่ 13,800 บาท / 200 ลิตร

4.2 วิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วม(ก่อน-หลัง ปรับปรุง)

ทางผู้วิจัยทำการคำนวณหาค่า %อัตราคุณภาพ (Quality rate) ของเครื่องผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์ พบว่ามีค่า %อัตราคุณภาพ (Quality rate) เพิ่มสูงขึ้น เนื่องมาจากการปรับปรุงกระบวนการในบทที่ 3 ที่ได้กล่าวมา โดยวิเคราะห์จากการหาค่า OEE ของ 3 Factor ได้ดังนี้

OEE = อัตราเดินเครื่อง (Availability) x ประสิทธิภาพเดินเครื่อง (Performance Efficiency) x อัตราคุณภาพ (Quality Rate

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วมก่อนปรับปรุง

ตัวแปร	รายการ	ก่อนปรับปรุง				
	เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
a	เวลางานประจำ (นาที)	2640	2400	2400	2400	2400
b	เวลาหยุดตามแผน (นาที)	495	450	450	450	450
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับแต่ง,ปรับตั้ง (นาที)	250	270	255	250	250
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต (นาที)	180	160	190	180	170
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	8023	7558	7469	7558	7501
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	3	4	5	3	5
	จำนวนชิ้นเสีย (Set Up)	5	6	8	5	7
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	2432	2689	2828	2703	2894
	รวมจำนวนชิ้นเสีย	2440	2699	2841	2711	2906

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

ตัวแปร	รายการ	ก่อนปรับปรุง				
	เดือน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
f	เวลารับภาระงาน (f = a - b) (นาที)	2145	1950	1950	1950	1950
g	เวลาเดินเครื่อง (g =f - c) (นาที)	1715	1520	1505	1520	1530
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (h = Qty.*Ts.) (นาที)	1363.91	1284.86	1269.73	1284.86	1275.17
I	อัตราการเดินเครื่อง (I=g/f)	79.95	77.95	77.18	77.95	78.46
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (j = h/g)	79.53	84.53	84.37	84.53	83.34
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e) /d)	69.59	64.29	61.96	64.13	61.26
L	OEE%	44.25	42.36	40.35	42.26	40.06
หมายเหตุ : รอบเวลามาตรฐานของการผลิต (Ts)		0.17				
OEE		**41.85**				

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ก่อนปรับปรุง)

กระบวนการผลิต	อัตราการเดินเครื่องจักร(%)	ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน(%)	อัตราคุณภาพ(%)	OEE(%)
กระบวนการผลิตท่อ	78.30	83.26	64.25	**41.85**

ตารางที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยร่วมหลังปรับปรุง

ตัวแปร	รายการ	หลังปรับปรุง				
	เดือน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
a	เวลางานประจำ (นาที)	2400	2400	2400	2400	2400
b	เวลาหยุดตามแผน (นาที)	450	450	450	450	450
c	เวลาเครื่องเสีย,ปรับแต่ง,ปรับตั้ง (นาที)	220	235	220	220	220
	เวลาเปลี่ยนรุ่นผลิต (นาที)	170	150	160	160	160
d	จำนวนชิ้นงานทั้งหมด	7650	7750	7850	7944	7650
e	จำนวนชิ้นเสีย (Test)	4	3	3	4	5
	จำนวนชิ้นเสีย (Set Up)	6	5	7	5	6

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

ตัวแปร	รายการ	หลังปรับปรุง				
	เดือน	กรกฎาคม	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
	จำนวนชิ้นเสีย (Process)	916	1030	956	921	873
	รวมจำนวนชิ้นเสีย	926	1038	966	930	884
f	เวลารับภาระงาน (f = a - b) (นาที)	1950	1950	1950	1950	1950
g	เวลาเดินเครื่อง (g =f - c) (นาที)	1560	1565	1570	1570	1570
h	เวลาเดินเครื่องสุทธิ (h = Qty.*Ts.) (นาที)	1300.5	1317.5	1334.5	1350.48	1300.5
I	อัตราการเดินเครื่อง (I=g/f)	80.00	80.26	80.51	80.51	80.51
j	ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (j = h/g)	83.37	84.19	85.00	86.02	82.83
k	อัตราคุณภาพ (k = (d-e) /d)	87.90	86.61	87.69	88.29	88.44
L	OEE%	58.62	58.51	60.01	61.15	58.99
หมายเหตุ : รอบเวลามาตรฐานของการผลิต		0.17				
OEE		**59.46**				

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (หลังปรับปรุง)

กระบวนการผลิต	อัตราการเดินเครื่องจักร(%)	ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน(%)	อัตราคุณภาพ(%)	OEE(%)
กระบวนการผลิตท่อ	80.36	84.28	87.79	59.46

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลงานวิจัย

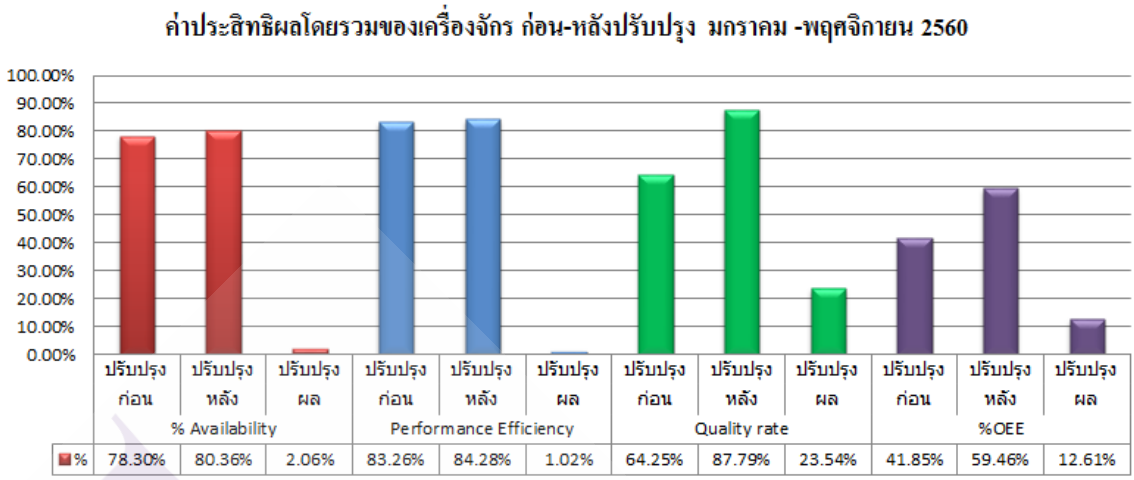
5.1 การสรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานวิจัย โดยทำการวิเคราะห์ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (**OEE** – Overall Equipment Effectiveness) ของเครื่องผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ ซึ่งใช้หลักกระบวนการผลิตในแบบ ERW (Electric Resistance Welding) เพื่อกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยมุ่งเน้นปรับปรุงกระบวนการในส่วนของอัตราคุณภาพ(Quality rate)

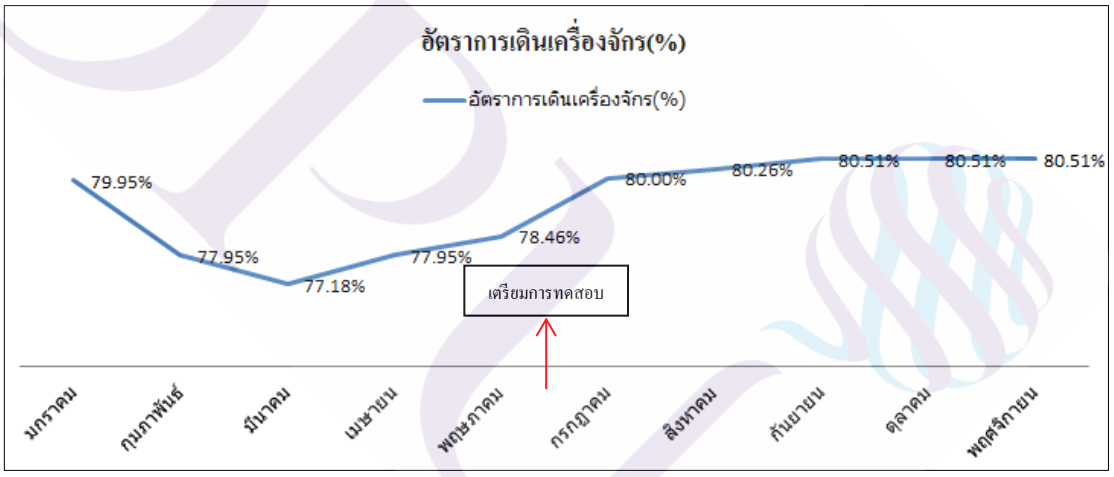
โดยในส่วนของการปรับปรุงอัตราคุณภาพ(Quality rate)นั้น เป็นส่วนหนึ่งของการใช้คำนวณสำหรับการหาค่า OEE ซึ่งจะวัดกันโดยใช้ค่าความพร้อมของเครื่องจักร (Availability) ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร (Performance Efficiency) เป็นตัวคูณร่วมด้วย จากการปรับปรุงกระบวนการในส่วนของเครื่องจักรและอุปกรณ์ พบว่า ค่าอัตราคุณภาพ(Quality rate) เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ค่า OEE สูงขึ้นตามลำดับ อีกทั้งการปรับปรุงอัตราคุณภาพส่งผลโดยตรงให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงและเพิ่มโอกาสในการขายให้สูงขึ้นดังแสดงรายละเอียดในตารางสรุปผลการดำเนินงานต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดสรุปผลการดำเนินงานก่อนปรุบปรุงและหลังปรับปรุง

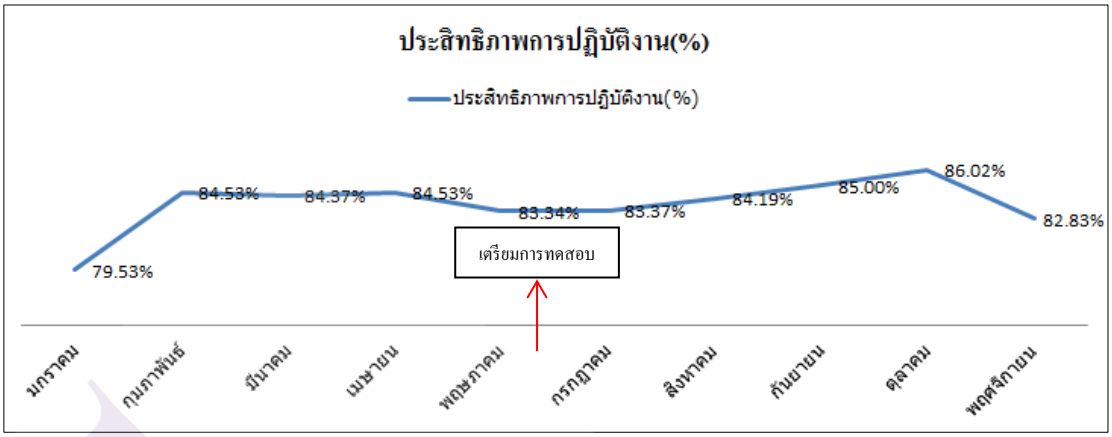
Availability			Performance Efficiency			Quality rate			OEE		
ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลปรับปรุง	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	ผลปรับปรุง
78.30%	80.36%	2.06%	83.26%	84.28%	1.02%	64.25%	87.79%	23.54%	41.85%	59.46%	12.61%



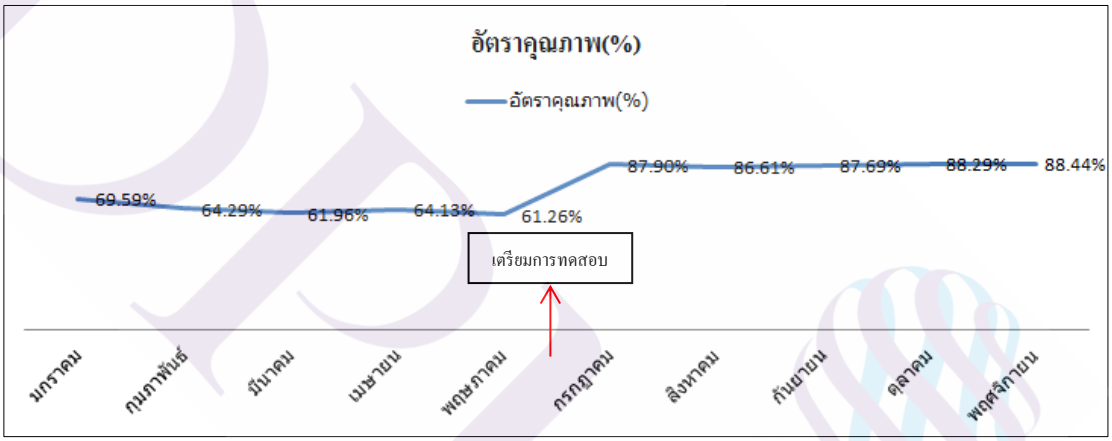
ภาพที่ 5.1 กราฟแสดงรายละเอียดของข้อมูลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (ผลิตท่อ)



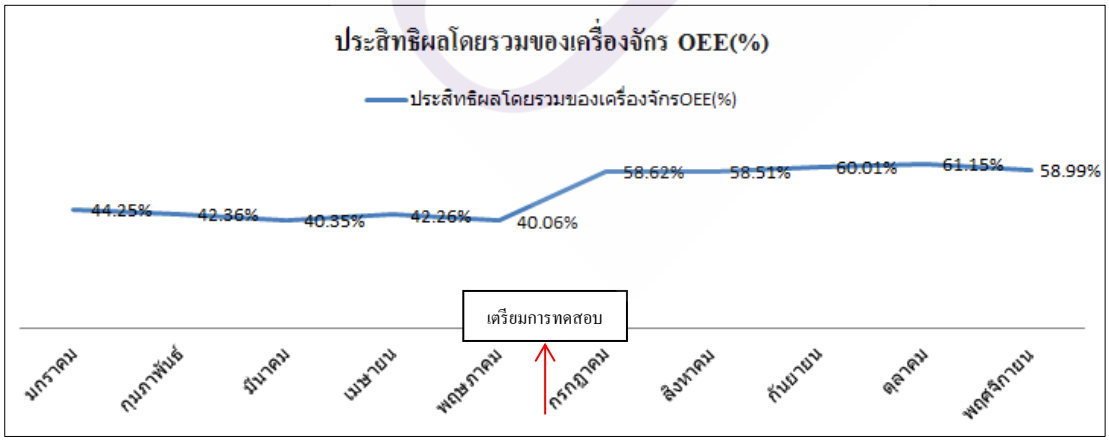
ภาพที่ 5.2 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “อัตราการเดินเครื่องจักร



ภาพที่ 5.3 แสดงสรุปข้อมูล “ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน”



ภาพที่ 5.4 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “อัตราคุณภาพ”



ภาพที่ 5.5 กราฟแสดงสรุปข้อมูล “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร “OEE”

ตารางที่ 5.2 แสดงรายละเอียดของต้นทุนสูญเสีย ก่อน-หลังปรับปรุง

ลำดับ	รายละเอียด	ต้นทุนสูญเสีย (บาท)		ลดค่าใช้จ่ายสูญเสียลง	ผลการปรับปรุง
		ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง		
1	ตะเข็บแตกหลังทดสอบ Flattening	1,165,122	65,164	1,099,957	94.40%
2	ตะเข็บเอียงเยื้องศูนย์	1,026,340	78,373	947,966	92.36%
3	รอยโรลมาร์คที่ผิวท่อ	162,694	45,667	117,027	71.93%
4	สนิมที่ผิวท่อ	107,603	6,604	100,999	93.86%
5	ปรับปรุงเรื่องมาตรฐานในการเติมน้ำยา	1,021,200	331,200	690,000	67.56%
รวม		**3,482,959**	**527,008**	**2,955,951**	-

จากงานวิจัยที่กล่าวมานั้นได้นำแนวคิด และวิธีการของ การบำรุงรักษาทวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ด้วยการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง เพื่อลดความสูญเสีย (Focused Maintenance) และการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) โดยผู้ทำการวิจัยมุ่งเน้นในเรื่องของ อัตราคุณภาพ (Quality rate)เป็นดัชนีมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยนี้ ซึ่งได้ผลการวิจัยดังนี้

1.)สามารถลดการสูญเสียและเพิ่มโอกาสในการขายของผลิตภัณฑ์กลุ่มท่อโครงสร้างรูปพรรณในกลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์โดยภายหลังปรับปรุงอยู่ที่ 87.75% เพิ่มขึ้น 23.54% ส่งผลให้ ค่าประสิทธิผลโดยรวมอยู่ที่ 59.46% เพิ่มขึ้น 12.61%

2) สามารถลดค่าใช้จ่ายความสูญเสียลงได้ จากเดิม*ก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 696,591 บาท*ต่อเดือน *หลังการปรับปรุงเฉลี่ยเท่ากับ 105,401 บาท*ต่อเดือน ลดลง 591,190 บาทต่อเดือน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาที่ได้ทำการวิจัยไปนั้นเป็นเพียงแค่ส่วนหนึ่งของการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ซึ่งมุ่งเน้นไปในเรื่องอัตราคุณภาพเป็นสำคัญ ยังคงจะต้องทำการศึกษาวิจัยในส่วนของ อัตราการเดินเครื่องจักร และ ประสิทธิภาพการปฏิบัติงาน โดยใช้หลักการและวิธีงานทางด้านอุตสาหกรรมเข้ามาทำการปรับปรุง ซึ่งจะส่งผลให้ค่าประสิทธิผล

โดยรวมของเครื่องจักรสูงขึ้น เช่น การปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุง และ การปรับปรุงสายธารคุณค่า (Value Stream Mapping)

5.2.2 กระบวนการผลิตท่อโครงสร้างรูปพรรณ ยังคงมีความยากลำบากในการจัดลำดับกระบวนการผลิต ยังคงขาดความยืดหยุนของกระบวนการผลิต ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร จึงค่อนข้างที่จะต้องมีความระเอียดและติดตามกระบวนการเก็บข้อมูล ซึ่งอาจจะต้องใช้พนักงานที่มีความเข้าใจในการเก็บข้อมูล จึงจะส่งผลให้การวิเคราะห์ข้อมูลมีความสมบูรณ์และเที่ยงตรง

5.2.3 อุปกรณ์ต่างๆที่ผู้วิจัยทำการออกแบบและติดตั้ง ยังคงขาดวิธีการป้องกันและบำรุงรักษาอุปกรณ์ รวมถึงข้อมูล Life time ของเครื่องมือ จึงต้องใช้วิธีการศึกษาในรูปแบบการเก็บข้อมูลและเฝ้าระวังการใช้เครื่องมือชักระยะหนึ่ง แล้วจึงทำการปรับปรุงและกำหนดแผน Preventive maintenance ให้ชัดเจน

5.2.4 การวางแผนรองรับเหตุฉุกเฉินของเครื่องจักรผลิตท่อเพื่ออุตสาหกรรมยานยนต์มีเพียงเครื่องเดียวที่เลือกใช้สำหรับทำการผลิตและยังไม่มีการพิจารณาเลือกเครื่องอื่นๆเป็นตัวแทนในการผลิต จึงอาจจะเกิดปัญหาในภายภาคหน้า ซึ่งทางผู้วิจัยคิดว่าควรจะมีระบบ Safety Stock หรือ Buffer Stock ในการสำหรับรองสินค้าไว้ในคลังให้พอเหมาะและไม่มากจนเกินไป โดยอาจจะใช้วิธีการพิจารณาจากข้อมูลทางสถิติ เพื่อพยากรณ์ เช่น Moving Average Method และ Exponential Smoothing Method เป็นต้น

5.2.5 ติดตั้งอุปกรณ์การตรวจสอบแบบไม่ทำลายเช่น การตรวจสอบโดยใช้กระแสไหลวน (Eddy Current Testing) เป็นการทดสอบโดยไม่ทำลายที่อาศัยหลักการของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetism) ทำให้เกิดกระแสไหลวนบนรอยเชื่อมท่อ สามารถตรวจสอบหาความไม่ต่อเนื่อง เช่น รอยแตก ความผิดปกติในรอยเชื่อม ความเป็นหลุมเป็นบ่อในเนื้อโลหะและการกัดกร่อน ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะช่วยยกระดับคุณภาพและเพิ่มความสามารถของกระบวนการผลิตท่อได้อย่างดีเยี่ยม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ธานี อ่วมอ้อ. (2547). *การบำรุงรักษาแบบทรวีผลแบบทุกคนมีส่วนร่วม* แห่งชาติกรุงเทพฯ : สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ

โกศล ดีศีลธรรม. (2547). *การบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม.* กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด ยูเคชั่น

พูลพร แสงบางปลา. (2545*). การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM :* กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นาคาชิมะ เซอิจิ. (2546). *การดำเนินกิจกรรม TPM เพื่อการปฏิรูปการผลิต ฉบับอุตสาหกรรมการ* ประกอบ: กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

พิชิต สุขเจริญพงษ์. (2535). *การควบคุมคุณภาพเชิงวิศวกรรม.* กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น

ณรงค์ ตั้งระดมสิน (2547).*การเพิ่มประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรด้วยการบำรุงรักษาด้วย ตนเอง.*วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โกสินทร์ ชวลีพันธ์สกุล ,(2550).*การปรับปรุงประสิทธิผลของเครื่องจักรโดยการวิเคราะห์ค่า ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและต้นทุนการบำรุงรักษา*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ณัฐนนท์ จิวะไพศาลพงศ์. (2555). *การปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินการด้านห่วงโซ่อุปทาน ของโรงงานผลิตบรรจุภัณฑ์พลาสติก.*วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. การจัดการทางวิศวกรรม.

เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย. (2556). *การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบระบายความร้อน.* โดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต.. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. วิศวกรรมศาสตร์

ภาคผนวก

Machine ....TM05....

ตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร ....ท่อ.... ประจำเดือน กรกฎาคม ปี 2560

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ตรวจสอบระดับน้ำยาคูลแลนท์ในท่อ	2, เริ่ม, กลาง.	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/
2	ตรวจสอบรอยถังฝนขวดแกน คูลรีด	3, เริ่ม, กลาง, ท้าย	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/
3	ตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำยาคูลแลนท์	1, เริ่ม	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	ท	ท	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/
2	ท	ท	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/
3	ท	ท	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/

หมายเหตุ :

✓ หมายถึง : สภาพปกติหรือทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

× หมายถึง : ต้องดำเนินการแก้ไขและแจ้งซ่อมแผนกซ่อมบำรุง

ผู้ตรวจเช็ค	ตรวจสอบ	รับทราบ
[signature]	Paphaphat	[signature]
Foreman / Operator	Engineer / Supervisor	Engineer ฝ่ายซ่อมบำรุง

Machine TM05

ตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร ท่อ ประจำเดือน สิงหาคม ปี 2560

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ตรวจสอบขดลวดมัดน้ำยาฟลูเคลนซ์ ในท่อ	2 เริ่มงาน, กลาง	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
2	ตรวจสอบขดลวดฟิวส์ เปิดวงจรวงจร	3 เริ่ม, กลาง, ท้าย	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
3	ตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำยาฟลูเคลนซ์	1 เริ่ม	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	"	"	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
2	"	"	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓
3	"	"	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ :

✓ หมายถึง : สภาพปกติหรือทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

× หมายถึง : ต้องดำเนินการแก้ไขและแจ้งซ่อมแผนกซ่อมบำรุง

ผู้ตรวจเช็ค	ตรวจสอบ	รับทราบ
	Paphaphat	
Foreman / Operator	Engineer / Supervisor	Engineer ฝ่ายซ่อมบำรุง

Machine TM (เครื่องผลิตที่ 10)

ตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร ทอ ประจำเดือน สิงหาคม ปี 2560

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ตรวจสอบระดับน้ำยาคูลแลนท์	2 , เดือนละ , ตลาดวายหาย	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/
2	ตรวจสอบโซ่ตีนผีและสายพาน	3 , เดือนละ	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/
3	ตรวจสอบอัตราส่วนผสมน้ำยาคูลแลนท์	1 , เดือนละ	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ															
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	〃	〃	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–
2	〃	〃	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–
3	〃	〃	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–

หมายเหตุ :

✓ หมายถึง : สภาพปกติหรือทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

× หมายถึง : ต้องดำเนินการแก้ไขและแจ้งช่องแผนกช่อมบำรุง

ผู้ตรวจเช็ค	ตรวจสอบ	รับทราบ
	Paphaphat	
Foreman / Operator	Engineer / Supervisor	Engineer ฝ่ายซ่อมบำรุง

Machine TM 05

ตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร ทั่ว ประจำเดือน ตุลาคม ปี 2560

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	ตรวจสอบระดับน้ำยาคูลแลนซ์ ในท่อ	2, เริ่มงาน, กลาง	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–
2	ตรวจสอบชุดดักฝุ่น ขณะงานดูดฝุ่น	3, เริ่มงาน, กลาง, ท้าย	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–
3	ตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำยาคูลแลนซ์	1, เริ่มงาน	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	〃	〃	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/
2	〃	〃	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/
3	〃	〃	/	/	/	/	/	/	–	/	/	/	/	/	/	–	/	/

หมายเหตุ :

✓ หมายถึง : สภาพปกติหรือทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

× หมายถึง : ต้องดำเนินการแก้ไขและแจ้งซ่อมแผนกซ่อมบำรุง

ผู้ตรวจเช็ค	ตรวจสอบ	รับทราบ
	Rathaphat	
Foreman / Operator	Engineer / Supervisor	Engineer ฝ่ายซ่อมบำรุง

Machine TM (เครื่องผลิตท่อ)

ตารางการตรวจเช็คเครื่องจักร ท่อ ประจำเดือน พฤศจิกายน ปี 2566

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.	ตรวจสอบวัดขึ้นหัวจ่ายดูดเสมอในท่อ	2, เริ่มงาน กลางกะและสุดกะ	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
2.	ตรวจสอบรักล้อนเข้าออกสุดกะ	3 เริ่มงาน	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓
3.	ตรวจสอบ ตลับเปิดปิดของหัวจ่ายดูดเสมอ	1, เริ่มงาน	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓

ลำดับ	รายการตรวจเช็ค	ความถี่และเวลาในการทำ	วันที่ดำเนินการตรวจสอบ														
			16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1	〃	〃	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	–
2	〃	〃	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	–
3	〃	〃	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓	✓	✓	–

หมายเหตุ :

✓ หมายถึง : สภาพปกติหรือทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว

× หมายถึง : ต้องดำเนินการแก้ไขและแจ้งซ่อมแผนกซ่อมบำรุง

ผู้ตรวจเช็ค	ตรวจสอบ	รับทราบ
Foreman / Operator	Engineer / Supervisor	Engineer ฝ่ายซ่อมบำรุง

Variable Gage R & R Study

Page : 1/2

DEPARTMENT: *Production 2*

SECTION: *Tube, Channel Cold forming*

WORKING CONDITIONS:

REPORTED	APPROVED

Part Number -	Gage Name *Micrometer*	Appraiser A *ศิริภา นามโคตร*	
Part Name -	Gage Number	Appraiser B *เครือวรรณ สมพร*	
Characteristics *Thickness*	Gage Type	Appraiser C *ชนิดฐา เหล่าทองสาร*	
		Appraiser D *นิรุจ เดาสูงเนิน*	
		Appraiser E *สังวาลย์ ปีดานัง*	
Specification / Classification *+/- 0.01 mm*	Trials 3 / Parts 5	Appraisers 5	Date Performed

APPRAISER/ TRIAL #		PART 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1. A	1	1.17	1.60	2.96	2.93	1.33						1.998
2.	2	1.16	1.61	2.96	2.94	1.34						2.002
3.	3	1.16	1.61	2.96	2.94	1.34						2.002
4.	AVE	1.163	1.607	2.960	2.937	1.337						$\bar{X}_A$ = 2.001
5.	R	0.010	0.010	0.000	0.010	0.010						$\bar{R}_A$ = 0.008
6. B	1	1.16	1.61	2.97	2.93	1.33						2.000
7.	2	1.15	1.61	2.96	2.93	1.33						1.996
8.	3	1.15	1.60	2.97	2.93	1.33						1.996
9.	AVE	1.153	1.607	2.967	2.930	1.330						$\bar{X}_B$ = 1.997
10.	R	0.010	0.010	0.010	0.000	0.000						$\bar{R}_B$ = 0.006
11. C	1	1.16	1.61	3.47	3.43	1.33						2.200
12.	2	1.16	1.60	3.47	3.43	1.33						2.198
13.	3	1.16	1.60	3.47	3.43	1.33						2.198
14.	AVE	1.160	1.603	3.470	3.430	1.330						$\bar{X}_C$ = 2.199
15.	R	0.000	0.010	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}_C$ = 0.002
16. D	1	1.17	1.61	2.98	2.95	1.34						2.010
17.	2	1.16	1.61	2.98	2.95	1.34						2.008
18.	3	1.16	1.61	2.97	2.94	1.34						2.004
19.	AVE	1.163	1.610	2.977	2.947	1.340						$\bar{X}_D$ = 2.007
20.	R	0.010	0.000	0.010	0.010	0.000						$\bar{R}_D$ = 0.006
21. E	1	1.17	1.60	2.97	2.94	1.34						2.004
22.	2	1.17	1.60	2.98	2.94	1.34						2.006
23.	3	1.17	1.60	2.98	2.94	1.34						2.006
24.	AVE	1.170	1.600	2.977	2.940	1.340						$\bar{X}E$ = 2.005
25.	R	0.000	0.000	0.010	0.000	0.000						$\bar{R}E$ = 0.002
26. PART AVE(X_D)		0.929	1.283	2.475	2.447	1.067						$\bar{\bar{X}}$ = 1.640 R_p = 1.545
27.	$(\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C + \bar{R}_D + \bar{R}_E)$ / (# OF APPRAISERS) =											$\bar{\bar{R}}$ = 0.0048
28.	(Max $\bar{X}$ − Min $\bar{X}$) =											$\bar{X}_{DIFF}$ = 0.2013
29.	$\bar{\bar{R}} \times D_4$* =											UCL_R = 0.0200
30.	$\bar{\bar{R}} \times D_3$* =											LCL_R = 0.0000

* D_4 =3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represents the limit of beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

Notes: .....

Variable Gage R & R Study

Page : 2/2

DEPARTMENT: *Production 2*

SECTION: *Tube, Channel Cold forming*

WORKING CONDITIONS:

Part Number: -	Gage Name: *Micrometer*		Appraiser A: *ศิริภา นามโคตร*
Part Name: -	Gage Number:		Appraiser B: *เครือวรรณ สมพร*
Characteristics: *Thickness*	Gage Type:		Appraiser C: *ชนิดฐา เหล่าทองสาร*
			Appraiser D: *นิรุจ เดาสูงเนิน*
			Appraiser E: *สังวาลย์ ปีตาบัง*
Specification / Classification: *+/- 0.01 mm*	Trials: 3	Parts: 5	Appraisers: 5 / Date Performed:

Measurement Unit Analysis

Repeatability – Equipment Variation (EV)

EV = $\bar{\bar{R}}$ x K_1
= 0.0048 x 0.5908
= 0.00284

Trials	K1
2	0.8862
3	0.5908

Reproducibility – Appraiser Variation (AV)

AV = $[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]^{1/2}$
= [(0.2013 x 0.5231)^2 – (0.0028 ^2/(5 x 3))]^1/2
= 0.10531

Trials	2	3
K_2	0.7071	0.5231

Repeatability & Reproducibility (R & R)

R & R = $[(EV^2 + AV^2)]^{1/2}$
= [(0.00284^2 + 0.10531^2)]^0.5
= 0.10535

Parts	K_3
2	0.7071
3	0.5231
4	0.4467
5	0.4030
6	0.3742
7	0.3534
8	0.3375
9	0.3429
10	0.3146

Part Variation (PV)

PV = $R_P \times K_3$
= 1.54533 x 0.403
= 0.62277

Total Variation (TV)

TV = $[(\underline{R\&R}^2 + PV^2)]^{1/2}$
= [(0.10535^2 + 0.62277^2)]^0.5
= 0.63162

% Total Variation (TV)

% EV = 100 (EV/TV)
= 100(0.00284/0.63162)
= **0.45%**

% AV = 100 (AV/TV)
= 100(0.10531/0.63162)
= **16.67%**

n = number of parts
r = number of trials

% R&R = 100 (R&R/TV)
= 100(0.10535/0.63162)
= **16.68%**

% PV = 100 (PV/TV)
= 100(0.62277/0.63162)
= **98.60%**

ndc = 1.41 (PV/GRR)
= 1.41(0.62277/0.10535)
= **8.335**

CONCLUSION:

[ ] NO ACTION REQUIRED — COMMENT :

[✓] MAY BE NO ACTION REQUIRED

[ ] ACTION REQUIRED

Variable Gage R & R Study

Page : 1/2

DEPARTMENT: *Production 2*

SECTION: *Tube, Channel Cold forming*

WORKING CONDITIONS:

REPORTED	APPROVED
Poophaphat	

Part Number -	Gage Name *Vernier*	Appraiser A *ศิริภา นามโคตร*	
Part Name -	Gage Number	Appraiser B *เครือวรรณ สมพร*	
Characteristics *Thickness*	Gage Type	Appraiser C *ชนิตฐา เหล่าทองสาร*	
		Appraiser D *นิรุจ เตาสูงเนิน*	
		Appraiser E *สังวาลย์ ปีดานัง*	
Specification / Classification *+/- 0.01 mm*	Trials 3 / Parts 5	Appraisers 5	Date Performed

APPRAISER/ TRIAL #		PART 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1. A	1	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
2.	2	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
3.	3	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
4.	AVE	23.600	47.000	37.900	49.300	70.700						$\bar{X}_A$ = 45.700
5.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}_A$ = 0.000
6. B	1	23.60	47.10	38.00	49.50	70.80						45.800
7.	2	23.60	47.10	37.90	49.30	70.80						45.740
8.	3	23.60	47.00	38.00	49.40	70.80						45.760
9.	AVE	23.600	47.067	37.967	49.400	70.800						$\bar{X}_B$ = 45.767
10.	R	0.000	0.100	0.100	0.200	0.000						$\bar{R}_B$ = 0.080
11. C	1	23.60	47.00	38.00	49.30	70.70						45.720
12.	2	23.60	47.00	38.00	49.30	70.70						45.720
13.	3	23.60	47.00	38.00	49.30	70.70						45.720
14.	AVE	23.600	47.000	38.000	49.300	70.700						$\bar{X}_C$ = 45.720
15.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}_C$ = 0.000
16. D	1	23.50	47.00	37.90	49.25	70.80						45.690
17.	2	23.50	47.00	37.90	49.25	70.80						45.690
18.	3	23.50	47.00	37.90	49.30	70.60						45.660
19.	AVE	23.500	47.000	37.900	49.267	70.733						$\bar{X}_D$ = 45.680
20.	R	0.000	0.000	0.000	0.050	0.200						$\bar{R}_D$ = 0.050
21. E	1	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
22.	2	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
23.	3	23.60	47.00	37.90	49.30	70.70						45.700
24.	AVE	23.600	47.000	37.900	49.300	70.700						$\bar{X}E$ = 45.700
25.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}E$ = 0.000
26. PART AVE(X_D)		18.880	37.613	30.353	39.460	56.580						$\bar{\bar{X}}$ = 36.577 R_p = 37.700
27.	$(\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C + \bar{R}_D, R_E)$ / (# OF APPRAISERS) =											$\bar{\bar{R}}$ = 0.0260
28.	(Max $\bar{X}$ − Min $\bar{X}$) =											$\bar{X}_{DIFF}$ = 0.0867
29.	$\bar{\bar{R}}$ x D_4* = APPRAISER B D OUT OF CONTROL											UCL_R = 0.0700
30.	$\bar{\bar{R}}$ x D_3* =											LCL_R = 0.0000

* D_4 =3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represents the limit of beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

Notes: .....

Variable Gage R & R Study

Page : 2/2

DEPARTMENT: ***Production 2***

SECTION: ***Tube, Channel Cold forming***

WORKING CONDITIONS:

Part Number -	Gage Name *Vernier*		Appraiser A *ศิริภา นามโคตร*
Part Name -	Gage Number		Appraiser B *เครือวรรณ สมพร*
Characteristics *Thickness*	Gage Type		Appraiser C *ชนิตฐา เหล่าทองสาร*
			Appraiser D *ปิรุจ เตาสูงเนิน*
			Appraiser E *สังวาลย์ ปิตานัง*
Specification / Classification *+/- 0.01 mm*	Trials 3	Parts 5	Appraisers 5 / Date Performed

Measurement Unit Analysis

Repeatability – Equipment Variation (EV)

EV = $\bar{\bar{R}}$ x K_1

= 0.0260 x 0.5908

= 0.01536

Trials	K1
2	0.8862
3	0.5908

Reproducibility – Appraiser Variation (AV)

AV = $[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]^{1/2}$

= [(0.0867 x 0.5231)^2 – (0.0154 ^2/(5 x 3))]^1/2

= 0.04516

Trials	2	3
K_2	0.7071	0.5231

Repeatability & Reproducibility (R & R)

R & R = $[(EV^2 + AV^2)]^{1/2}$

= [(0.01536^2 + 0.04516^2)]^0.5

= 0.04770

Parts	K_3
2	0.7071
3	0.5231
4	0.4467
5	0.4030
6	0.3742
7	0.3534
8	0.3375
9	0.3429
10	0.3146

Part Variation (PV)

PV = $R_P \times K_3$

= 37.70000 x 0.403

= 15.19310

Total Variation (TV)

TV = $[(R\&R^2 + PV^2)]^{1/2}$

= [(0.04770^2 + 15.19310^2)]^0.5

= 15.19317

% Total Variation (TV)

% EV = 100 (EV/TV)

= 100(0.01536/15.19317)

= **0.10%**

% AV = 100 (AV/TV)

= 100(0.04516/15.19317)

= **0.30%**

n = number of parts

r = number of trials

% R&R = 100 (R&R/TV)

= 100(0.04770/15.19317)

= **0.31%**

% PV = 100 (PV/TV)

= 100(15.19310/15.19317)

= **100.00%**

ndc = 1.41 (PV/GRR)

= 1.41(15.19310/0.04770)

= **449.082**

CONCLUSION:

[✓] NO ACTION REQUIRED COMMENT :

[ ] MAY BE NO ACTION REQUIRED

[ ] ACTION REQUIRED

Variable Gage R & R Study

Page : 1/2

DEPARTMENT: *Production 2*

SECTION: *Tube, Channel Cold forming*

WORKING CONDITIONS:

REPORTED	APPROVED
Paphaphat	Treepe

Part Number -	Gage Name: *Tape*	Appraiser A: *ศิริภา นามโคตร*	
Part Name -	Gage Number	Appraiser B: *เครือวรรณ สมพร*	
Characteristics: *Thickness*	Gage Type	Appraiser C: *ชนิดฐา เหล่าทองสาร*	
		Appraiser D: *มีรุจ เดาสูงเนิน*	
		Appraiser E: *สังวาลย์ ปีดานัง*	
Specification / Classification: *+/- 0.01 mm*	Trials: 3 / Parts: 5	Appraisers: 5	Date Performed

APPRAISER/ TRIAL #		PART 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AVERAGE
1. A	1	125.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.000
2.	2	125.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.000
3.	3	125.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.000
4.	AVE	125.0	181.0	215.0	204.0	245.0						$\bar{X}_A$ = 194.000
5.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}_A$ = 0.000
6. B	1	126.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.200
7.	2	126.0	181.0	215.0	205.0	245.0						194.400
8.	3	126.0	181.0	215.0	205.0	245.0						194.400
9.	AVE	126.0	181.0	215.0	204.7	245.0						$\bar{X}_B$ = 194.333
10.	R	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000						$\bar{R}_B$ = 0.200
11. C	1	126.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.200
12.	2	126.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.200
13.	3	126.0	181.0	215.0	204.0	245.0						194.200
14.	AVE	126.0	181.0	215.0	204.0	245.0						$\bar{X}_C$ = 194.200
15.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}_C$ = 0.000
16. D	1	126.0	181.0	216.0	205.0	246.0						194.800
17.	2	126.0	181.0	216.0	204.0	246.0						194.600
18.	3	126.0	181.0	216.0	205.0	246.0						194.800
19.	AVE	126.0	181.0	216.0	204.7	246.0						$\bar{X}_D$ = 194.733
20.	R	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000						$\bar{R}_D$ = 0.200
21. E	1	126.0	181.0	216.0	204.0	246.0						194.600
22.	2	126.0	181.0	216.0	204.0	246.0						194.600
23.	3	126.0	181.0	216.0	204.0	246.0						194.600
24.	AVE	126.0	181.0	216.0	204.0	246.0						$\bar{X}E$ = 194.600
25.	R	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000						$\bar{R}E$ = 0.000
26. PART AVE(X_D)		100.60	144.80	172.20	163.33	196.20						$\bar{\bar{X}}$ = 155.427 R_p = 95.600
27.	$(\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C + \bar{R}_D + R_E) / (\#\ OF\ APPRAISERS)$ =											$\bar{\bar{R}}$ = 0.0800
28.	(Max $\bar{X}$ − Min $\bar{X}$) =											$\bar{X}_{DIFF}$ = 0.7333
29.	$\bar{R} \times D_4$* = APPRAISER B D OUT OF CONTROL											UCL_R = 0.2100
30.	$\bar{\bar{R}} \times D_3$* =											LCL_R = 0.0000

* D_4 =3.27 for 2 trials and 2.58 for 3 trials; D_3 = 0 for up to 7 trials. UCL_R represents the limit of beyond this limit. Identify the cause and correct. Repeat these readings using the same appraiser and unit as originally used or discard values and re-average and recompute R and the limiting value from the remaining observations.

Notes: .....

Variable Gage R & R Study

Page : 2/2

DEPARTMENT: *Production 2*

SECTION: *Tube, Channel Cold forming*

WORKING CONDITIONS:

Part Number -	Gage Name *Tape*		Appraiser A *ศิริภา นามโคตร*
Part Name -	Gage Number		Appraiser B *เครือวรรณ สมพร*
Characteristics *Thickness*	Gage Type		Appraiser C *ขนิดฐา เหล่าทองสาร*
			Appraiser D *นิรุจ เดาสูงเนิน*
			Appraiser E *สังวาลย์ บีตานัง*
Specification / Classification *+/- 0.01 mm*	Trials 3	Parts 5	Appraisers 5 / Date Performed

Measurement Unit Analysis

Repeatability – Equipment Variation (EV)

EV = $\bar{R} \times K_1$
= 0.0800 x 0.5908
= 0.04726

Trials	K1
2	0.8862
3	0.5908

Reproducibility – Appraiser Variation (AV)

AV = $[(\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (EV^2/nr)]^{1/2}$
= [(0.7333 x 0.5231)^2 – (0.0473 ^2/(5 x 3))]^1/2
= 0.38341

Trials	2	3
K_2	0.7071	0.5231

Repeatability & Reproducibility (R & R)

R & R = $[(EV^2 + AV^2)]^{1/2}$
= [(0.04726^2 + 0.38341^2)]^0.5
= 0.38631

Parts	K_3
2	0.7071
3	0.5231
4	0.4467
5	0.4030
6	0.3742
7	0.3534
8	0.3375
9	0.3429
10	0.3146

Part Variation (PV)

PV = $R_P \times K_3$
= 95.60000 x 0.403
= 38.52680

Total Variation (TV)

TV = $[(R\&R^2 + PV^2)]^{1/2}$
= [(0.38631^2 + 38.52680^2)]^0.5
= 38.52874

% Total Variation (TV)

% EV = 100 (EV/TV)
= 100(0.04726/38.52874)
= **0.12%**

% AV = 100 (AV/TV)
= 100(0.38341/38.52874)
= **1.00%**

n = number of parts
r = number of trials

% R&R = 100 (R&R/TV)
= 100(0.38631/38.52874)
= **1.00%**

% PV = 100 (PV/TV)
= 100(38.52680/38.52874)
= **99.99%**

ndc = 1.41 (PV/GRR)
= 1.41(38.52680/0.38631)
= **140.618**

CONCLUSION:

- [✓] NO ACTION REQUIRED — COMMENT : .....
- [ ] MAY BE NO ACTION REQUIRED .....
- [ ] ACTION REQUIRED

รายละเอียด	Jan-17	Feb-17	Mar-17	Apr-17	May-17	Jun-17	Jul-17	Aug-17	Sep-17	Oct-17	Nov-17	SUM (Before)	SUM (After)
1.สนิมที่ผิวท่อจากน้ำยาหล่อเย็นของเครื่องจักร	**200**	**260**	**340**	**256**	**280**	**0**	10	20	22	15	15	1336.00	82.00
2.รอยขุบที่ผิวท่อ	**20**	**35**	**29**	**35**	**51**	**0**	35	42	31	25	32	170.00	165.00
3.รอยเชื่อมข้อต่อ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
4.รอยขีดขูด	**120**	**151**	**121**	**142**	**120**	**0**	125	130	141	150	132	654.00	678.00
5.ความกว้างไม่ได้มิติ	**240**	**210**	**230**	**221**	**219**	**0**	189	210	220	196	217	1120.00	1032.00
6.ตะเข็บเชื่อมเอียง	**410**	**430**	**560**	**500**	**431**	**0**	35	38	29	34	42	2331.00	178.00
7.รอยโรลมาร์ค	**350**	**401**	**380**	**520**	**369**	**0**	120	112	105	98	132	2020.00	567.00
8.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	**450**	**560**	**525**	**420**	**687**	**0**	42	30	34	24	18	2642.00	148.00
9.ท่อโค้ง,โก่ง ตามความยาว	**91**	**85**	**95**	**74**	**121**	**0**	87	110	98	110	86	466.00	491.00
10.ท่อบิดตัว	**30**	**40**	**35**	**31**	**29**	**0**	35	40	29	36	33	165.00	173.00

11.ท่อไม่ได้ฉาก	**25**	**29**	**46**	**34**	**42**	**0**	12	23	20	15	20	176.00	90.00
12.รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
13.ความหนาตกมาตรฐาน	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
14.เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	**110**	**98**	**115**	**120**	**121**	**0**	65	87	57	55	32	564.00	296.00
15.ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	**170**	**174**	**174**	**162**	**180**	**0**	18	32	20	15	26	860.00	111.00
16.ตะเข็บท่อเกยกัน	**98**	**87**	**85**	**84**	**107**	**0**	65	75	56	63	32	461.00	291.00
17.รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
18.รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	**65**	**74**	**58**	**59**	**54**	**0**	56	68	71	52	35	310.00	282.00
19.มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	**61**	**65**	**48**	**53**	**95**	**0**	32	21	33	42	32	322.00	160.00
20.หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
21.น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
22.คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	0.00	0.00
รวมข้อบกพร่องต่อเดือนที่บันทึกข้อมูล	2440	2699	2841	2711	2906		*926*	*1038*	*966*	*930*	*884*	13597.00	4744.00

ข้อมูลปัญหาที่พบ	จัดลำดับความถี่ของปัญหาที่พบ	จำนวนของเสีย	ความถี่สะสม	%ความถี่สะสม
1.สนิมที่ผิวท่อ	8.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	2642.00	2642	19.43
2.รอยยุบที่ผิวท่อ	6.ตะเข็บเชื่อมเอียง	2331.00	4973.00	36.57
3.รอยเชื่อมข้อต่อ	7.รอยโรลมาร์ค	2020.00	6993.00	51.43
4.รอยขีดขูด	1.สนิมที่ผิวท่อ	1336.00	8329.00	61.26
5.ความกว้างไม่ได้มิติ	5.ความกว้างไม่ได้มิติ	1120.00	9449.00	69.49
6.ตะเข็บเชื่อมเอียง	15.ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	860.00	10309.00	75.82
7.รอยโรลมาร์ค	4.รอยขีดขูด	654.00	10963.00	80.63
8.ตะเข็บแตกหลังทดสอบ	14.เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	564.00	11527.00	84.78
9.ท่อโค้ง,โก่ง ตามความยาว	9.ท่อโค้ง,โก่ง ตามความยาว	466.00	11993.00	88.20
10.ท่อบิดตัว	16.ตะเข็บท่อเกยกัน	461.00	12454.00	91.59
11.ท่อไม่ได้ฉาก	19.มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	322.00	12776.00	93.96
13.ความหนาตกมาตรฐาน	18.รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	310.00	13086.00	96.24
14.เศษครีบที่ปลายท่อจากกระบวนการตัด	11.ท่อไม่ได้ฉาก	176.00	13262.00	97.54
15.ตะเข็บเชื่อมไม่ดี เป็นรอยร้าว	2.รอยยุบที่ผิวท่อ	170.00	13432.00	98.79
16.ตะเข็บท่อเกยกัน	10.ท่อบิดตัว	165.00	13597.00	100.00
12.รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	20.หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	0.00	13597.00	100.00
17.รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	17.รอยขูดตะเข็บท่อลึกเกินไป	0.00	13597.00	100.00
18.รอยหลุมที่ผิวเหล็กจากวัตถุดิบ	12.รอยตัดยุบที่ปลายท่อ	0.00	13597.00	100.00
19.มุม R ของท่อไม่ได้มิติ	3.รอยเชื่อมข้อต่อ	0.00	13597.00	100.00
20.หน้าตัดท่อแอ่นตามหน้ากว้าง	13.ความหนาตกมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00
21.น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	22.คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00
22.คุณสมบัติเชิงกลไม่ผ่านมาตรฐาน	21.น้ำหนักท่อไม่ผ่านมาตรฐาน	0.00	13597.00	100.00

แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ
เรื่อง การใช้เครื่องมือวัด

****

ชื่อ – สกุล นายบรรทัด วัดตรง **แผนก** QA .

ตำแหน่ง Laboratory Staff **จุดที่ปฏิบัติงาน/เครื่องจักร** Lab .

คำอธิบาย ให้ทำขอสอบต่อไปนี้ให้ครบ ข้อสอบมีทั้งหมด 5 หน้า 40 ข้อโดยแบ่งเป็น 3 ตอน รวม 60 คะแนน ผู้ที่ทำข้อสอบได้ 48 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่าน

ตอนที่1 จงทำเครื่องหมาย ◯ รอบคำตอบที่ถูกต้องที่สุด 20 ข้อ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ไมโครมิเตอร์ที่ใช้อยู่ในองค์กร มี**ความละเอียด**อยู่ที่เท่าไรบ้าง ?

   ก. 0.10 mm. และ 0.01 mm. ข. 0.01 mm. และ 0.001 mm.

   ค. 0.01 mm. และ 0.05 mm. ง. 0.05 mm. และ 0.001 mm.

2. ไมโครมิเตอร์ที่ใช้อยู่ในองค์กร มี**ขนาด**อยู่ที่เท่าไร ?

   ก. 0 – 25 mm. ข. 150 mm.

   ค. 200 mm. ง. 300 mm.

3. ไมโครมิเตอร์สามารถใช้วัดงานใน**ลักษณะใด**ได้บ้าง ?

   ก. วัดความได้ฉากของชิ้นงาน ข. วัดความหนาชิ้นงานที่ไม่เกิน 25มิลลิเมตร

   ค. วัดความกว้างของท่อ ง. ถูกทุกข้อ

4. ข้อใดเป็น**การตรวจสอบความถูกต้อง**ของไมโครมิเตอร์ทั้งก่อนและหลังจากการวัดชิ้นงาน ?

   ก. ปรับตังศูนย์ ข. เก็บไมโครมิเตอร์ใส่กล่องหลังการใช้งานทุกครั้ง

   ค. ไม่คลายเกลียวด้วยการหมุนควง ง. ทำความสะอาดแกนประกบ และแกนวัดระยะ

5. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ที่ใช้อยู่ในองค์กร มี**ความละเอียด**อยู่ที่เท่าไรบ้าง ?

   ก. 0.1, 0.05 และ 0.01 mm. ข. 0.05, 0.01 และ 0.001 mm.

   ค. 0.05, 0.02 และ 0.01 mm. ง. 0.05, 0.01 และ 0.0001 mm.

6. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ที่ใช้อยู่ในองค์กร มี**ขนาด**อยู่ที่เท่าไรบ้าง ?

   ก. 150 mm. ข. 200 mm.

   ค. 300 mm. ง. ถูกทุกข้อ

7. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์สามารถใช้วัดงานใน**ลักษณะใด**ได้บ้าง ?

   ก. วัดความลึก ข. วัดความกว้าง

   ค. วัดขนาดรูด้านในของท่อกลม ง. ถูกทุกข้อ

8. ทำไมตะขอเกี่ยวของ**ตลับเมตร**ถึงขยับได้ ?

   ก. ทางโรงงานผลิตมาไม่ได้มาตรฐาน ข. สำหรับวัดงานใน 2 ลักษณะคือ แบบเกี่ยว และแบบชน

   ค. ตลับเมตรเกิดการชำรุด ง. ถูกทุกข้อ

9. ตลับเมตรที่ใช้อยู่ในองค์กร มี**ความละเอียด**อยู่ที่เท่าไร ?

   ก. 1 mm. ข. 0.01 mm.

   ค. 0.05 mm. ง. 0.001 mm.

10. ข้อใดเป็นพฤติกรรมการที่มีความเสี่ยงต่อการทำให้เกิด**การชำรุด**ของเครื่องมือ ?

    ก. มาริโอใช้เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แทนเหล็กขีดเพราะเห็นว่ามันแหลมดี

    ข. ณเดชคลายเกลียวไมโครมิเตอร์ด้วยการหมุนควง

ค. ยอดรักเก็บสายแถบตลับเมตรเข้าอย่างแรงเพราะรีบไปกินข้าวเที่ยง

(ง.) ถูกทุกข้อ

11. เหตุใดจึงต้องมีการ**สอบเทียบ**เครื่องมือวัด ?

ก. เพื่อเป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด

ข. เพื่อเป็นการปรับตั้งความเที่ยงตรงของเครื่องมือวัด

ค. เพื่อให้เครื่องมือวัดสามารถวัดค่าได้เที่ยงตรงอยู่เสมอ

(ง.) ถูกทุกข้อ

12. เครื่องมือวัดมัก**เสื่อมสภาพ**ลงเมื่อใด ?

ก. เมื่อใช้งานไปนานๆ ข. เมื่อมีการตกกระแทก

ค. ใช้ครื่องมือวัดผิดวิธี (ง.) ถูกทุกข้อ

13. ไมโครมิเตอร์**เหมาะสม**กับงานวัดชนิดใดที่สุด ?

ก. ใช้วัดความกว้างของชิ้นงาน

ข. ใช้วัดความยาวของชิ้นงาน

(ค.) ใช้วัดความหนาของชิ้นงาน

ง. ใช้วัดความสูงของชิ้นงาน

14. วิธีการทำความสะอาดผิวหน้าสัมผัสด้าน **แกนประกบ กับ ตัวแกนวัดระยะ** ของไมโครมิเตอร์ควรทำอย่างไร ?

(ก.) ใช้ผ้าหรือกระดาษที่สะอาดและไม่เป็นขนเช็ด

ข. ใช้กระดาษทรายเช็ดทำความสะอาด

ค. ใช้น้ำล้างทำความสะอาด

ง. ใช้มือเปล่าเช็ดทำความสะอาด

15. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์สามารถวัดชิ้นงาน**แบบใด**ได้บ้าง ?

ก. วัดยาว วัดองศา วัดลึก (ข.) วัดนอก วัดใน วัดความลึก

ค. วัดใน วัดนอก วัดสูง ง. วัดใต้ วัดเหนือ วัดอีสาน

16. ข้อใดเป็นการบำรุงรักษา ตราชั่งแขวนที่**ถูกต้องที่สุด** ?

ก. ไม่ควรเก็บเครื่อง ไว้ในที่มีความร้อนหรือความชื้นสูง

ข. ควรหลีกเลี่ยงของมีคมสัมผัสบริเวณแผงวงจรการทำงานหรือหน้าปัด ต้องใช้นิ้วกดสัมผัสเท่านั้น

ค. ทำความสะอาดโดยใช้ผ้าแห้งเช็ดไม่ควรใช้น้ำหรือทินเนอร์มาเช็ดทำความสะอาด

(ง.) ถูกทุกข้อ

17. ในการชาร์ทแบตเตอรี่ตาชั่งแขวนวิธีใด**ถูกต้องที่สุด** ?

ก. นายนิด ชาร์จแค่สามารถนำตาชั่งแขวนไปใช้ได้

ข. นายปู เห็นสัญญาณไฟแจ้งสีแดงแต่ก็นำไปใช้งานต่ออีก

(ค.) นายป๊อด หลังใช้งานแบตเตอรี่แจ้งเตือนเป็นไฟสีแดงก็เอาสายชาร์จ ชาร์จไฟประมาณ 6 ชั่วโมง

ง. นายไก่ ชาร์จแบตไว้ พอเหลือกมาค่อยถอดสายชาร์จออก พอชั่งเสร็จก็กลับมาชาร์จอีก

18. เครื่องมือวัดทุกชนิดกำหนดส่ง**สอบเทียบ**เมื่อใด ?

ก. ส่งสอบเทียบตอนไหนก็ได้

(ข.) ดูวัน เดือน ปี ที่ส่งสอบเทียบครั้งต่อไป

ค. เมื่อเครื่องมือชำรุดเสียหาย

ง. ถูกทุกข้อ

19. เมื่อเครื่องมือวัดเกิดการ**เสียหายชำรุด**เราควรทำอย่างไร ?

ก. แจ้งหัวหน้างานและซ่อมเอง

ข. แจ้งหัวหน้าและทำใบส่งซ่อมให้ LAB ทำการซ่อมให้

ค. ให้เพื่อนร่วมงานช่วยกันซ่อม

ง. นำเครื่องมือตัวเองที่ชำรุดเก็บไว้แล้วเอาของเพื่อนมาใช้แทน

20. การเก็บรักษาเครื่องมือวัดทุกชนิดเราควร**ปฏิบัติอย่างไร** ?

ก. หลังการใช้งานควรเช็ดทำความสะอาดทุกครั้ง

ข. ถ้าเป็นไมโครกับเวอร์เนียร์ควรตรวจสอบสภาพตัวเลื่อน (Slider) ให้อยู่ในสภาพดี ไม่หลวมสะดุด

ค. จัดเก็บเครื่องมือวัดทุกชนิดไว้ในที่หัวหน้างานจัดเตรียมให้

ง. ถูกทุกข้อ

ส่วนที่2 จงจับคู่ระหว่างชื่อเครื่องมือวัด และลักษณะการใช้งานให้ถูกต้อง 10 ข้อ (ข้อละ1คะแนน)

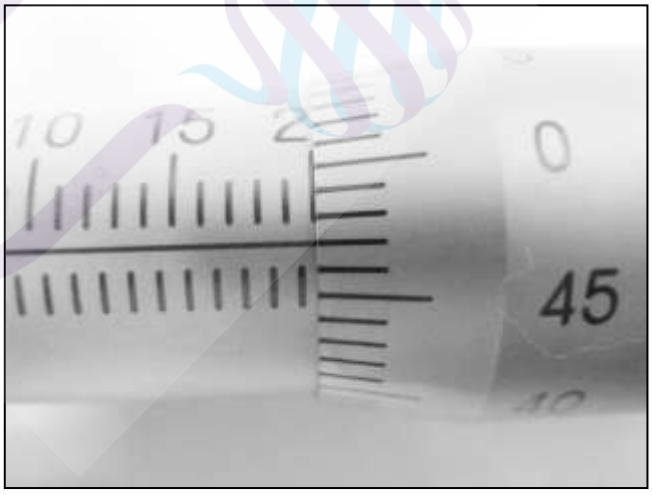
1.	จ	ไมโครมิเตอร์	ก. วัดความโก่ง, โค้งของเหล็กแผ่น
2.	ฌ	เวอร์เนียร์คาลิเปอร์	ข. ใช้วัดมุม, สร้างมุม หรือตรวจสอบมุมในงานพับ
3.	ก	ไม้บรรทัดเหล็ก	ค. ใช้วัดความได้ฉากของชิ้นงาน
4.	ง	ตลับเมตร	ง. วัดหน้ากว้างของเหล็กม้วนดำ
5.	ข	จานวัดองศา	จ. วัดความหนาชิ้นงานที่ไม่เกิน 25 มิลลิเมตร
6.	ค	เหล็กฉาก	ฉ. ใช้วัดความหนาของท่อที่ไม่โครมิเตอร์วัดไม่ได้
7.	ฎ	เครื่องชั่ง	ช. ใช้วัดระยะห่างของช่องเล็กๆ หรือรูเล็กๆ
8.	ช	Taper Gauge	ฌ.ใช้วัดความกว้าง ความยาว ความลึก
9.	ญ	Refractometer	ญ. ใช้วัดความเข้มข้นของน้ำยาหล่อเย็น
10.	ฉ	Dial Caliper	ฎ. ใช้ชั่งน้ำหนักชิ้นงาน

ส่วนที่3 ให้เขียนคำตอบลงในช่องว่างให้ถูกต้อง 15 ข้อ (ข้อละ 2 คะแนน)

1

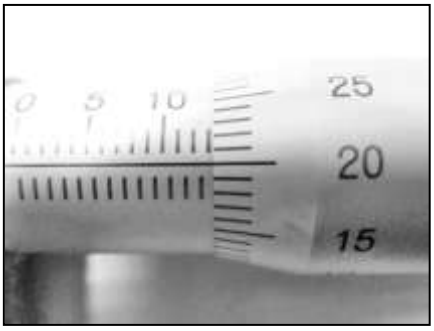
ตอบ 20.00 + 0.00 + 0.32 = 20.32 mm.

2

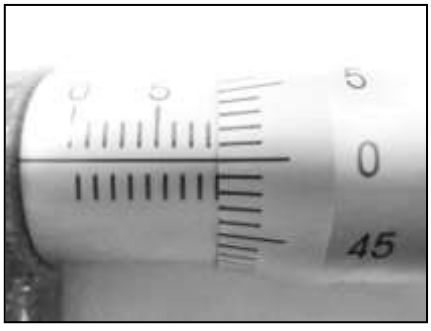


ตอบ 19.00 + 0.50 + 0.47 = 19.97 mm.

3

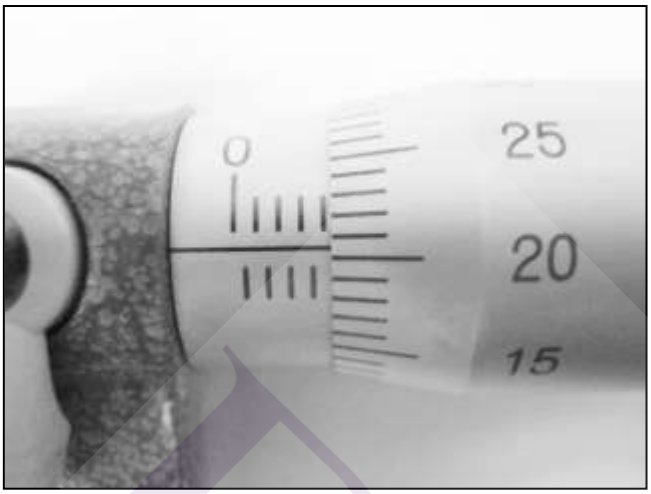


4



ตอบ 13.00 + 0.00 + 0.20 = 13.20 mm.

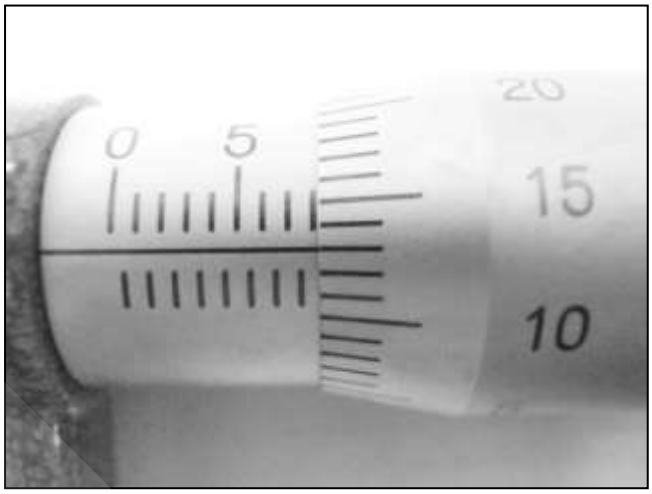
5



ตอบ 4.00 + 0.00 + 0.21 = 4.21 mm.

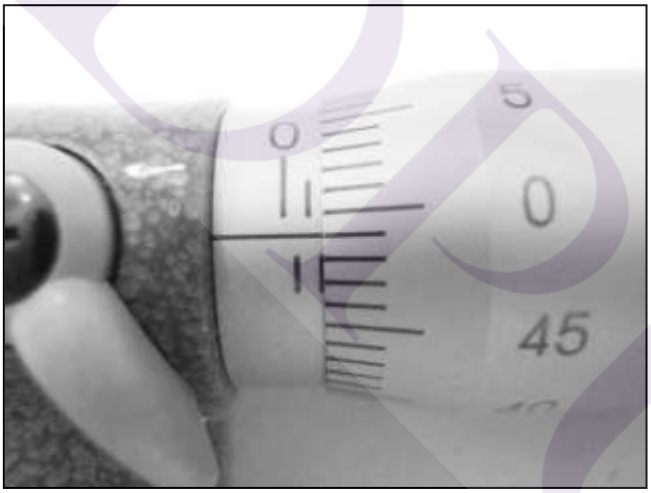
ตอบ 8.00 + 0.50 + 0.00 = 8.50 mm.

6



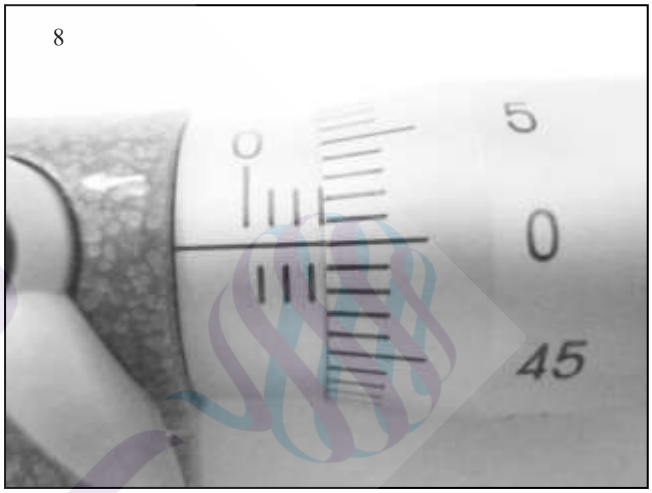
ตอบ 8.00 + 0.00 + 0.13 = 8.13 mm.

7



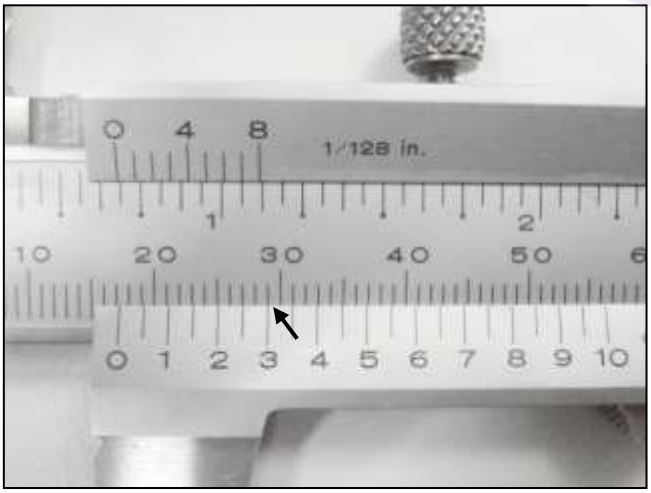
ตอบ 1.00 + 0.00 + 0.49 = 1.49 mm.

8

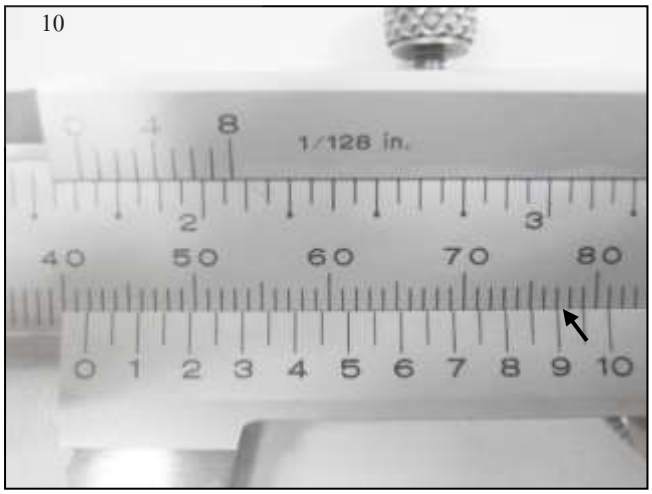


ตอบ 3.00 + 0.00 + 0.00 = 3.00 mm.

9



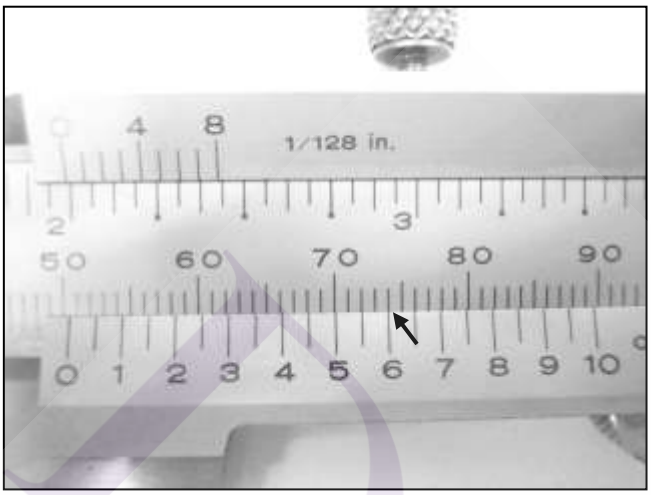
10



ตอบ 17.00 + 0.30 = 17.30 mm.

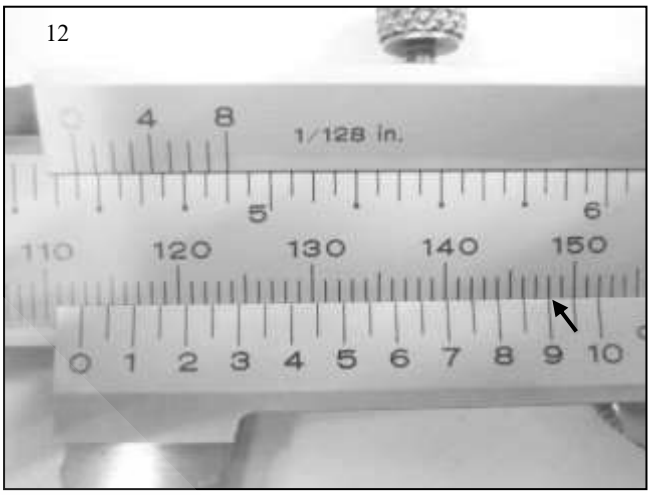
ตอบ 41.00 + 0.90 = 41.90 mm.

11



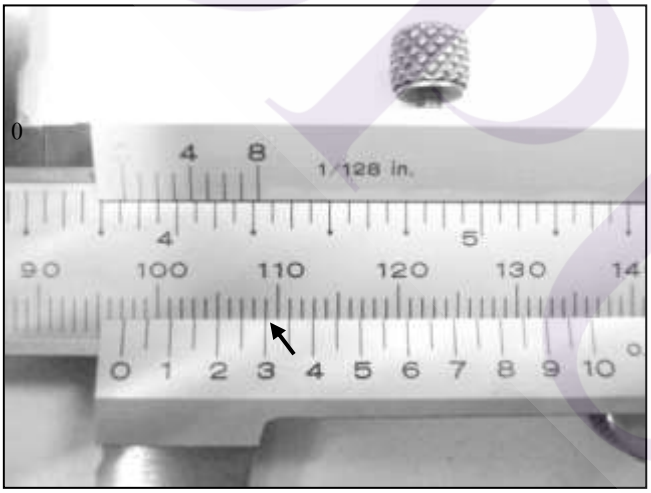
ตอบ 50.00 + 0.60 = 50.60 mm.

12



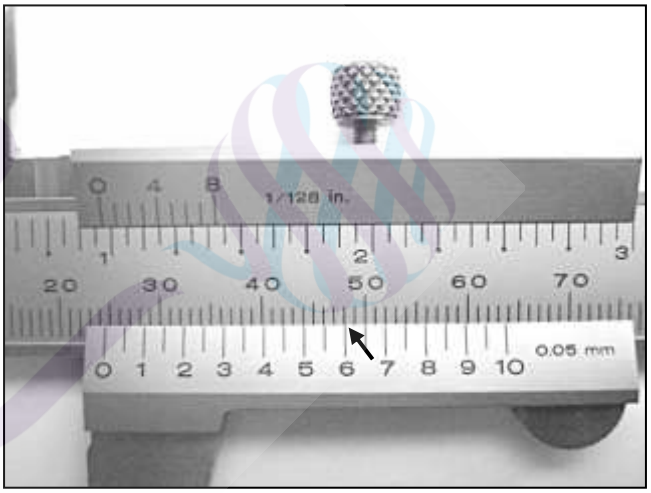
ตอบ 112.00 + 0.90 = 112.90 mm.

13



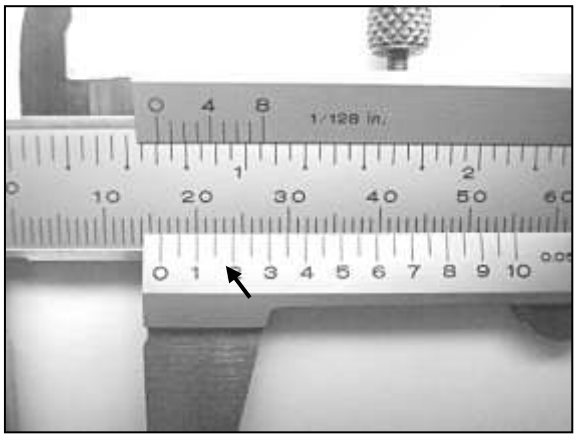
ตอบ 97.00 + 0.30 = 97.30 mm.

14



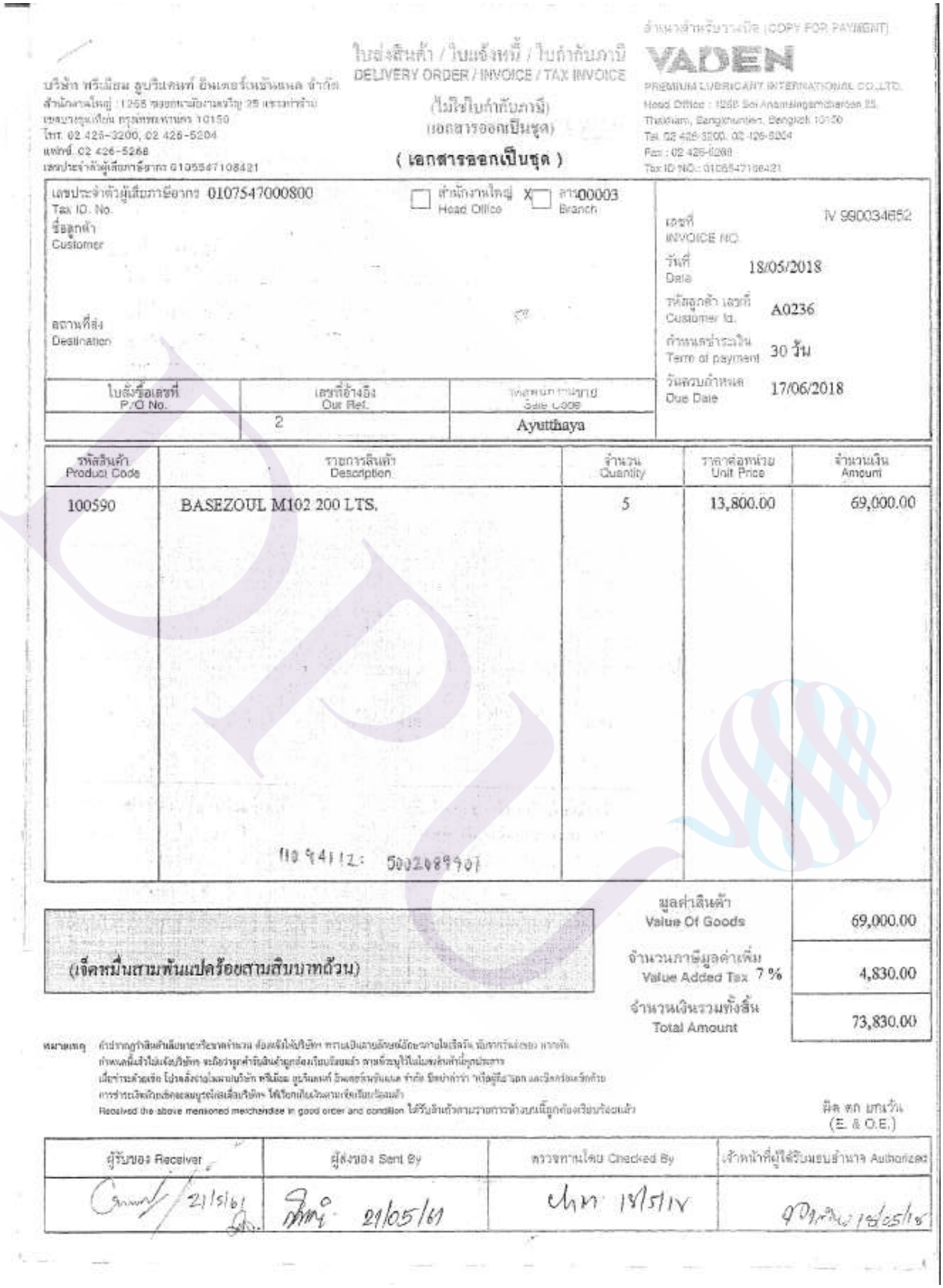
ตอบ 24.00 + 0.60 = 24.60 mm.

15



ตอบ 16.00 + 0.10 = 16.10 mm.

ใบแสดงราคาสินค้า “น้ำยาคูลแลนซ์” 200LTS



สำหรับสำหรับการเก็บ (COPY FOR PAYMENT)

ใบส่งสินค้า / ใบแจ้งหนี้ / ใบกำกับภาษี
DELIVERY ORDER / INVOICE / TAX INVOICE
(ไม่ใช้ใบกำกับภาษี)
เอกสารออกเป็นชุด)
(เอกสารออกเป็นชุด)

VADEN
PREMIUM LUBRICANT INTERNATIONAL CO.,LTD.
Head Office : 1258 Soi Anamaingamdhanan 25,
Thakham, Bangkhuntien, Bangkok 10150
Tel. 02 426-3200, 02 426-5204
Fax : 02 426-5268
Tax ID NO.: 0105547108421

บริษัท พรีเมียม ลูบริแคนท์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด
สำนักงานใหญ่ : 1258 ซอยอนามัยงามเจริญ 25 แขวงทำข้าม
เขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร 10150
โทร. 02 426-3200, 02 426-5204
แฟกซ์. 02 426-5268
เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร 0105547108421

เลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร Tax ID. No. 0107547000800
☐ สำนักงานใหญ่ Head Office ☒ สาขา 00003 Branch
ชื่อลูกค้า Customer
สถานที่ส่ง Destination

เลขที่ INVOICE NO. IV 9900034652
วันที่ Date 18/05/2018
รหัสลูกค้า เลขที่ Customer Id. A0236
กำหนดชำระเงิน Term of payment 30 วัน
วันครบกำหนด Due Date 17/06/2018

ใบสั่งซื้อเลขที่ P/O No.	เลขที่อ้างอิง Our Ref.	รหัสพนักงานขาย Sale Code
	2	Ayutthaya

รหัสสินค้า Product Code	รายการสินค้า Description	จำนวน Quantity	ราคาต่อหน่วย Unit Price	จำนวนเงิน Amount
100590	BASEZOUL M102 200 LTS.	5	13,800.00	69,000.00

(เจ็ดหมื่นสามพันแปดร้อยสามสิบบาทถ้วน)

มูลค่าสินค้า Value Of Goods	69,000.00
จำนวนภาษีมูลค่าเพิ่ม Value Added Tax 7 %	4,830.00
จำนวนเงินรวมทั้งสิ้น Total Amount	73,830.00

หมายเหตุ ถ้าปรากฏว่าสินค้าเสียหายหรือขาดจำนวน ต้องแจ้งให้บริษัท ทราบเป็นลายลักษณ์อักษรภายในเจ็ดวัน นับจากวันส่งของ มิฉะนั้น กำหนดนี้สิ้นไปแล้วบริษัท จะถือว่าลูกค้ารับสินค้าถูกต้องเรียบร้อยแล้ว สามารถนำไปใช้งานได้ทันที
เมื่อชำระด้วยเช็ค โปรดสั่งจ่ายในนามบริษัท พรีเมียม ลูบริแคนท์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด ขีดคร่อมว่า "เข้าบัญชีเท่านั้น" และเขียนรหัสลูกค้าด้วย
การชำระเงินจะสมบูรณ์เมื่อบริษัท ได้เรียกเก็บเงินตามเช็คเรียบร้อยแล้ว
Received the above mentioned merchandise in good order and condition ได้รับสินค้าตามรายการข้างบนนี้ถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

ผิด ตก บกพร่อง (E. & O.E.)

ผู้รับของ Receiver	ผู้ส่งของ Sent By	ตรวจทานโดย Checked By	เจ้าหน้าที่ผู้ใช้ระบบอำนาจ Authorized
21/5/61	21/05/61	18/5/18	18/05/18

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายปรียพงศ์ คงแป้น
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชา วิศวกรรมโลหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน	หัวหน้าส่วนงานห้องปฏิบัติการทดสอบและสอบเทียบ บริษัท ค้าเหล็กไทย จำกัด (มหาชน)

DPU