



การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานีบริการ
ก๊าซธรรมชาติ

โดย

นายธีรพงษ์ ชันทอง

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานีบริการ
ก๊าซธรรมชาติ

โดย

นายธีรพงษ์ ชันทอง



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



MACHINE EFFICIENCY IMPROVEMENT IN A NATURALGAS
SERVICE STATION

BY

MR TEERAPONG KUNTONG



AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE
REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN
INDUSTRIAL DEVELOPMENT
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

นายธีรพงษ์ ชันทอง

เรื่อง

การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 20 มิถุนายน พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาระราช)

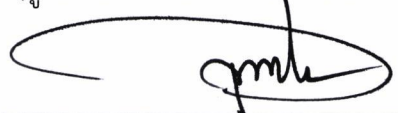
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ


(รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑล ศาสนนันท์)

กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีรวรรณ คล้อยพันธ์)

คณบดี


(รองศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ วงศ์กาญจน์)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร
ชื่อผู้เขียน	กรณีศึกษาสถานบริการก๊าซธรรมชาติ
ชื่อปริญญา	นายธีรพงษ์ ชันทอง
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
	สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม
	คณะวิศวกรรมศาสตร์
	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑล ศาสนนันท์
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอเกี่ยวกับการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรในสถานบริการก๊าซธรรมชาติแห่งหนึ่ง โดยใช้หลักการการบำรุงรักษาทีละส่วนโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) และแนวทางการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Factory Management) มาใช้ในการแก้ปัญหา ในการศึกษาเบื้องต้นใช้แผนภูมิพาเรโตในการลำดับความสำคัญของปัญหา และใช้การวิเคราะห์ปัญหาด้วยแผนภูมิแก๊งปลา (Cause and Effect Diagram) เพื่อค้นหาสาเหตุ จากนั้นคัดเลือกปัญหาจาก 2 สาเหตุหลัก ที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากเกิดการขัดข้อง มาทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนการแก้ปัญหานั้น ได้แก่ การกำหนดแผนการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การกำหนดมาตรฐานการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน เป็นต้น สำหรับการวัดผลความสำเร็จของโครงการนั้น จะใช้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร อัตราการใช้งานของเครื่องจักร และเวลาการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวัน ผลการดำเนินงานพบว่าเครื่องจักรมีค่าประสิทธิภาพโดยรวม (Overall Equipment Effectiveness : OEE) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 93.72 เป็นร้อยละ 99.56 ค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (Inherent Availability) เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 99.20 เป็นร้อยละ 99.63 และเวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานและทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน (Daily Inspection) ลดลงจาก 40 นาที เป็น 19.48 นาที หรือลดลงร้อยละ 51.30

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร, ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

Independent Study Title	MACHINE EFFICIENCY IMPROVEMENT IN A NATURAL GAS SERVICE STATION
Author	Mr. Teerapong Kuntong
Degree	Master of Engineering
Department/Faculty/University	Industrial Development Faculty of Engineering Thammasat University
Independent Study Advisor	Assoc. Prof. Dr. Montalee Sasananan
Academic Years	2015

ABSTRACT

This research presents an approach to machine efficiency improvement in natural gas service station using total productive maintenance (TPM) and visual factory management analysis concept to improve machine efficiency. A preliminary study was conducted by using Pareto diagram to prioritize problems. Cause and Effect Diagram was then used to investigate the root causes. Two most serious causes of problems were selected for improvement, autonomous maintenance plan and daily inspection for machine. In this study, machine efficiency was evaluated by overall equipment effectiveness (OEE) and inherent availability rate. After improvement, it was found that the OEE increased from 93.72 percent to 99.56 percent, inherent availability rate increased from 99.20 percent to 99.63 percent and time to inspection reduced from 40 minutes to 19.48 minutes.

Keywords: Machine efficiency, Overall Equipment Effectiveness,

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องด้วยได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑล ศาสนนันท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งท่านได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ ต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยตลอดมา รวมทั้งคณาจารย์ที่ร่วมเป็นคณะกรรมการในการสอบ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาะราษ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จีรพรรณ คล้อยพันธ์ ที่กรุณาให้ข้อคิด และคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ในการทำการค้นคว้าอิสระนี้ให้มีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การดำเนินการปรับปรุงเครื่องจักรครั้งนี้ ทางผู้วิจัยขอขอบคุณสถานบริการก๊าซธรรมชาติ กรณีสึกษาทุกส่วนงานที่เกี่ยวข้องทั้งระดับผู้บริหาร หัวหน้างาน และพนักงานทุกๆ ท่านที่ให้ความ ช่วยเหลือด้านข้อมูล และให้การสนับสนุนการปรับปรุงงานในด้านต่างๆ เพื่อการศึกษาและวิจัยครั้งนี้ เป็นอย่างดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่คอยสนับสนุนช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำ วิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้โอกาส คำปรึกษา วิชาความรู้ที่ได้ศึกษามาแก่ข้าพเจ้าจนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายธีรพงษ์ ชันทอง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	6
1.4 วิธีการดำเนินงาน	6
1.5 แผนการดำเนินงาน	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 ทฤษฎีประสิทธิภาพ	8
2.1.1 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงปริมาณ	8
2.1.1.1 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร	8
2.1.1.2 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากร	8

2.1.1.3 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร	8
2.1.2 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงคุณภาพ	8
2.1.2.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณภาพให้สูงขึ้น	8
2.1.2.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดระบบอัตโนมัติ	9
2.2 ทฤษฎีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์	9
2.2.1 การวัดผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE	9
2.2.1.1 อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A)	10
2.2.1.2 อัตราสมรรถนะ (Performance Efficiency: P)	11
2.2.1.3 อัตราคุณภาพ (Quality late: Q)	11
2.2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์ผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE)	12
2.3 ทฤษฎีการลดความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร	12
2.3.1 ความสูญเสียกลุ่มที่ 1	12
2.3.1.1 ความสูญเสียจากเครื่องจักรชำรุดเสียหาย	12
2.3.1.2 ความสูญเสียจากการเตรียมงาน/การปรับแต่ง	12
2.3.2 ความสูญเสียกลุ่มที่ 2	12
2.3.2.1 ความสูญเสียจากการเดินเครื่องเปล่าและการหยุดชะงัก	12
2.3.2.2 ความสูญเสียจากความเร็วลดลง	13
2.3.2.3 ความสูญเสียจากการเริ่มเดินเครื่อง	13
2.3.3 ความสูญเสียกลุ่มที่ 3	13
2.3.3.1 ความสูญเสียจากของเสียและของซ่อม	13
2.4 ทฤษฎีการบำรุงรักษาเครื่องจักร	14
2.4.1 ขั้นตอนการพัฒนาสู่ TPM	14
2.5 ทฤษฎีการบำรุงรักษาทีละขั้นโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	15
2.5.1 เสถียรภาพการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง	16
2.5.2 เสถียรภาพการบำรุงรักษาด้วยตนเอง	16
2.5.2.1 ขั้นตอนที่ 0 – ความปลอดภัย	17
2.5.2.2 ขั้นตอนที่ 1 – การทำความสะอาดเบื้องต้น	17
2.5.2.2 ขั้นตอนที่ 2 – การหามาตรการการจำกัด หรือควบคุมต้นเหตุความสกปรก	19
2.5.2.3 ขั้นตอนที่ 3 – การจัดทำมาตรฐานชั่วคราว	20
2.5.2.4 ขั้นตอนที่ 4 – การตรวจเช็คโดยรวม	20

2.5.2.5	ขั้นตอนที่ 5 – การตรวจเช็คด้วยตนเอง	21
2.5.2.6	ขั้นตอนที่ 6 – การจัดทำมาตรฐาน	22
2.5.2.7	ขั้นตอนที่ 7 – การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	22
2.5.3	เสถียรภาพบำรุงรักษาเชิงวางแผน	24
2.5.3.1	การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ	24
2.5.3.2	การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน	25
2.5.3.3	การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง	25
2.5.3.4	การป้องกันการบำรุงรักษา	25
2.5.4	เสถียรภาพฝึกอบรม	27
2.5.5	เสถียรภาพจัดการตั้งแต่เริ่มแรก	27
2.5.5.1	การออกแบบเครื่องจักร	27
2.5.5.2	การออกแบบผลิตภัณฑ์	28
2.5.6	เสถียรภาพบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ	28
2.5.7	เสถียรภาพประสิทธิภาพการอำนวยความสะดวก	28
2.5.8	เสถียรภาพชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม	29
2.6	ทฤษฎีแผนภาพพาเรโต	29
2.6.1	ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิพาเรโต	30
2.7	ทฤษฎีการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why	30
2.7.1	ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา	31
2.8	ทฤษฎีการควบคุมด้วยการมองเห็น	32
2.8.1	Visual Display	33
2.8.2	Visual Control	33
2.8.2.1	การใช้สัญญาณเสียง	34
2.8.2.2	สารสนเทศการมองเห็น	34
2.9	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	34
บทที่ 3 วิธีการวิจัย		38
3.1	ข้อมูลเบื้องต้น	38
3.2	การศึกษาเครื่องสูบอัดก๊าซธรรมชาติ	40

3.3 การศึกษาปัญหา	41
3.4 การวัดผลการวิจัยโดยใช้ค่า OEE และ Inherent Availability	43
3.4.1 วิเคราะห์การขัดข้องที่เกิดจาก Compressor Breakdown	44
3.4.2 วิเคราะห์การขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil ไม่ทำงาน	45
3.5 การวัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน	46
 บทที่ 4 วิเคราะห์ปัญหาและผลการดำเนินการวิจัย	 50
4.1 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดสูบก๊าซธรรมชาติและแนวทางการปรับปรุง	50
4.1.1 วิเคราะห์การขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil ไม่ทำงาน	50
4.1.1.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจากเครื่องคอมเพรสเซอร์	50
4.1.1.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจากระบบหล่อลื่นไม่ทำงาน	51
4.1.1.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการใช้เวลานานในการตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวัน	52
4.2 กำหนดแนวทางการนำ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานขึ้นพื้นฐานรายวัน	54
4.2.1 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 0	54
4.2.1.1 กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group)	54
4.2.1.2 กำหนดเป้าหมายของการดำเนินกิจกรรม	55
4.2.1.3 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย	55
4.2.1.4 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step 0	56
4.2.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 1	60
4.2.2.1 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step1	61
4.2.2.2 ค้นหาจุดบกพร่อง	61
4.2.2.3 การทำความสะอาดเบื้องต้น	63
4.2.2.4 การค้นหาจุดก่อเกิด	66
4.2.3 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 2	66
4.2.3.1 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step2	67
4.2.3.2 ค้นหาจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงาน	67

4.2.4 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 3	68
4.2.4.1 การจัดทำมาตรฐานการตรวจเช็ค	69
4.3 วิเคราะห์ผลหลังการปรับปรุง	73
4.3.1 การวัดผลการดำเนินงานกิจกรรม TPM ตามเป้าหมายที่กำหนด	73
4.3.1.1 Breakdown ของอุปกรณ์ Rang A ต้องเป็นศูนย์	73
4.3.1.2 การเกิดอุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์	73
4.3.1.3 จำนวน KAIZEN และ OPL 1 เรื่องต่อคนต่อเดือน	74
4.3.1.4 จำนวนสัดส่วนของ TAG ขาวเทียบกับ TAG สี ต้องมากกว่า 75%	75
4.3.1.5 TAG ขาวต้องถูกปลด 100%	76
4.3.1.6 ลดเวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวันลง 30%	76
4.3.2 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์	78
4.3.3 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงอัตราการใช้งานของเครื่องจักร	78
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	80
5.1 สรุปผล	80
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	81
5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินวิจัย	82
5.4 แนวทางในการแก้ไขปัญหา	82
5.5 ข้อเสนอแนะ	83
รายการอ้างอิง	84
ประวัติผู้เขียน	86

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร 20 อันดับแรก ที่มีเปอร์เซ็นต์ OEE ต่ำ	4
1.2 แผนการดำเนินงาน	7
2.1 การแบ่งกลุ่มความสูญเสียหลัก	13
2.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1	19
2.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2	19
2.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3	20
2.5 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4	21
2.6 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5	21
2.7 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 6	22
2.8 ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 7	23
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย	40
3.2 เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติแต่ละครั้ง	42
3.3 จำนวนครั้งและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ	44
4.1 การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหา Compressor Breakdown	50
4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil System ไม่ทำงาน	51
4.3 สาเหตุร่วมของปัญหา Compressor Breakdown และ Lubricant Oil System ไม่ทำงาน	52
4.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการใช้เวลานานในการตรวจเช็ค และทำความสะอาดประจำวัน	53
4.5 รายการและการจัด Ranking อุปกรณ์ภายในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ	60
4.6 ปริมาณ TAG แต่ละประเภท	61
4.7 เปรียบเทียบผลหลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย	77
4.8 เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพโดยรวมก่อนและหลังการปรับปรุง	78
4.9 เปรียบเทียบค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง	79

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การไหลของก๊าซธรรมชาติในสถานบริการ	2
1.2 เวลา Breakdown ของแต่ละสถานบริการก๊าซธรรมชาติ	3
1.3 แผนภูมิแสดงการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของสถานบริการก๊าซธรรมชาติ	5
2.1 การคำนวณค่า OEE	10
2.2 เสาหลัก 8 ประการ	15
2.3 ตัวอย่างการเขียนไคเซ็น	16
2.4 กิจกรรมเสา Autonomous Maintenance 7 ขั้นตอน	17
2.5 ตัวอย่างของ TAG ทั้ง 3 ประเภท	18
2.6 ตัวอย่างการเขียน OPL	24
2.7 สัดส่วนการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบเดิมและแบบที่วางแผนใหม่	25
2.8 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต	29
2.9 ตัวอย่างหลักการพาเรโต	30
2.10 ตัวอย่างแนวคิด Why – Why Analysis	32
3.1 การไหลของก๊าซธรรมชาติสถานบริการ	38
3.2 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย	39
3.3 เครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ	41
3.4 แผนภูมิพาเรโตแสดงปริมาณการเกิดการขัดข้องและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร	43
3.5 แผนภูมิแกงปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Compressor Breakdown	45
3.6 แผนภูมิแกงปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Lubricant Oil ไม่ทำงาน	46
3.7 แผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวัน	47
3.8 การจดบันทึกค่าต่างๆ ลงในใบตรวจเช็คประจำวัน	48
3.9 แผนภูมิกระบวนการไหลของการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน	48
3.10 แผนภูมิแกงปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการใช้เวลาในการตรวจเช็คและทำความสะอาดนาน	49
4.1 สมาชิกกลุ่มย่อยของสถานบริการก๊าซธรรมชาติ กรณีศึกษา	55
4.2 AM Step0 – Step3 Master Plan	56
4.3 แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step0	57

4.4	อบรมให้ความรู้เบื้องต้นผ่านกิจกรรม KYT	57
4.5	อบรมให้ความรู้อันตรายล่วงหน้าผ่านกิจกรรม KYT	58
4.6	กราฟกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า หรือ KYT	59
4.7	แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step1	61
4.8	ประเภทของจุดบกพร่องบริเวณเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ	62
4.9	เปรียบเทียบก่อนและหลังการทำความสะอาดเบื้องต้น	63
4.10	เวลาที่ใช้ในการทำความสะอาดเครื่องคอมเพรสเซอร์ประจำวัน	64
4.11	เวลาที่ใช้ในการหล่อลื่นตามจุดต่างๆ ของเครื่องคอมเพรสเซอร์	65
4.12	เวลาที่ใช้ในการขันแน่นตามจุดต่างๆ ของเครื่องคอมเพรสเซอร์	65
4.13	แผนผังจุดก่อเกิดของปัญหาเครื่องคอมเพรสเซอร์	66
4.14	แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step2	67
4.15	แผนผังจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงานและวิธีการแก้ไข	68
4.16	แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step3	69
4.17	ตัวอย่างการประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น	69
4.18	ใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 1	70
4.19	ใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 2	70
4.20	มาตรฐานการตรวจเช็คสถานะเครื่องจักรประจำวัน 1	71
4.21	มาตรฐานการตรวจเช็คสถานะเครื่องจักรประจำวัน 2	71
4.22	แผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวัน (หลังปรับปรุง)	72
4.23	แผนภูมิกระบวนการไหลของการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน	72
4.24	ความพร้อมในการเดินเครื่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์	73
4.25	การรู้ไหล อุบัติเหตุ อุบัติภัย เป็นศูนย์	74
4.26	จำนวน KAIZEN ต่อเดือน	74
4.27	จำนวน OPL ต่อเดือน	75
4.28	สัดส่วน TAG ขาวเทียบกับ TAG สี	75
4.29	ปริมาณการปลด TAG ต่างๆ	76
4.30	เปรียบเทียบเวลาตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวันก่อนและหลังปรับปรุง	77

บทที่ 1

บทนำ

ในสถานการณ์เศรษฐกิจปัจจุบัน ความผันผวนของราคาน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงหลักของยานยนต์ ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการขนส่งสินค้า และต้นทุนการดำเนินงานต่างๆ ด้วยเหตุนี้ผู้บริโภครหรือผู้ประกอบการ จึงเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนอย่างก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) มากขึ้น สถานีบริการก๊าซธรรมชาติ จึงจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อรองรับกับสภาวะดังกล่าว และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน ด้วยการลดต้นทุนดำเนินงาน การลดความผิดพลาด ลดรอบเวลาทำงาน และตอบสนองต่ออุปสงค์อย่างทันเวลา

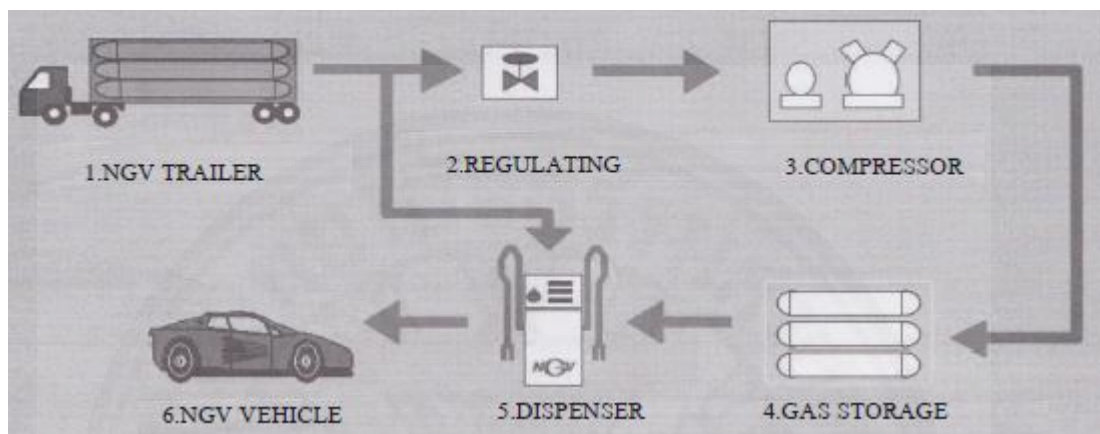
เครื่องอัดก๊าซธรรมชาติ มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมบริการก๊าซธรรมชาติ ทั้งนี้เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคในช่วงเวลาเร่งด่วนอย่างทันทั่วทั้งที่ การปรับปรุงกำลังการผลิตด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร จึงเป็นสิ่งจำเป็น และมีความสำคัญยิ่ง อีกทั้งยังเป็นวิธีการที่ช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดความสูญเสียโอกาสทางธุรกิจ อีกด้วย

การเพิ่มประสิทธิภาพที่ดี คือ การบำรุงรักษาเครื่องจักรอย่างสม่ำเสมอ โดยไม่ปล่อยให้ เป็นหน้าที่ของหน่วยงานใดหน่วยงานหนึ่ง แต่ให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการบำรุงรักษาเครื่องจักร เทคนิคดังกล่าวเรียกว่า การบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) ซึ่งเป็นเทคนิคการกำจัดความสูญเปล่า การลดความสูญเสียหลัก เพื่อสร้างผลกำไร โดยเน้นสถานที่จริง เหตุการณ์จริง และการควบคุมด้วยการมองเห็น TPM มีการประยุกต์ใช้ในหลายด้าน เช่น การลดความสูญเสียของขั้นตอนการเชื่อมครีบบระบายความร้อนโดยการประยุกต์ใช้เทคนิควิเคราะห์ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาการผลิตมอเตอร์เฟรม (เกียรติบัลลังก์ คิดหมาย : 2556) การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแบตเตอรี่ โดยใช้หลักการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษาบริษัทไทยสโตร์แอด แบตเตอรี่ จำกัด (จักรพันธ์ สังข์แก้ว : 2554) เป็นต้น

1.1 ความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันการใช้พลังงานทดแทนก๊าซธรรมชาติ มีแนวโน้มสูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการใช้งานของเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติเพิ่มสูงขึ้นตาม จากการใช้งานอย่างต่อเนื่องอาจส่งผลให้เครื่องจักรเกิดการเสื่อมสภาพ ชิ้นส่วนชำรุดเสียหาย ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ดังนั้น ทางผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ และลดการสูญเสียที่เกิดจากการหยุดของเครื่องจักร อันเนื่องมาจากการขัดข้องของเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติ เพื่อ

เพิ่มประสิทธิภาพในการเดินเครื่องจักรให้สามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ทันเวลา และได้ปริมาณตามเป้าหมาย กรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพโดยรวมของ เครื่องจักร และลดเวลาการตรวจเช็คเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติประจำวัน ทั้งนี้กระบวนการไหลของก๊าซ ธรรมชาติในสถานบริการแสดงดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 การไหลของก๊าซธรรมชาติในสถานบริการ

จากภาพที่ 1.1 จะเห็นว่าการไหลของก๊าซธรรมชาติ ในสถานบริการ ประกอบด้วยส่วน ต่างๆ ดังนี้

1.1.1 Gas Supply ระบบท่อจัดจำหน่ายก๊าซธรรมชาติของบริษัท การปิโตรเลียมแห่ง ประเทศไทย จำกัด (มหาชน) เพื่อจำหน่ายให้กับสถานบริการก๊าซธรรมชาติหลัก (Mother Station) ก่อนจำหน่ายต่อให้กับสถานบริการลูก (Daughter Station) หรือสถานบริการตามแนวท่อ (Conventional Station)

1.1.2 Regulating กระบวนการควบคุมแรงดันก๊าซธรรมชาติให้คงที่

1.1.3 Compressor Station กระบวนการอัดก๊าซธรรมชาติแรงดันสูง เพื่อเพิ่มความดัน ในระบบท่อจนถึงความดันประมาณ 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งจะมีทั้งประเภทชนิดลูกสูบ (Reciprocating Compressor) และประเภทชนิดน้ำมันไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Compressor)

1.1.4 Priority Panel หรือชุดอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซ เพื่อควบคุมก๊าซที่อัด แล้วจากเครื่องอัดก๊าซ ให้ไหลไปยังที่ต่างๆ ตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ตามลำดับความสำคัญของการเติม เช่น เติมก๊าซให้แท็กซี่ เติมก๊าซให้แก๊สถังเก็บก๊าซ หรือ เติมก๊าซให้แท็กซี่ขนส่งก๊าซ เป็นต้น

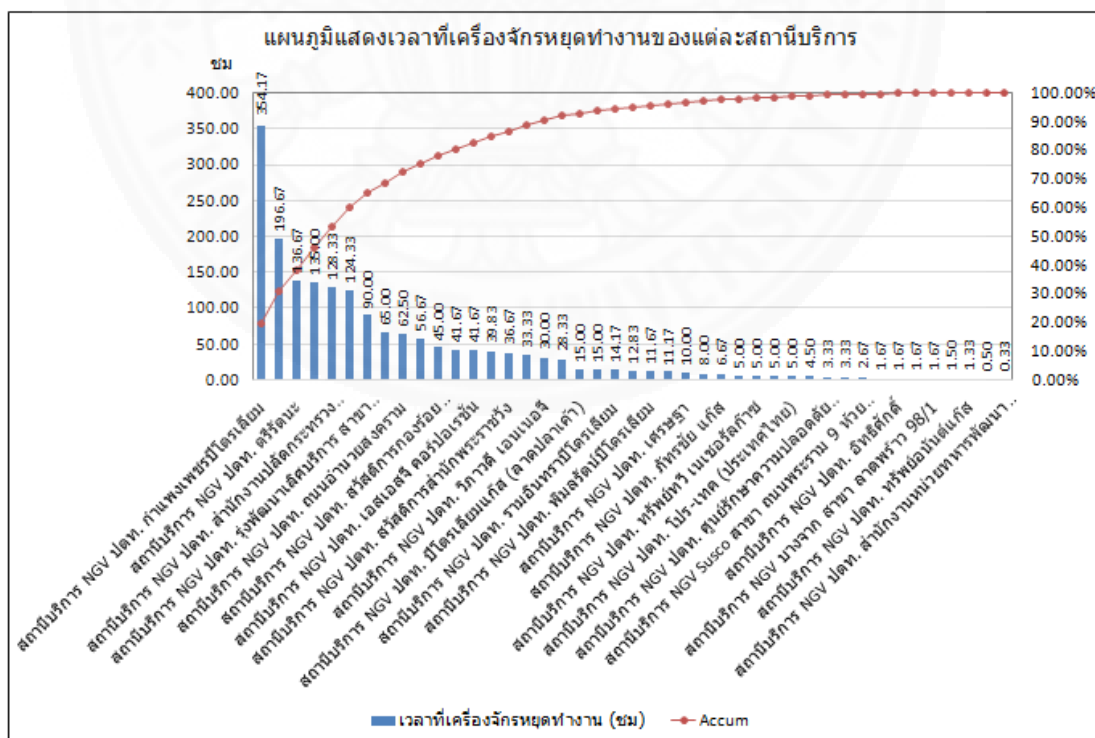
1.1.5 Gas Storage หรือถังเก็บและจ่ายก๊าซ เป็นชุดถังก๊าซ โดยทั่วไปทำจากเหล็กกล้า จัดเรียงเป็นกลุ่ม ทนความดันได้ไม่ต่ำกว่า 4,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว โดยมีวัตถุประสงค์ในการเก็บ

และร่อยจ่ายก๊าซให้แก่ยานพาหนะ ซึ่งถึงเก็บและจ่ายก๊าซนี้จะถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ High, Medium and Low Bank เพื่อประโยชน์ในการเติมก๊าซได้รวดเร็วขึ้น

1.1.6 Dispenser หรือตู้จ่ายก๊าซ ทำหน้าที่จ่ายก๊าซให้แก่รถยนต์ ภายในประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ระบบควบคุมการจ่าย ซึ่งทำหน้าที่เลือกให้ก๊าซไหลจากถังเก็บ และจ่ายก๊าซที่กลุ่มต่างๆ ให้เหมาะสมกับความดันที่อยู่ในถังเก็บก๊าซในรถยนต์ วาล์วควบคุมการจ่ายก๊าซ ตัวกรอง ตัวควบคุมแรงดัน หัวเติมก๊าซ ชุดอุปกรณ์แสดงปริมาณก๊าซและราคา และมาตรวัดมวลก๊าซ (Mass Flow Meter) ซึ่งจะวัดมวลก๊าซ และแสดงผลเป็นหน่วยกิโลกรัม

จากที่กล่าวมาเป็นกระบวนการไหลของก๊าซธรรมชาติจากแหล่งจ่ายก๊าซ ส่งผ่านสถานีบริการก๊าซธรรมชาติหลัก สู่สถานีบริการลูก ก่อนบริการให้กับผู้บริโภค ดังนั้น เครื่องอัดก๊าซธรรมชาติ (Compressor) ต้องอยู่ในสภาพพร้อมงาน และมีประสิทธิภาพตลอดเวลา

อย่างไรก็ตาม ในสภาพความเป็นจริงพบว่าสถานีบริการก๊าซธรรมชาติอาจเกิดการขัดข้องเนื่องจากสาเหตุต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 1.2 ซึ่งเป็นเวลาการขัดข้อง (Breakdown) ของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ 43 สถานี ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยแสดงข้อมูลตั้งแต่เดือน สิงหาคม 2557 – สิงหาคม 2558



ภาพที่ 1.2 เวลา Breakdown ของแต่ละสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

จากข้อมูลเวลาการขัดข้อง ของสถานบริการก๊าซธรรมชาติ 43 สถานี ดังกล่าว เมื่อนำมาคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ พบว่าสถานบริการ NGV ปตท. กำแพงเพชรปิโตรเลียม มีค่า OEE ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1.1

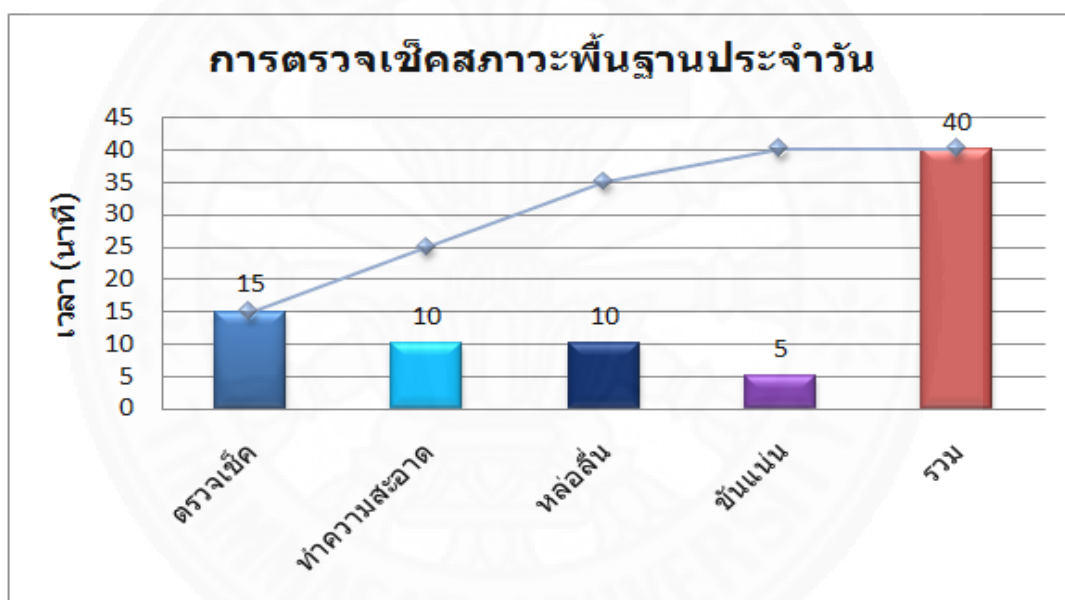
ตารางที่ 1.1

ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร 20 อันดับแรก ที่มีเปอร์เซ็นต์ OEE ต่ำ

ลำดับที่	ชื่อสถานบริการ	AR (%)	PR (%)	OEE (%)
1	สถานบริการ NGV ปตท. กำแพงเพชรปิโตรเลียม	93.84	99.87	93.72
2	สถานบริการ NGV ปตท. สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (สุขุมวิท 64 ขาเข้า)	96.58	99.89	96.48
3	สถานบริการ NGV ปตท. ตรีนันตะ	97.62	99.93	97.55
4	สถานบริการ NGV ปตท. เลิศชัยปิโตรเลียม	97.65	99.91	97.57
5	สถานบริการ NGV ปตท. สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (สุขุมวิท 64 ขาออก)	97.77	99.93	97.70
6	สถานบริการ NGV ปตท. เกษตร-นวมินทร์	97.84	99.93	97.77
7	สถานบริการ NGV ปตท. รุ่งพัฒนาเลิศบริการ สาขา ถนน กำแพงเพชร 5	98.44	99.92	98.36
8	สถานบริการ NGV ปตท. ควอลิตี้ปิโตรเลียม เทรตดิง	98.87	99.92	98.79
9	สถานบริการ NGV ปตท. ถนนอำนวยสงคราม	98.91	99.93	98.84
10	สถานบริการ NGV ปตท. รวยเป่าตุงปิโตรเลียม	99.01	99.92	98.94
11	สถานบริการ NGV ปตท. สวัสดิการกองร้อยลาดตระเวนระยะไกล	99.22	99.96	99.17
12	สถานบริการ NGV ปตท. ไทยพลอิสระ 1	99.28	99.94	99.22
13	สถานบริการ NGV ปตท. เอสเอสจี คอร์ปอเรชั่น	99.28	99.97	99.24
14	สถานบริการ NGV ปตท. รุ่งพัฒนาเลิศบริการ สาขา ถนน กำแพงเพชร 2	99.31	99.97	99.27
15	สถานบริการ NGV ปตท. สวัสดิการสำนักพระราชวัง	99.36	99.95	99.31
16	สถานบริการ NGV ปตท. กรมยุทธบริการทหาร	99.42	99.96	99.38
17	สถานบริการ NGV ปตท. วิภาวดี เอนเนอร์จี	99.48	99.95	99.42
18	สถานบริการ NGV ปตท. คลังพระโขนง	99.51	99.95	99.45
19	สถานบริการ NGV ปตท. ปิโตรเลียมแก๊ส (ลาดปลาเค้า)	99.74	99.95	99.69
20	สถานบริการ NGV ปตท. สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม (ทางด่วนบางนา ขาเข้า)	99.74	99.95	99.69

กรณีศึกษา นี้ จะเลือกพิจารณาปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติของสถานีบริการ NGV ปตท. กำแพงเพชรปิโตรเลียม ซึ่งมีปริมาณการขัดข้องระหว่างการเดินเครื่องสูง ทำให้ไม่สามารถเดินเครื่องจักรได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นการลดโอกาสในทางธุรกิจลงโดยไม่จำเป็น การลดการขัดข้องหรือลดการหยุดเครื่องจักรขณะเดินเครื่อง จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ และประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติ

ทั้งนี้ การตรวจเช็คสถานะพื้นฐานของเครื่องอัดก๊าซธรรมชาติใช้เวลารวมในการตรวจเช็ค 40 นาทีต่อวัน ดังแสดงในภาพที่ 1.3 ซึ่งเป็นการใช้เวลาที่ไม่เกิดมูลค่าเพิ่ม ดังนั้น การลดเวลาการตรวจเช็คในแต่ละวันลง จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้พนักงานประจำเครื่อง ใช้นเวลาดังกล่าว ในการทำกิจกรรมที่ทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มได้



ภาพที่ 1.3 แผนภูมิแสดงการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร โดยมีเป้าหมายค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์

1.2.2 ลดการสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรหยุดซึ่งเป็นสาเหตุให้ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรลดลง

1.2.3 เพื่อปรับปรุงเวลาการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานรายวันของเครื่องจักร โดยมีเป้าหมายค่าปรับปรุงเวลาการตรวจเช็ค ลดลง 30 เปอร์เซ็นต์

1.2.4 เพื่อจัดทำระบบของการบำรุงรักษาด้วยตนเองให้กับสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ
กรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 ศึกษาสภาพการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงวิธีการแก้ไข เฉพาะเครื่องสูบน้ำ
ก๊าซธรรมชาติ สถานีบริการ NGV ปตท. กำแพงเพชรปิโตรเลียม เท่านั้น

1.3.2 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์
(Overall Equipment Effectiveness: OEE)

1.3.3 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (Inherent
Availability)

1.3.4 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานรายวันของเครื่องอัด
ก๊าซธรรมชาติ (Daily Check Sheet)

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาสภาพการทำงาน และขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

1.4.2 ศึกษาเครื่องมือคุณภาพ เพื่อใช้ในการจัดการปัญหา ตลอดจนทฤษฎี วรรณกรรม
และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 รวบรวมข้อมูล และลำดับความสำคัญของปัญหาที่เป็นสาเหตุให้หยุดเครื่องจักร
ขณะเดินเครื่อง

1.4.4 วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และกำหนดแนวทางการแก้ไข

1.4.5 สร้างมาตรฐาน และกำหนดแผนควบคุม

1.4.6 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรก่อน และหลัง
การปรับปรุง

1.4.7 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

1.5 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.2

แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ส.ค. 57	ก.ย. 57	ต.ค. 57	พ.ย. 57	ธ.ค. 57	ม.ค. 58	ก.พ. 58	มี.ค. 58	เม.ย. 58
1. ศึกษาสภาพการทำงาน และขั้นตอนการทำงาน ของเครื่อง									
2. ศึกษาเครื่องมือคุณภาพ เพื่อใช้ในการ จัดการปัญหา ตลอดจนทฤษฎีวรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง									
3. รวบรวมข้อมูล และลำดับความสำคัญของ ปัญหาที่เป็นสาเหตุให้เครื่องจักรหยุดขณะ เดินเครื่อง									
4. วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และกำหนด แนวทางการแก้ไข									
5. สร้างมาตรฐาน และกำหนดแผนควบคุม									
6. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยรวมของเครื่องจักร ก่อนและหลังปรับปรุง									
7. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ									

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เพิ่มขึ้น
- 1.6.2 เวลาการหยุดเครื่องจักรขณะเดินเครื่องจักร ลดลง
- 1.6.3 เวลาการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานรายวันของเครื่องจักร ลดลง
- 1.6.4 เป็นมาตรฐานในการทำงาน และการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีประสิทธิภาพ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 ได้ให้ความหมายของคำว่า “ประสิทธิภาพ” ไว้ว่า ประสิทธิภาพ หมายถึง ความสามารถอันทำให้เกิดผลในกระบวนการทำงานได้อย่างสูงสุด

การเพิ่มประสิทธิการผลิต คือ การที่ทำให้ผลผลิต (Output – ผลิตภัณฑ์ คุณภาพ ต้นทุน การส่งมอบ ความปลอดภัย สุขอนามัยและสิ่งแวดล้อม) มากที่สุด โดยการใส่ปริมาณเข้าไปในการผลิต (Input – คน เครื่องจักร วัตถุดิบ) ในปริมาณน้อยที่สุด ซึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพ ต้องอาศัยกิจกรรมต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1.1 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงปริมาณ

คือ การที่จะทำให้เวลาการขัดข้องของเครื่องจักรลดน้อยลง หรือเพิ่มผลผลิตต่อชั่วโมงให้มีปริมาณมากขึ้นได้อย่างไร ได้แก่

2.1.1.1 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร คือ การทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรสูงขึ้น หรือทำให้จำนวนผลผลิตต่อชั่วโมงเพิ่มขึ้นได้มากกว่าเดิม

2.1.1.2 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพของบุคลากร คือ การทำให้เครื่องจักรมีความคงที่ อยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น จะทำให้บุคลากรแต่ละคน มีเครื่องจักรที่ดูแลมีจำนวนเพิ่มขึ้น หรือลดบุคลากรลง โดยการผลักดันให้มีการปรับปรุงวิธีการทำงานอย่างต่อเนื่อง

2.1.1.3 กิจกรรมที่เพิ่มประสิทธิภาพการบริหาร คือ การทำให้การผลิตมีความราบรื่น หรือการลดความสูญเสียในกระบวนการ ลดความสูญเสียของเครื่องจักรให้เหลือน้อยที่สุด

2.1.2 กิจกรรมที่มุ่งขยายผลในเชิงคุณภาพ

คือ การที่จะทำให้ของเสียลดลง และยกระดับคุณภาพโดยการปรับปรุงคุณภาพได้แก่

2.1.2.1 กิจกรรมที่เพิ่มคุณภาพให้สูงขึ้น คือ การทำให้ของเสียลดลง หรือการซ่อมให้น้อยลง หรือการลดความไม่สม่ำเสมอของคุณภาพให้น้อยลง

2.1.2.2 กิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดระบบอัตโนมัติ คือ การแสวงหาเงื่อนไขให้เกิดการเดินเครื่องโดยไม่ต้องอาศัยบุคลากร

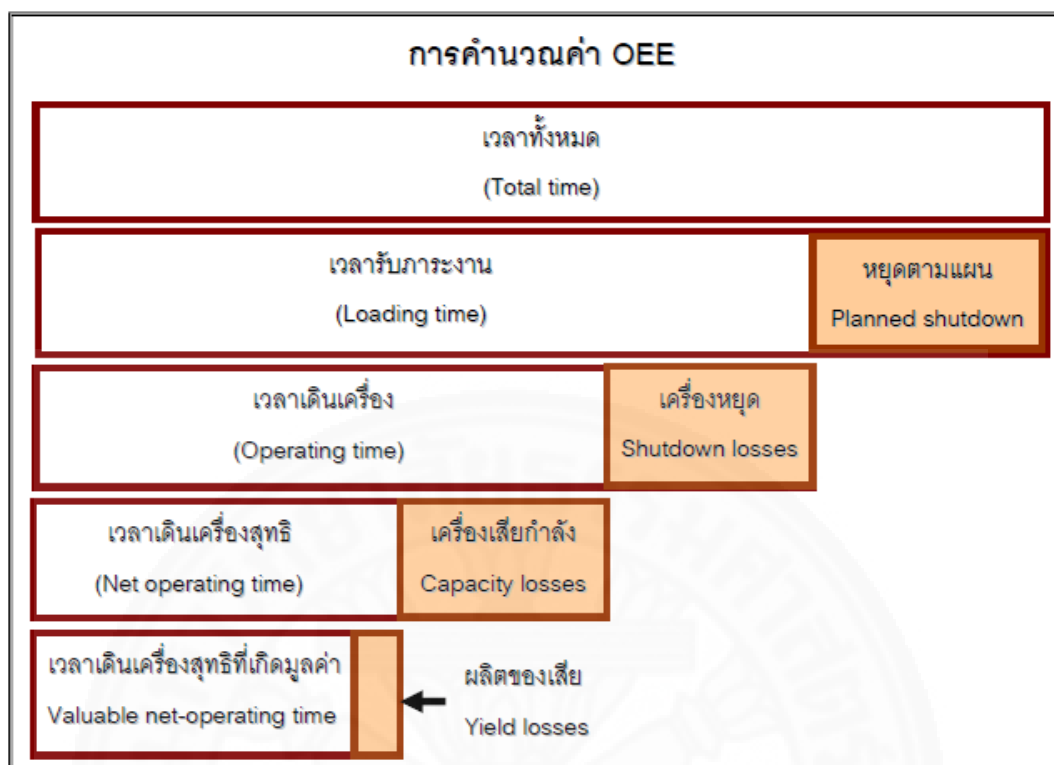
2.2 ทฤษฎีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

เครื่องจักรที่ดีหมายถึงเครื่องจักรที่เมื่อเดินเครื่องแล้ว ต้องทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ กล่าวคือ เดินเครื่องได้เต็มกำลังความสามารถ และผลิตชิ้นงานที่ได้คุณภาพออกมาและที่สำคัญ ต้องใช้งานได้อย่างปลอดภัย

การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรนั้น มีเป้าหมายเพื่อสะท้อนภาพการใช้งานของเครื่องจักร หรือเพิ่มผลผลิต และการกำจัดความสูญเปล่า โดยมีดัชนีชี้วัดซึ่งสามารถแสดงให้เห็นถึงความพร้อมของเครื่องจักรในการใช้งานว่ามีสถานะความพร้อมใช้งานเป็นอย่างไร การเดินเครื่องจักรเต็มความสามารถ หรือไม่มีการผลิตชิ้นงานเสียเป็นจำนวนมากน้อยแค่ไหน เราเรียกว่า “ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE – Overall Equipment Effectiveness) มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งประกอบด้วยดัชนีย่อย 3 ตัว คือ

1. อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A)
2. อัตราสมรรถนะ (Performance Efficiency: P)
3. อัตราคุณภาพ (Quality Rate: Q)

2.2.1 การวัดผลค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร OEE การหาค่า OEE จะวัดจากอัตราเดินเครื่อง อัตราสมรรถนะ และอัตราคุณภาพ แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การคำนวณค่า OEE

2.2.1.1 อัตราการเดินเครื่อง (Availability Rate: A) คือ การแสดงความพร้อมของเครื่องจักรในการทำงานเป็นการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่อง กับเวลารับภาระงาน

$$\begin{aligned}
 \text{อัตราการเดินเครื่อง} &= \frac{\text{เวลารับภาระงาน} - \text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระงาน}} \\
 &= \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลารับภาระงาน}}
 \end{aligned}$$

เวลาทั้งหมด หมายถึง เวลาที่มีเครื่องจักรสามารถทำงานได้ใน 1 วัน หรือ 1 เดือน

เวลาหยุดตามแผน หมายถึง เวลาหยุดที่มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า เช่น การบำรุงรักษาประจำวัน เวลาหยุดเพื่อการประชุมชี้แนะ เวลาหยุดเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ ของโรงงาน

เวลารับภาระงาน หมายถึง เวลาที่ต้องให้เครื่องจักรทำงานใน 1 วัน หรือ 1 เดือน ลบด้วยเวลาหยุดตามแผน

เวลาที่เครื่องจักรหยุด หมายถึง เวลาที่ต้องหยุดเครื่องกระทันหันโดยไม่มี
การวางแผนล่วงหน้า

เวลาเดินเครื่อง หมายถึง เวลาที่เครื่องจักรทำงาน เป็นเวลารับภาระงาน
หักด้วยเวลาที่สูญเสียเนื่องจากเครื่องจักรหยุด เช่น การขัดข้องของเครื่องจักร การสูญเสียเวลาการ
ปรับแต่งเครื่องจักร หรือเวลาที่เครื่องจักรทำงานอยู่จริง

2.2.1.2 อัตราสมรรถนะ (Performance Efficiency: P) คือ สมรรถนะการ
ทำงานของเครื่องจักร โดยการเปรียบเทียบระหว่างเวลาเดินเครื่องสุทธิ กับเวลาเดินเครื่อง

$$\begin{aligned}\text{อัตราสมรรถนะ} &= \frac{\text{เวลามาตรฐาน} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \\ &= \frac{\text{เวลาเดินเครื่องสุทธิ}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}}\end{aligned}$$

เวลาเดินเครื่องสุทธิ (Net Operating Time) หมายถึง เวลาเดิน
เครื่องจักร ลบด้วยเวลาที่สูญเสียไปเนื่องจากเครื่องจักรเสียกำลัง

เวลาสูญเสียเนื่องจากเครื่องเสียกำลัง (Capacity Losses) หมายถึง เวลา
ที่เครื่องจักรทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพในระหว่างทำการผลิต เช่น ไฟตก ทำให้เครื่องจักรเดินไม่
เรียบ เครื่องสะดุดเล็กน้อย หรือเมื่อเปิดเครื่องใหม่ต้องรอเครื่องพร้อม เป็นต้น

2.2.1.3 อัตราคุณภาพ (Quality late: Q) คือ ความสามารถในการผลิตของดี
ให้ตรงตามข้อกำหนดของเครื่องจักรและตามข้อกำหนดของลูกค้าต่อจำนวนของที่ผลิตได้ทั้งหมด

$$\begin{aligned}\text{อัตราคุณภาพ} &= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด} - \text{จำนวนชิ้นงานเสีย}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}} \\ &= \frac{\text{จำนวนชิ้นงานดี}}{\text{จำนวนชิ้นงานทั้งหมด}}\end{aligned}$$

เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่า หมายถึง เวลาเดินเครื่องสุทธิ หักด้วย
เวลาสูญเสียเนื่องจากผลิตของเสีย

เวลาสูญเสียจากการผลิตของเสีย หมายถึง เวลาที่ใช้ในการซ่อมสินค้า
หรือผลิตภัณฑ์ ที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องจักร

2.2.1.4 ค่าสัมประสิทธิ์ผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร เป็นการคำนวณเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงาน หรือความพร้อมของเครื่องจักรออกมาในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ (%) หากค่า OEE ที่ได้ มีค่าสูง แสดงว่า สมรรถนะการทำงาน ของเครื่องจักรสูง สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสามารถคำนวณค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ได้จากผลคูณของ 3 Factor ดังนี้

$$\text{OEE} = \begin{matrix} \text{อัตราเดินเครื่อง} \\ (\text{Availability}) \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{อัตราสมรรถนะเครื่อง} \\ (\text{Performance Efficiency}) \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{อัตราคุณภาพ} \\ (\text{Quality Rate}) \end{matrix}$$

2.3 ทฤษฎีการลดความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร

ความสูญเสียหลัก หรือ Loss ที่เป็นอุปสรรคต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร สามารถแบ่งกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม Loss กลุ่มที่ 1 ทำให้เวลาเดินเครื่องจักรเหลือน้อยลง Loss กลุ่มที่ 2 ทำให้เวลาเดินเครื่องสูญเสียน้อยลง และ Loss กลุ่มที่ 3 ทำให้เวลาเดินเครื่องสูญเสียน้อยลง ซึ่งการลดลงทั้งหมดเป็นสาเหตุให้ค่า OEE มีค่าต่ำลง ดังนั้น จึงสรุปได้ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร คือ การลดความสูญเสียหลักทั้ง 3 กลุ่มนี้ ซึ่งความสูญเสียหลักที่พบเป็นประจำนั้น มีอยู่ 6 ประการ ดังนี้

2.3.1 ความสูญเสียกลุ่มที่ 1 เป็นความสูญเสียที่ทำให้เวลาเดินเครื่องจักรเหลือน้อยลง

2.3.1.1 ความสูญเสียจากเครื่องจักรชำรุดเสียหาย เป็นความสูญเสียที่มาจากการชำรุดเสียหายของเครื่องจักรที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน และทั้งเรื่องจริง ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียด้านเวลา (ผลผลิตลดลง) และปริมาณผลผลิตลดลง (เกิดของเสีย)

2.3.1.2 ความสูญเสียจากการเตรียมงาน/การปรับแต่ง เป็นความสูญเสียทางด้านเวลาที่เกิดจากการปรับเปลี่ยน และเตรียมการเมื่อสิ้นสุดการผลิตสินค้าปัจจุบัน ไปสู่การเริ่มผลิตสินค้าใหม่ ตลอดจนในกระบวนการผลิตจนได้สินค้าที่สำเร็จรูปที่ดีขึ้นมา

2.3.2 ความสูญเสียกลุ่มที่ 2 เป็นความสูญเสียที่ทำให้ทำให้เวลาเดินเครื่องสูญเสียน้อยลง

2.3.2.1 ความสูญเสียจากการเดินเครื่องเปล่าและการหยุดชะงัก เป็นความสูญเสียที่เกิดขึ้นเนื่องจากเครื่องจักรขัดข้องเล็กๆ น้อยๆ อันเนื่องมาจากเกิดปัญหาขึ้นชั่วขณะหนึ่ง

หรือเป็นการเดินเครื่องเปล่า เช่น ชี้นงานไปติดขัดอยู่ทำให้เกิดการเดินเครื่องเปล่า หรือเกิดของเสียทางด้านคุณภาพขึ้นทำให้เซ็นเซอร์ และเครื่องจักรหยุดทำงานชั่วคราว เมื่อดึงเอาชิ้นงานออกไป และทำการเดินเครื่องจักรใหม่ก็จะทำให้เครื่องจักรสามารถทำงานเป็นปกติได้ดังเดิม

2.3.2.2 ความสูญเสียจากความเร็วลดลง เป็นความสูญเสียที่มาจากความแตกต่างของความเร็วที่เกิดขึ้น เมื่อเทียบกับความเร็วที่กำหนดไว้ในขณะออกแบบเครื่องจักร หรือความเร็วมาตรฐานของเครื่องจักร เช่น รอบเวลามาตรฐานที่กำหนด คือ 1 รอบ ใช้เวลา 60 วินาที แต่ในความเป็นจริงใช้เวลา 65 วินาที เท่ากับมีความสูญเสียจากความเร็ว 5 วินาที

2.3.2.3 ความสูญเสียจากการเริ่มเดินเครื่อง เป็นความสูญเสียทางด้านเวลาที่จะต้องใช้ในการทำให้เครื่องเดินได้ตาม Cycle Time ที่กำหนด โดยปราศจากปัญหายุ่งยากทางเครื่องจักร เช่น การหยุดชะงัก ความยุ่งยากเล็กๆ น้อยๆ ไข่มืดเสียหายต่างๆ จนกระทั่งสามารถทำให้มีการผลิตสินค้าได้คุณภาพที่คงที่

2.3.3 ความสูญเสียกลุ่มที่ 3 เป็นความสูญเสียที่ทำให้ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่าเหลือน้อยลงเวลาเดินเครื่องสุทธิเหลือน้อยลง

2.3.3.1 ความสูญเสียจากของเสียและของซ่อม ประกอบด้วยความสูญเสียเชิงปริมาณจากของเสีย (ของเสียที่ต้องทิ้ง) และของซ่อม และความสูญเสียเชิงเวลาที่ใช้ในการซ่อมแซมเพื่อทำให้เป็นของดี แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

การแบ่งกลุ่มความสูญเสียหลัก

กลุ่มของความสูญเสียที่ยิ่งใหญ่ 6 ประการ		
กลุ่มที่ 1 การขัดข้อง	กลุ่มที่ 2 เสียกำลังการผลิต	กลุ่มที่ 3 สูญเสียด้านคุณภาพ
1. เครื่องจักรขัดข้อง 2. การปรับตั้งเครื่อง	3. การหยุดเล็กๆ น้อยๆ 4. การสูญเสียความเร็ว 5. การเริ่มเดินเครื่อง	6. งานเสียและแก้ไขงาน

2.4 ทฤษฎีการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ภายหลังสงครามโลกครั้งที่สองเป็นต้นมา ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการผลิต มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง แต่การบำรุงรักษาได้ถูกมองข้ามความสำคัญ จนกระทั่งภาคอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น ได้นำระบบการบริหารงาน และเทคนิคการผลิตของอเมริกามาใช้งาน ซึ่งในระยะต่อมา ผลิตรถยนต์จากโรงงานของญี่ปุ่นได้เป็นที่ยอมรับกันในด้านคุณภาพที่เป็นเลิศ และได้ส่งออกไปสู่ประเทศอุตสาหกรรมทางซีกโลกตะวันตกในปริมาณมาก และโลกก็เริ่มให้ความสนใจในเทคนิคการบริหารงานแบบญี่ปุ่น

ความคิดที่ว่า การปล่อยให้อุปกรณ์เครื่องจักรเดินใช้งานโดยขาดการดูแล เอาใจใส่อย่างจริงจังนั้น ไม่เหมาะสมเสียแล้ว แต่จะต้องทำให้สามารถผลิตของให้ได้ใกล้เคียงหรือถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ให้ได้ดีที่สุด ทั้งนี้เพื่อลดเปอร์เซ็นต์ผลิตภัณฑ์ชำรุด ไม่ได้มาตรฐานให้ได้มากที่สุด ในขณะเดียวกัน ก็ได้ยอมรับกันว่า งานซ่อมบำรุงรักษานั้นจะต้องทำให้เสร็จสิ้นโดยเร็ว เพื่อหลีกเลี่ยงการหยุดของเครื่องนานๆ และค่าใช้จ่ายที่สูงด้วย

2.4.1 ขั้นตอนการพัฒนาสู่ TPM

ญี่ปุ่นได้รับวิธีการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มาจากอเมริกา และต่อมาได้ประยุกต์การบำรุงรักษาทีละผล และการป้องกันการบำรุงรักษา รวมทั้งวิศวกรรมความน่าเชื่อถือเข้าไว้ด้วยกัน จนเป็นที่รู้จักกันในนาม TPM ซึ่งในความเป็นจริงก็คือ ปรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ของอเมริกาให้เข้ากับสภาพอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้นำมาใช้ในปี 1950 พัฒนาเป็นการบำรุงรักษาทีละผลในปี 1960 และพัฒนาสู่ TPM เริ่มขึ้นในปี 1970 ซึ่งในช่วงเวลาก่อนหน้าปี 1950 จัดเป็นการบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง

ขั้นตอนการเจริญเติบโตสู่การเป็น TPM สามารถแยกขั้นตอนการพัฒนาได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 : การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (BM)

ขั้นที่ 2 : การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM)

ขั้นที่ 3 : การบำรุงรักษาทีละผล (PM)

ขั้นที่ 4 : การบำรุงรักษาทีละผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

2.5 ทฤษฎีการบำรุงรักษาที่ผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)

TPM ย่อมาจาก Total Productive Maintenance แปลเป็นไทยว่า การบำรุงรักษาที่ผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม หลักการของ TPM นั้นเริ่มต้นการพัฒนาจากการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน หรือการทำ Preventive Maintenance และได้พัฒนาการดำเนินการมาเรื่อยๆ โดยความคิดพื้นฐานเริ่มจากการทำการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อไม่ให้เสีย และสามารถเดินเครื่องตามที่ต้องการได้ โดยการใช้ทั้งการบำรุงรักษาตามคาบเวลา การบำรุงรักษาตามสภาพของเครื่องจักร และการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร ที่บำรุงรักษาง่ายขึ้น และมีอายุการใช้งานนานขึ้น แต่เครื่องจักรก็ยังคงเสียอยู่ และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงมาก

ความคิดเรื่องการทำการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรไม่เสียนั้น จึงเริ่มจากการตรวจสอบให้ทราบถึงการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่เครื่องจักรนั้นๆ จะเสียหาย ดังนั้นจึงต้องมีผู้ที่มีความสามารถในการตรวจสอบเครื่องจักร ซึ่งต้องเป็นผู้ที่สามารถรับรู้การเสื่อมสภาพได้อย่างแม่นยำ ผู้ที่จะทำเช่นนี้ได้เป็นอย่างดีที่สุดก็คือ พนักงานเดินเครื่อง ซึ่งต่อมาได้พัฒนาเป็น การบำรุงรักษาด้วยตนเอง หรือ Autonomous Maintenance ซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของ TPM แต่การดำเนินการเพียงเพื่อให้เครื่องจักรเป็นศูนย์นั้นยังไม่เพียงพอ TPM จึงมุ่งไปสู่การเป็นผู้ผลิตระดับโลก หรือ World Class Manufacturing โดยนำกิจกรรมอื่นมาผนวกรวมด้วยเป็น 8 กิจกรรมหลักของการดำเนินการ TPM หรือที่เรียกว่า 8 เสาหลักของ TPM นั่นเอง แสดงดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 เสาหลัก 8 ประการ

2.5.1 เสากการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Kobutsu Kaizen)

คือ การปรับปรุงเล็กๆ น้อยๆ แต่ทำอย่างต่อเนื่อง และทำพร้อมเพียงกันทั้งองค์กร การปรับปรุงแบบไคเซ็นไม่ต้องการหรือใช้เงินไม่มาก จุดเน้น คือ ลดการสูญเสียในทำงานที่มีผลต่อประสิทธิภาพของงาน ความเชื่อที่อยู่ด้านหลัง คือ “การเปลี่ยนแปลงจุดเล็กๆ เป็นจำนวนหลายๆ จุด ให้ผลดีต่อบรรยากาศขององค์กร ดีกว่าการปรับปรุงเพียงบางจุดที่ให้ผลมาก ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ซึ่งเป็นการปรับปรุงแก้ไขปัญหาการเติมน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องจักร

ptt **KAIZEN SHEET** No. 000/2015
Before : 02/08/2015 **IRPC NGV** **After :** 15/08/2015




White Tag
 Yellow Tag
 Red Tag

Small Group : IRPC Team
Action By : นาย ชานี ทิมอรรถ

สภาพปัญหา (Failure)
 ช่องเติมน้ำมันหล่อลื่น แคบ ยากต่อการเติม ทำให้
 หัก เลอะเทอะ

สาเหตุของปัญหา (Failure Cause)	ช่องเติมน้ำมันหล่อลื่น แคบ ยากต่อการเติม ทำให้หัก เลอะเทอะ		
การแก้ไข (Correction)	จัดหากรวยปากกว้าง เลียนที่ช่องเติมน้ำมัน เพื่อป้องกันการหกของน้ำมันหล่อลื่น		
ทรัพยากรที่ใช้แก้ไข (Resource)	1. จำนวนแรงงาน (คน)	1	
	2. เวลาที่ใช้ทำ (ชั่วโมง)	0.083	
	3. ค่าใช้จ่าย (บาท)	195 บาท	
	4. วัสดุอุปกรณ์/เครื่องมือ	กรวยปากกว้าง	

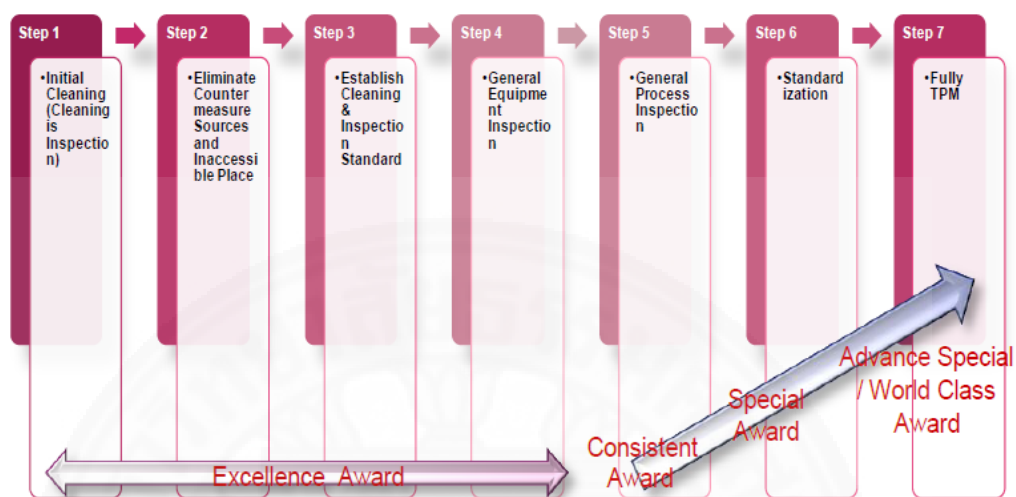
ผลที่ได้รับ (Outcome)	ลดเวลา (นาที / ครั้ง)	ความถี่ (ครั้ง / เดือน)	จำนวนจุด Kaizen	รวมลดเวลา (ข.ม. / ค.)	รวมลดเวลาปี (ข.ม.)	ลดค่าใช้จ่าย (บาท)	ลดอุบัติเหตุ
	5	4	9	0.35	4	-	-

ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างการเขียนไคเซ็น

2.5.2 เสากการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance)

เป็นหลักการที่เน้นให้ผู้ใช้เครื่องจักร สามารถบำรุงรักษาขั้นต้นได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นกิจกรรมหลักที่เป็นเอกลักษณ์ของ TPM หลักการของการบำรุงรักษาหากมองผิวเผิน อาจมองว่าเป็นเพียงการเปลี่ยนพนักงานเดินเครื่องให้เป็นผู้ที่สามารถตรวจสอบเครื่องจักรได้ แต่แท้ที่จริงแล้วไม่ใช่เท่านั้น แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพการเป็นเจ้าของ จากที่เครื่องจักรขององค์กรเป็นเครื่องจักรของฉัน เครื่องจักรนี้เป็นเครื่องจักรที่ต้องไม่มีความเสื่อมสภาพ เป็นเครื่องที่ไม่ผลิตของเสีย

เป็นเครื่องจักรที่ไม่เสีย นั่นคือ หัวใจของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง หรือ Autonomous Maintenance ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 กิจกรรมเสา Autonomous Maintenance 7 ขั้นตอน

2.5.2.1 ขั้นตอนที่ 0 – ความปลอดภัย (Safety) คือ การค้นหาสภาพที่ต่ำกว่ามาตรฐาน (Unsafe Condition) ด้วยการตรวจพื้นที่เบื้องต้น และแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย ด้วยการจัดทำ Safety Map แสดงจุดที่อาจเกิดอันตราย ควรระมัดระวัง และให้ทุกคนตระหนักถึงตลอดเวลา โดยทำการติด TAG เหลือง เพื่อบ่งชี้ถึงจุดที่อยู่ในสภาพที่ไม่ปลอดภัย โดยผ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า หรือ KYT (KIKEN YOSHI TRAINING)

2.5.2.2 ขั้นตอนที่ 1 – การทำความสะอาดเบื้องต้น (Initial Cleaning and Inspection) หมายถึง การทำความสะอาด และตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ในพื้นที่ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการกำจัดขยะและสิ่งสกปรกให้หมดสิ้นไปโดยสิ้นเชิง การค้นหาจุดบกพร่อง หรือความผิดปกติ และการแก้ไขส่วนที่ชำรุดให้กลับคืนสู่สภาพปกติ โดยให้ระลึกอยู่เสมอว่า “การทำความสะอาดคือการตรวจเช็ค” โดยในขั้นตอนนี้ ให้ค้นหาจุดบกพร่องหรือความผิดปกติตามประเภทความผิดปกติ 7 ประการ ดังนี้

- (1) ข้อบกพร่องเล็กน้อย เช่น สิ่งเปราะเปื้อน ชำรุด อาการผิดปกติ การหย่อน หลวม
- (2) ขาดปัจจัยเบื้องต้น เช่น การหล่อลื่น เกจวัดระดับ การขันกวด

(3) บริเวณเข้าถึงได้ยาก เช่น ทำความสะอาดยาก ตรวจสอบยาก ซ่อมยาก ปรับแต่งยาก เติมน้ำมันยาก

(4) จุดที่เป็นสาเหตุความสกปรก เช่น ผลิตภัณฑ์ ของเหลว วัสดุดิบ ของทิ้ง

(5) จุดที่เป็นสาเหตุให้เกิดของเสีย เช่น สิ่งแปลกปลอม ความชื้น ขนาด เม็ดสาร ความเข้มข้น ความหนืด

(6) สิ่งของไม่จำเป็น เช่น อุปกรณ์ท่อ อุปกรณ์ไฟฟ้า ท่อทาง

(7) บริเวณที่ไม่ปลอดภัย เช่น พื้น ชื่นบันได แสงสว่าง เครื่องจักรหมุน

เมื่อพบข้อบกพร่องแล้วให้บันทึกลงในแบบฟอร์ม และทำการแขวน TAG (ขาว / แดง) ไว้ที่ที่พบจุดบกพร่อง หรือสิ่งผิดปกติ เพื่อแสดงจำนวนความผิดปกติ และเป็นการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) อีกด้วย โดยแยกประเภท TAG ได้ดังแสดงในภาพที่ 2.5

TAG เหลือง คือ TAG ที่บ่งชี้ถึงสิ่งที่ไม่ปลอดภัยในการทำงาน

TAG ขาว คือ TAG ที่บ่งชี้ถึงสิ่งผิดปกติที่พนักงานประจำเครื่องสามารถแก้ไขได้

TAG แดง คือ TAG ที่บ่งชี้ถึงสิ่งผิดปกติที่พนักงานประจำเครื่องไม่สามารถแก้ไขได้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างของ TAG ทั้ง 3 ประเภท

วัตถุประสงค์ของการแขวน TAG คือ เพื่อให้ทุกคนตระหนักถึงความผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ ต้องร่วมกันแก้ไขก่อนที่อุปกรณ์จะเสียหายมากกว่านี้ รวมถึงเป็นเครื่องย้ำเตือนให้ทุกคนไม่ลืมแก้ไขจุดบกพร่องเล็กน้อยที่ไม่ได้บันทึกไว้ ให้ทำการบันทึกลงในแบบฟอร์มสมุดรายการบันทึกข้อบกพร่อง พร้อมจัดทำกราฟแสดงจำนวนของ TAG ทั้ง 2 ชนิด และผลลัพธ์จากขั้นตอนนี้แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 การทำความสะอาดแบบตรวจสอบ		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. แบบ (Drawing) ของเครื่องจักร 2. แผนการทำความสะอาด 3. เครื่องมือและอุปกรณ์ทำความสะอาด	1. ทำความสะอาดทุกซอกทุกมุม 2. หาจุดผิดปกติและทำการแก้ไข 3. หาจุดยากลำบาก 4. หาแหล่งกำเนิดปัญหา	1. รายการจุดผิดปกติและการแก้ปัญหา 2. รายการจุดยากลำบาก 3. รายการแหล่งกำเนิดปัญหา 4. รายการจุดต้องสงสัย

2.5.2.2 ขั้นตอนที่ 2 – การหามาตรการจำกัด หรือควบคุมต้นเหตุความสกปรก หรือแก้ไขปรับปรุงจุดที่เข้าถึงยาก (Countermeasures for Contamination Sources and Hard to Access Areas) ในขั้นตอนนี้ จะทำการหามาตรการแก้ไข และปรับปรุงเบื้องต้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสกปรกเกิดขึ้นซ้ำ เข้าใจต้นเหตุ และที่มาของความสกปรก การแก้ไขปัญหามุ่งเน้นกำจัดต้นเหตุของสิ่งสกปรก จัดบันทึกลงในแบบฟอร์ม พร้อมมาตรการ และแผนกำจัดจุดก่อเกิด หรือจุดที่ยากต่อการเข้าถึง ซึ่งผลจากการทำในขั้นตอนนี้ จะทำให้เวลาที่ใช้ในการทำทำความสะอาด ชัดเจน เต็มที่มากขึ้นหลัลดลง บันทึกลงในแบบฟอร์ม ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนนี้ แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 การกำจัดจุดยากลำบากและแหล่งกำเนิดปัญหา		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. ผลลัพธ์จากขั้นตอนที่ 1 2. การศึกษาวิธีการปรับปรุงเครื่องจักร 3. แผนการปรับปรุงเครื่องจักร	1. กำจัดแหล่งสะสมของฝุ่นผง 2. กำจัดการฟุ้งกระจายต่างๆ 3. การออกแบบเครื่องมือวัด 4. ใช้เทคนิคการควบคุมด้วยการมองเห็น	1. การลดเวลาการบำรุงรักษาประจำวัน 2. การปรับปรุงเครื่องจักรให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาทำทุกอย่างให้ง่ายขึ้น

2.5.2.3 ขั้นตอนที่ 3 – การจัดทำมาตรฐานชั่วคราว (Establish Cleaning and Checking Standard) เป็นการจัดทำมาตรฐานในการตรวจเช็ค และทำความสะอาด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกัน และรักษาสภาพที่ควรจะเป็นของเครื่องจักรที่ได้มีการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐานให้คงไว้ และดำเนินกิจกรรมตามแนวความคิดที่ว่า “เครื่องจักรของตนเอง ตนเองต้องเป็นผู้รักษา” ในการปรับปรุงพื้นที่ให้อยู่ในภาพที่ดี ตรวจสอบง่าย โดยประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) เพื่อแสดงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ให้เห็นได้อย่างรวดเร็ว แสดงดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 การจัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเองเบื้องต้น		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. ผลลัพธ์จากขั้นตอนที่ 1 2. ผลลัพธ์จากขั้นตอนที่ 2 3. ข้อมูลจากฝ่ายซ่อมบำรุง	1. หาจุดที่ต้องทำความสะอาดและวิธีการ 2. หาจุดที่ต้องหล่อลื่นและวิธีการ 3. หาจุดที่ต้องตรวจสอบและวิธีการ	1. มาตรฐานของการทำความสะอาด 2. มาตรฐานการตรวจสอบ 3. มาตรฐานการหล่อลื่น

2.5.2.4 ขั้นตอนที่ 4 – การตรวจเช็คโดยรวม (General Inspection) ขั้นตอนที่ 1 – 3 เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นในการป้องกันการชำรุดเป็นหลักโดยให้ความสำคัญกับการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐาน ส่วนขั้นตอนที่ 4 เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้น “การสร้างพนักงานในระดับปฏิบัติการให้มีความรู้ความชำนาญในเรื่องเครื่องจักรอย่างแท้จริง” ไปพร้อมๆ กับการตรวจวัดการชำรุด และทำให้การชำรุดนั้นกลับสู่สภาพปกติ ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้ แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบโดยรวม		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. การเตรียมหลักสูตร 2. การเตรียมอุปกรณ์สื่อการสอน 3. การเตรียมโครงสร้างและระบบต่างๆ ของเครื่อง 4. การเตรียมผู้สอน	1. การเรียนเรื่องน็อตและสกรู 2. การเรียนเรื่องการหล่อลื่น 3. การเรียนเรื่องระบบจ่ายน้ำมัน 4. การเรียนเรื่องระบบนิวเมติกส์ 5. การเรียนเรื่องระบบส่งกำลัง 6. การเรียนเรื่องระบบไฟฟ้ากำลัง 7. การเรียนเรื่องระบบป้องกันอันตราย	1. ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างๆ 2. เพิ่มทักษะการตรวจสอบ 3. สังเกตความผิดปกติในเชิงลึกได้

2.5.2.5 ขั้นตอนที่ 5 - การตรวจสอบด้วยตนเอง (General Process Inspection) จากความรู้ในขั้นตอนที่ 4 เมื่อได้เรียนรู้ถึงหน้าที่โครงสร้างการทำงานของอุปกรณ์เป็นอย่างดี ทำให้สามารถนำความรู้ ทักษะที่ได้มาปรับปรุงมาตรฐานชั่วคราวในขั้นตอนที่ 3 กลายเป็นมาตรฐานถาวรใน AM ขั้นตอนที่ 5 โดยการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบของอุปกรณ์ระหว่าง Operation และ Maintenance ใครดูแลชิ้นส่วน อะไหล่ หรืออุปกรณ์ชิ้นใด ให้ชัดเจน พร้อมกับทำใบตรวจสอบอุปกรณ์ตามแผน หรือระยะเวลาที่กำหนด ผลลัพธ์ของขั้นตอนนี้ แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 5 การตรวจสอบด้วยตนเอง		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. มาตรฐานจากขั้นตอนที่ 3 2. ทักษะและความรู้จากขั้นตอนที่ 4 3. จุดสำคัญทางเทคนิคจากฝ่ายซ่อมบำรุง	1. ทบทวนมาตรฐานจากขั้นตอนที่ 3 2. เพิ่มเติมมาตรฐานการตรวจสอบระบบการทำงานต่างๆ ของเครื่องจักร	1. มาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเองที่สมบูรณ์ 2. เพิ่มประสิทธิภาพของการตรวจสอบด้วยตนเอง

2.5.2.6 ขั้นตอนที่ 6 – การเขียนมาตรฐาน (Standardization) เป็นขั้นตอนที่มีจุดประสงค์เพื่อควบคุมดูแลรักษาสภาพเครื่องจักร อุปกรณ์ ที่ได้ปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐาน และการตรวจเช็คประจำวันอย่างจริงจัง และพยายามขยายบทบาทหน้าที่ของพนักงานในระดับปฏิบัติการไปยังงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรอบๆ เครื่องจักร รวมถึงพยายามลดความสูญเสียอย่างจริงจัง ทำให้สามารถควบคุมดูแลได้ด้วยตนเองอย่างสมบูรณ์ แสดงดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 6 การจัดทำมาตรฐาน		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. มาตรฐานการปฏิบัติงาน 2. มาตรฐานการบำรุงรักษา ด้วยตนเองจากขั้นตอนที่ 2	1. ปรับปรุงมาตรฐานการปฏิบัติงาน 2. จัดทำมาตรฐานสถานที่ทำงาน 3. จัดทำมาตรฐานการใช้เครื่องมือ 4. จัดทำมาตรฐานการจัดการอะไหล่	1. ปรับปรุงบทบาทของผู้ใช้เครื่อง 2. สิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน มีการจัดทำไว้เป็นมาตรฐานในการดำเนินงานที่ชัดเจน

2.5.2.7 ขั้นตอนที่ 7 – การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง (Continuous Improvement) เป็นการสรุปขั้นตอนทั้งหมดตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 6 เพื่อหาวิธีการยกระดับ และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องไม่มีที่สิ้นสุด เพื่อให้ได้ผลลัพธ์แสดงดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8

ผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนที่ 7

ขั้นตอนที่ 7 การปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง		
ข้อมูลและการเตรียมตัว	การดำเนินการ	ผลลัพธ์
1. ผลลัพธ์ของการปฏิบัติ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 6 2. การติดตามของผู้บริหาร ระดับสูง 3. นโยบายด้านการบำรุงรักษา	1. การบรรลุตามเป้าหมายเดิม อย่างสมบูรณ์ 2. การปฏิบัติตามนโยบายใหม่ 3. การมีส่วนร่วมแบบ 100% 4. การวัดผลการปรับปรุง 5. การประกวดกลุ่ม บำรุงรักษาด้วยตนเอง	1. มีการดำเนินตามนโยบาย การบำรุงรักษาของบริษัทอย่าง ต่อเนื่อง 2. มีการยกระดับของเป้าหมาย ของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ที่สูงขึ้น 3. มีการประกาศเกียรติคุณ อย่างเป็นทางการ

ความรู้ หรือเทคนิคต่างๆ ที่ได้จากการขั้นตอนการดูแลรักษาด้วยตนเอง
ให้นำมาเขียนเป็นใบสอนงานเฉพาะจุด หรือ One Point Lesson : OPL โดยเน้นนำเสนอด้วย
ภาพประกอบ คำอธิบายสั้นๆ ให้เข้าใจง่ายๆ เพียง 1 แผ่น จากนั้นนำไปสอนให้กับสมาชิกในกลุ่มทุก
วันตอนเช้า เพื่อให้ตระหนักถึงการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย แสดงดังภาพที่ 2.6

TPM One-Point Lesson	
Theme : การซ่อมเปลี่ยน Switch Auto-Manual	
Ref. No.:	
Classification	☐ Basic Knowledge ☐ Improvement Cases ☒ Trouble Cases
Date of Preparation: 30/09/2015	
Department:	
Prepared by: พารณัฐวิทย์ พานิชกิจ	Section Chief:
Group Leader:	Group No.:
 1. ไขปัดสวิตช์ เป็นสวิตช์ ปัดมือ 2. ไขปัดสวิตช์ เป็นสวิตช์ อัตโนมัติ 3. ไขปัดสวิตช์ เป็นสวิตช์ อัตโนมัติ 4. กดปุ่มหยุด 5. ไขปัดสวิตช์ เป็นสวิตช์ อัตโนมัติ 6. กดปุ่มเริ่ม	
Trainer	พารณัฐวิทย์
No. of Trainees	4
Date	1/9/2015

ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการเขียน OPL

2.5.3 เสาการบำรุงรักษาเชิงวางแผน (Planned Maintenance)

เป็นกิจกรรมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานซ่อมบำรุง ไม่ให้เกิดความสูญเสียในกระบวนการผลิต ประกอบด้วยรูปแบบการบำรุงรักษา 4 รูปแบบ ดังนี้

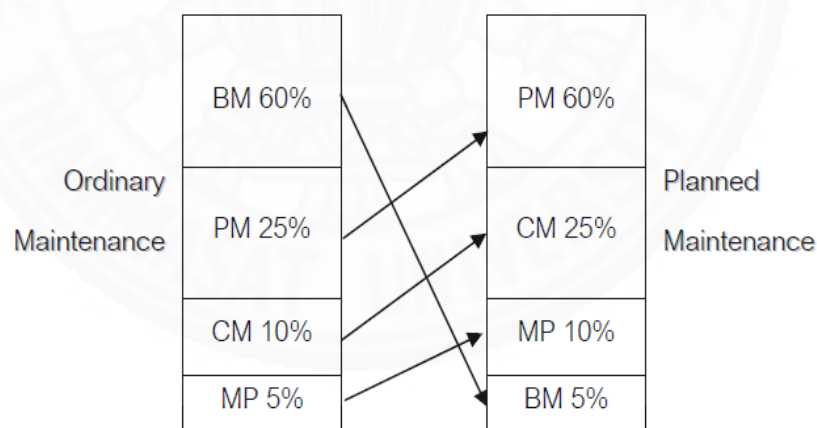
2.5.3.1 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุ (Breakdown Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาเมื่อขัดข้องที่ต้องปิดเครื่อง เพื่อทำการซ่อมบำรุง ซึ่งกระทบต่อกำลังการผลิต ไม่สามารถใช้งานเครื่องจักรได้เต็มประสิทธิภาพ

2.5.3.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาตามรอบระยะเวลาที่กำหนดก่อนที่เครื่องจักรจะเกิดการเสียหาย

2.5.3.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance) หมายถึง การบำรุงรักษาที่มุ่งลดการชำรุดเสียหายของเครื่องจักร เป็นการแก้ปัญหาที่สาเหตุ หรือ แหล่งกำเนิดปัญหา รวมทั้งป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีก หรือทำให้การแก้ปัญหาในครั้งต่อไปทำได้ง่ายขึ้น

2.5.3.4 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Prevention) หมายถึง การหาวิธีไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีก เช่น แบตเตอรี่ชนิดไม่ต้องบำรุงรักษา เป็นต้น

กิจกรรมในเสาการบำรุงรักษาตามแผนนี้ เป็นการทำงานเพื่อปรับเปลี่ยนสัดส่วนการทำงานของชนิดการบำรุงรักษาใหม่ ซึ่งจากเดิมมีการบำรุงรักษาเมื่อชำรุด (Breakdown Maintenance : BM) สูงถึง 60% แต่ตามแผนที่กำหนดขึ้นใหม่ต้องการลด BM ลงเหลือ 5% และเพิ่มการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance : PM) จากที่ทำอยู่เดิม 25% เป็น 60% พร้อมทั้งจัดให้มีการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขและปรับปรุง (Corrective Maintenance : CM) และการป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive : MP) เพิ่มขึ้นจากเดิม 10% เป็น 25% และ 5% เป็น 10% ตามลำดับ โดยการจัดทำแผนการบำรุงรักษา แสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 สัดส่วนการบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบเดิมและแบบที่วางแผนใหม่

เมื่อทราบสัดส่วนระยะเวลาในการบำรุงรักษาเครื่องจักรแล้ว นำข้อมูลเลขที่ได้มาคำนวณหาระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง (Mean Time Between Failure : MTBF) และระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขแต่ละครั้ง (Mean Time To Repair : MTTR) เพื่อทำการวัดผลของแผนการซ่อมบำรุงรักษาที่วางแผนไว้

ตัวอย่างการหาค่า MTBF และ MTTR

จากข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากฝ่ายซ่อมบำรุง ใน 1 วัน (เริ่มงานตั้งแต่ 08.00 – 18.00 น. ไม่มีการหยุดพัก) สรุปได้ว่า เครื่องจักรมีการหยุดซ่อม 3 ครั้ง ดังนี้

ครั้งที่ 1 เครื่องหยุดซ่อมตั้งแต่เวลา 11.00 – 11.30 น. (30 นาที)

ครั้งที่ 2 เครื่องหยุดซ่อมตั้งแต่เวลา 14.00 – 15.00 น. (60 นาที)

ครั้งที่ 3 เครื่องหยุดซ่อมตั้งแต่เวลา 16.20 – 17.35 น. (75 นาที)

ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขแต่ละครั้ง

$$\begin{aligned} \text{MTTR} &= \frac{30 + 60 + 75}{3} \\ &= 55 \text{ นาที} \end{aligned}$$

ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการเสียหายแต่ละครั้ง

จากข้อมูล สรุปได้ว่า ระยะเดินเครื่อง เป็นดังนี้

ครั้งที่ 1 เดินเครื่องตั้งแต่ 08.00 – 11.00 น. (180 นาที)

ครั้งที่ 2 เดินเครื่องตั้งแต่ 11.30 – 14.00 น. (150 นาที)

ครั้งที่ 3 เดินเครื่องตั้งแต่ 15.00 – 16.20 น. (80 นาที)

ครั้งที่ 4 เดินเครื่องตั้งแต่ 17.35 – 18.00 น. (25 นาที)

$$\begin{aligned} \text{MTBF} &= \frac{180 + 150 + 80 + 25}{4} \\ &= 108.75 \text{ นาที} \end{aligned}$$

การบำรุงรักษาตามแผนจะทำให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา และเมื่อเกิดการเสียหายก็จะกลับมาใช้งานใหม่ได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น การวัดประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาตามแผนสามารถทำได้โดยวัดอัตราการใช้งานของเครื่องจักร อันเนื่องมาจากการเสียหาย และเวลาที่ใช้ในการซ่อม (Inherent Availability) ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{Inherent Availability} &= \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTBF} + \text{MTTR})} \\ &= 0.6641\% \quad \text{หรือ } 66.41\% \end{aligned}$$

ประสิทธิภาพของการบำรุงรักษาตามแผน สามารถทำได้โดยการวัดอัตราการใช้งานของเครื่องจักร อันเนื่องมาจากการเสียหาย และเวลาที่ใช้ในการซ่อมของเครื่องจักรตามข้อมูลที่ได้จากตัวอย่างดังกล่าว คิดเป็น 66.41%

2.5.4 เสាកการฝึกอบรม (Skill Training)

การพัฒนาธุรกิจจะประสบความสำเร็จได้ สิ่งสำคัญ คือ “การสร้างบุคลากรและการให้บุคลากรเหล่านั้นแสดงความสามารถออกมาอย่างเต็มที่” การให้ความรู้ ต้องเป็นการให้ความรู้ที่ต้องการ ในเวลาที่ต้องใช้ความรู้นั้นๆ เพื่อให้ได้ทักษะ หลังจากให้ความรู้ไปแล้ว ทักษะแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ คือ

ระดับที่ 0 คือ มีความรู้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ระดับที่ 1 คือ มีความรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแต่ไม่สามารถปฏิบัติได้

ระดับที่ 2 คือ มีความรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถปฏิบัติได้รู้ภายใต้

การควบคุมของหัวหน้างาน

ระดับที่ 3 คือ รู้มีความรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และสามารถปฏิบัติได้โดยลำพัง

ระดับที่ 4 คือ มีความรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สามารถปฏิบัติได้โดยลำพัง และสามารถสอนผู้อื่นได้

การให้ความรู้นั้น นอกจากการให้ความรู้ในห้องเรียนแล้ว เราสามารถที่จะให้ความรู้ได้ในขณะที่ทำงาน ดังนั้นจึงไม่จำเป็นที่จะต้องเปิดห้องเรียนเสมอไป สำคัญที่เราจะต้องรู้ให้ได้ว่า ทักษะของพนักงานของเราอยู่ที่ระดับใด และทักษะในระดับใดเป็นทักษะที่เราต้องการ แล้วจึงจัดออกมาเป็นแผนการพัฒนาบุคลากร หรือแผนการฝึกอบรม ซึ่งแผนดังกล่าว จะเป็นแผนที่ออกมาตามความสามารถที่ต้องพัฒนาของแต่ละคน ซึ่งจะไม่เหมือนกัน แต่จะเป็นแผนที่ต้องสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงขององค์กร หรือกลยุทธ์ขององค์กร เช่น หากองค์กรต้องการมีการติดตั้งเครื่องจักรใหม่ ก็ต้องมีแผนการอบรมเพื่อให้สามารถใช้งานเครื่องจักรเครื่องนั้นได้อย่างถูกต้อง เป็นต้น

2.5.5 เสากการจัดการตั้งแต่เริ่มแรก (Early Management)

การบำรุงรักษาที่ดี ไม่สามารถเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แบบได้ ถ้าหลายๆ สิ่ง หลากๆ อย่างเกิดความผิดพลาดตั้งแต่เริ่มแรก กิจกรรมนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนด้วยกัน คือ การออกแบบเครื่องจักร และการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.5.5.1 การออกแบบเครื่องจักร (Machine Design) การออกแบบเครื่องจักรนั้น จะพบว่า จากเครื่องจักรเดิมที่มีอยู่นั้น อาจพบว่าเป็นเครื่องจักรที่ทำการบำรุงรักษาได้ยาก ชิ้นส่วนสึกหรอเร็ว การปรับแต่งทำได้ยาก ดังนั้น หากต้องการจะซื้อเครื่องจักรใหม่ ควรจะต้องนำเอาบทเรียนเก่าๆ ที่มีอยู่ มาประมวลเพื่อให้ได้เครื่องจักรใหม่ที่ต้องการนั้นเป็นอย่างไร อะไรที่สามารถซ่อมเองได้นั้นเป็นเครื่องจักรยี่ห้อใด ต้องการปรับแต่งอะไรได้บ้าง และส่งข้อมูลนี้ให้กับผู้ผลิต

เครื่องจักร ทำการปรับปรุงแก้ไขตั้งแต่เริ่มแรก ทั้งนี้เพื่อให้ได้เครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสูงสุด และต้นทุนในการผลิตต่ำสุด

2.5.5.2 การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ ต้องทำการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างไรเพื่อถูกใจลูกค้า ในขณะที่เดียวกัน ก็สามารถทำการผลิตได้อย่างรวดเร็ว ผลิตได้ง่าย ผลิตแล้วใช้วัสดุน้อยลง เพื่อให้เกิดการผลิตที่ต้นทุนต่ำที่สุด

กิจกรรมนี้ เป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ความร่วมมือ และความเห็นจากทุกหน่วย ทุกฝ่ายจึงจะประสบความสำเร็จได้ ดังนั้น จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เริ่มทำกิจกรรมในเสาอื่นๆ แล้วนำมาประมวลผลอีกครั้ง

2.5.6 เสากการบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ (Quality Maintenance)

การบำรุงรักษาคุณภาพ หมายถึง การดำรงรักษาไว้ซึ่งคุณภาพที่สูง และความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ดังนั้น การที่จะไม่ให้ของเสีย หรือของที่ไม่มีคุณภาพ ถูกส่งออกไปให้ลูกค้าได้นั้น จะต้องไม่ผลิตของเสีย การที่ผลิตของเสียออกมานั้น เกิดจากเครื่องจักรมีความผิดปกติบางอย่าง ทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้เครื่องจักรผลิตของเสียออกมา และเมื่อเครื่องจักรถูกทำให้สมบูรณ์แล้วนั้น ต้องพิจารณาว่า ต้องทำการปรับแต่งเครื่องจักรอย่างไร เพื่อให้เครื่องจักรเดินได้อย่างเหมาะสม ดังนั้น หากต้องการที่จะไม่ผลิตของเสียนี้ออกมา ต้องทำให้เครื่องจักรไม่มีสิ่งผิดปกติ และต้องทำการควบคุมค่าในการปรับแต่งต่างๆ ให้สัมพันธ์กับคุณภาพให้ได้ โดยสร้างเงื่อนไขการผลิตที่ปราศจากของเสีย

2.5.7 เสาประสิทธิภาพการอำนวยความสะดวก (Office Efficiency)

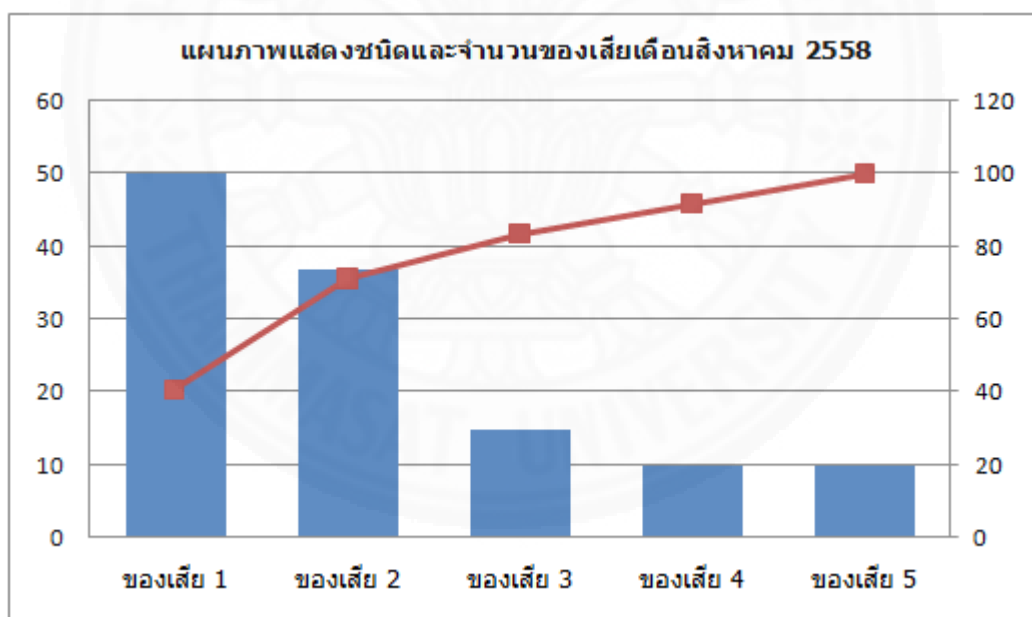
กระบวนการทำงานในสำนักงาน มีส่วนทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลงได้ เช่น กระบวนการจัดซื้อ ใช้เวลานาน ทำให้ขาดชิ้นส่วนอะไหล่มาเปลี่ยนของเก่าที่ชำรุดเสียหาย นอกจากนั้นยังพบว่า กระบวนการทำงานในสำนักงาน บางครั้งไม่มีการวัดอัตราการทำงานของพนักงาน ไม่มีการวัดประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน และไม่มีการวัดอัตราคุณภาพของผลงานที่ออกมา ซึ่งทั้งหมดทำให้เกิดความสูญเสียที่ส่งผลไปถึงกระบวนการผลิต และทำให้ TPM ไม่ดำเนินไปอย่างเต็มรูปแบบ

2.5.8 เสาอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม (Safety/Hygiene & Environment)

การให้ความสำคัญกับความปลอดภัย ชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน โดยมีเป้าหมายอยู่ที่ คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของพนักงาน ด้วยสภาพการทำงานที่ปลอดภัย มีระบบส่งเสริมสุขภาพ และพลาอนามัย รวมถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

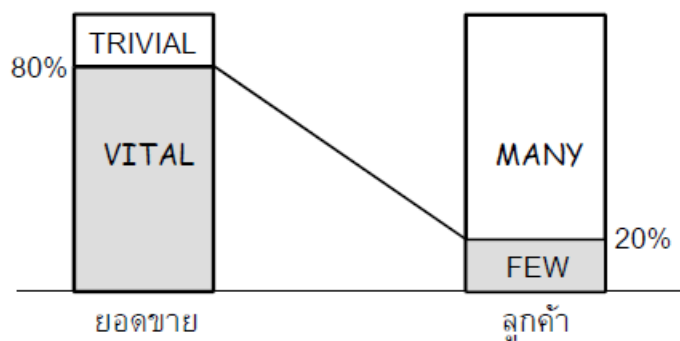
2.6 ทฤษฎีแผนภาพพาเรโต (Pareto Diagram)

แผนภาพพาเรโต เป็นเครื่องมือสำหรับจำแนกประเภทของข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์ความถี่ของข้อมูลที่มีการจำแนกประเภท และมีการสะสมตามเวลา แล้วเรียงลำดับตามความสำคัญของข้อมูลจากมากไปหาน้อย โดยแสดงขนาดความถี่ด้วยกราฟแท่ง และแสดงค่าสะสมด้วยกราฟเส้น แสดงดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต

จากแผนภาพดังกล่าวยังใช้แสดงถึงหลักการของพาเรโตที่ระบุว่า “สิ่งที่มีความสำคัญมากจะมีจำนวนน้อยประมาณ 20% และสิ่งที่มีความสำคัญน้อยจะมีจำนวนมากประมาณ 80% (Vital Few and Trivial Many)” จึงอาจเรียกทฤษฎีพาเรโตว่า ทฤษฎี “80/20” แสดงดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างหลักการพาเรโต ที่มา : วารสาร for Quality ฉบับที่ 19

No. 177 July 2012 หน้า ที่ 25

2.6.1 ขั้นตอนการเขียนแผนภูมิพาเรโต

- (1) แบ่งหมวดหมู่ของข้อมูล โดยอาจแบ่งตามปัญหา สาเหตุของปัญหา
- (2) เลือกที่จะแสดงความถี่ หรือมูลค่า บนแกน Y
- (3) เก็บข้อมูลภายในช่วงเวลาที่เหมาะสม ด้วยช่วงห่างที่เหมาะสม
- (4) รวบรวมข้อมูล และเรียงตามหมวดหมู่จากมากไปหาน้อย
- (5) คำนวณร้อยละสะสม ในกรณีที่ต้องการแสดงเส้นร้อยละสะสม ด้วย
- (6) สร้างแผนภูมิเพื่อหาเหตุผลที่สำคัญ

ปัจจุบันกฎ 80/20 หรือกฎพาเรโต ได้มีบทบาทสนับสนุนการจำแนกสาเหตุหลักออกจากประเด็นย่อย ซึ่งให้ความสำคัญบางประเด็นหลักส่งผลให้เกิดปัญหา ดังนั้น กฎ 80/20 จึงเป็นทั้งแนวทางและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสำหรับกระบวนการแก้ปัญหาทั้งทางด้านธุรกิจอุตสาหกรรม ตลอดจนปัญหาทั่วไปที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยเป็นส่วนหนึ่งของการกระบวนการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หรือไคเซ็น ที่เป็นพื้นฐานสำหรับองค์กรยุคใหม่ที่มุ่งสู่ความเป็นเลิศ

2.7 ทฤษฎีการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why-Why (Why-Why Analysis)

วิธีการวิเคราะห์ปัญหาด้วยคำถาม Why - Why เป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหโดยการค้นหาสาเหตุที่แท้จริงของปัญหาเหล่านั้นอย่างเป็นระบบ เป็นขั้นเป็นตอน ไม่เกิดการตกหล่น โดยมีวัตถุประสงค์ คือ ค้นหาสาเหตุต้นตอของปัญหาเพื่อนำไปปรับปรุงไม่ให้เกิดซ้ำ ค้นหาสาเหตุของปัญหาที่อาจมีหลายปัญหาเพื่อนำมาพิจารณาหลายๆ ด้าน และให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าใจถึงวิธีการแก้ไขปัญห และรักษามาตรฐานการปฏิบัติงาน โดยแนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ นั้นจะต้องกระทำบนพื้นฐานของ 5G ดังนี้

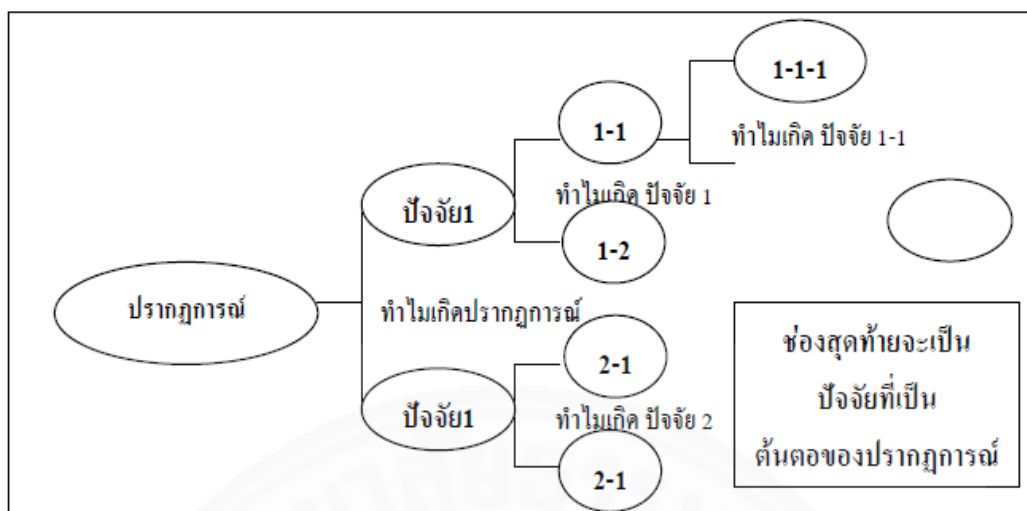
1. Genba คือ การค้นหาปัญหาจากสถานที่เกิดปัญหาจริง
 2. Genbutsu คือ การวิเคราะห์จากชิ้นส่วนที่สามารถจับต้องได้จริง มองเห็นได้จริง
 3. Genjitsu คือ การวิเคราะห์ การตรวจสอบจากสถานการณ์ที่ “ผิดปกติ” เกิดขึ้นได้อย่างไร จากสถานที่เกิดขึ้นจริง
 4. Genri คือ การทำความเข้าใจหลักการปฏิบัติงาน หรือกระบวนการจริง
 5. Gensoku คือ การวิเคราะห์หว่าอะไรเป็นพื้นฐานที่แท้จริง ทำให้ยังรักษา คงสภาพหลักการของกระบวนการ หรือหลักการของเครื่องจักรให้ทำงานได้ดีจริงๆ
- จากนั้นใช้หลักการของ 5G ทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการสร้างรูปแบบคำถาม Why-Why โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขดังนี้

2.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหา

เพื่อสร้างความเข้าใจสถานการณ์ทั้งหมดของ Why – Why Analysis สามารถอธิบายขั้นตอนการวิเคราะห์ได้ดังนี้

- (1) พิจารณาตามลำดับขั้นตอนของกระบวนการ สถานการณ์ สภาพพื้นฐานการปฏิบัติงาน เขียนเป็นภาพกระบวนการไหล และปัญหาอย่างละเอียด
- (2) จำแนกประเภทของปัญหา ว่าเป็นปัญหาประเภทใด เช่น ปัญหาทางด้านไฟฟ้า ปัญหาทางด้านเครื่องกล เป็นต้น
- (3) พิจารณาคุณลักษณะ และสภาพการณ์ก่อนการปรับปรุง เช่น ความถี่ของการเกิดสิ่งผิดปกติ ปัญหาที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ
- (4) จินตนาการพิจารณาตั้งสมมติฐานของสาเหตุ และนำไปวิเคราะห์ โดยศึกษา และสร้างความเข้าใจในโครงสร้างของงาน และหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนนั้นๆ และดำเนินการปรับปรุงไปตามหลักการเดินเครื่อง ตามกฎเกณฑ์ของกระบวนการผลิต และเครื่องจักรอุปกรณ์นั้นๆ

เทคนิค Why – Why Analysis เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาหาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนโดยการถาม “ทำไม” จนกว่าจะค้นพบต้นตอสาเหตุของปรากฏการณ์ ทำให้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหา และใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้น แสดงดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างแนวคิด Why – Why Analysis ที่มา :

<http://92project.com/mtools/th/whywhy.html>

2.8 ทฤษฎีการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

การบริหารโรงงานด้วยหลักการมองเห็น เป็นระบบที่ใช้สนับสนุนการปรับปรุงผลผลิตภาพทั่วทั้งโรงงาน โดยครอบคลุมถึงปัจจัยต่างๆ เช่น ความปลอดภัย คุณภาพ การส่งมอบตรงเวลา และการสร้างขวัญ-กำลังใจ โดยมุ่งแสดงด้วยสัญญาณ แดงสี และสัญลักษณ์ต่างๆ ในสถานที่ทำงาน เพื่อสื่อสารให้พนักงาน หรือผู้เกี่ยวข้องได้รับทราบ และเข้าใจสารสนเทศต่างๆ ในเวลาอันรวดเร็ว สำหรับการดำเนินการบริหารโรงงานด้วยหลักการมองเห็น จะเริ่มด้วยการจัดทำกิจกรรม 5ส เพื่อจำแนกปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทำงาน และใช้เป็นสารสนเทศสำหรับป้องกันความสูญเสีย ดังนั้น หลักการการบริหารโรงงานด้วยหลักการมองเห็น จึงเป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารด้วยการแสดงสารสนเทศต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น รายละเอียดของงาน สภาพพื้นที่การทำงาน และประเภทเครื่องจักร อุปกรณ์ วัสดุที่ใช้ เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และเกิดความปลอดภัยในขณะทำงาน

สำหรับหลักการควบคุมด้วยการมองเห็น สามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. Visual Display
2. Visual Control

2.8.1 Visual Display

เป็นการแสดงสารสนเทศเพื่อให้พนักงาน หรือผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ได้รับทราบ โดยมีการนำเสนอในรูปแบบของแผนภูมิ และกราฟ เช่น การใช้กราฟแผนภูมิเพื่อแสดงจำนวนของเสียรายวัน หรือการแสดงผลการผลิตรายวัน เป็นต้น

2.8.2 Visual Control

เป็นการควบคุมด้วยการมองเห็น เป็นหลักการที่ใช้เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติงาน และควบคุมให้การทำงานเป็นไปอย่างถูกต้อง โดยแสดงมาตรฐานเทียบกับสถานะจริง ทำให้สามารถระบุความบกพร่องได้ทันทีด้วยการมองเห็น ซึ่งหมายถึง การนำเสนอข้อมูลที่มีอยู่ มานำเสนอให้เข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบของตาราง ป้าย สติกเกอร์ สัญลักษณ์ ภาพ หรือสีต่างๆ เป็นต้น แต่การนำเสนอต้องมีความหมาย และสาระดึงดูดให้เกิดความน่าสนใจ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการติดตามงานหรือเป็นเครื่องมือช่วยย้ำเตือนเป้าหมายต่างๆ ดังเช่น มาตรฐานการผลิต วิธีการทำงาน กำหนดการผลิตในแต่ละวัน หัวข้อการควบคุม การระบุตำแหน่งจัดวางวัสดุ กฎระเบียบและข้อห้ามต่างๆ ป้ายแสดงจำนวนของเสีย หรือจำนวนผลิตภัณฑ์รายชั่วโมง ทำให้ผู้รับผิดชอบทราบความแตกต่างระหว่างเป้าหมายกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง รวมทั้งลดความสูญเสียเวลาสำหรับการค้นหาและติดตามสารสนเทศ

สารสนเทศที่ได้รับจากระบบควบคุมด้วยการมองเห็น ช่วยให้พนักงานสามารถประเมินปัญหา และค้นหาแนวทางแก้ไขได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้น จึงมักถูกใช้ประยุกต์กับการไหลของงานหรือการบริหารพื้นที่ทำงานประจำวัน เพื่อเป็นแนวทางสำหรับควบคุมด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นองค์ประกอบหลักของการดำเนินตามแนวทางของลีน ที่มุ่งจัดความผันแปรที่เกิดขึ้นจากปัจจัยของกระบวนการ นั่นคือ เครื่องจักร วัสดุ วิธีการ และคน รวมทั้งความผันแปรของผลิตผลที่ประกอบด้วย คุณภาพ การส่งมอบ และต้นทุนเครื่องจักร

การควบคุมด้วยการมองเห็น จะเกิดประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในพื้นที่ทำงานได้นั้น จะต้องได้รับการสนับสนุนด้วยระบบการบริหารจัดการด้วยการมองเห็น ซึ่งเป็นวิธีการบริหารการใช้สารสนเทศในสถานที่ทำงานอย่างชัดเจนมองเห็นได้ง่าย สำหรับผู้รับผิดชอบเพื่อจำแนกความผิดปกติที่เกิดขึ้นได้ทันที ด้วยการแบ่งปันสารสนเทศให้ทุกคนได้รับรู้ โดยมีการแจ้งกลับสถานะของการดำเนินงานแบบเวลาจริง โดยมุ่งเน้นการติดตามกิจกรรมต่างๆ ที่ดำเนินภายในโรงงานให้ เป็นไปอย่างต่อเนื่อง เช่น การแสดงข้อมูลการเกิดของเสียและปัญหาที่เกิดขึ้นไว้ในตำแหน่งที่ไม่เกิน 4 ฟุต เพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถมองเห็นได้ง่ายเมื่อต้องการติดตาม ตรวจสอบและดำเนินการแก้ไขอย่าง ทันเวลา ดังนั้น หลักการ Visual Display และ Visual Control จึงสนับสนุนให้การดำเนินกิจกรรม

ต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งให้พนักงานได้รับทราบสถานะปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ Visual Control ยังประกอบด้วย

2.8.2.1 การใช้สัญญาณเสียง (Audio Signals) เพื่อใช้แจ้งเตือนปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงาน เช่น การเกิดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องในสายการผลิต เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้สำหรับการแจ้งเวลาเริ่มต้น และหยุดพักการทำงาน

2.8.2.2 สารสนเทศการมองเห็น (Visual Information) เพื่อใช้ป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงาน ซึ่งมักแสดงด้วยรหัสแถบสี หรือการใช้เครื่องหมายแสดงระดับความปลอดภัย เช่น การใช้แถบสี แสดงระดับน้ำมัน และการใช้ฉลากเพื่อจัดแยกประเภทชิ้นงานในสายการประกอบ

ปัจจุบันหลักการบริหารโรงงานด้วยหลักการมองเห็น ได้มีบทบาทสำคัญ และเป็นเครื่องมือสนับสนุนการควบคุมระดับพื้นที่ทำงาน ด้วยหลักการมองเห็นซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของแนวคิดลีน โดยมุ่งแสดงสารสนเทศ สภาพพื้นที่ทำงาน เพื่อให้ผู้ควบคุมงานได้รับทราบปัญหาที่เกิดขึ้น และดำเนินการแก้ไขในเวลาอันรวดเร็ว รวมทั้งดำเนินกิจกรรมการปรับปรุงพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นขณะทำงาน นอกจากนี้ยังสร้างความเข้าใจในเป้าหมายของการทำงาน และการติดตามวัดผลอย่างชัดเจน ซึ่งทำให้พนักงานทุกระดับได้รับทราบทิศทางและผลการปฏิบัติงานตลอดทั้งโรงงาน

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการนำหลักการ ทฤษฎีการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรจำนวนมาก ซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันไป เพื่อมาประยุกต์ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักร และลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นของเครื่องจักร นอกจากนี้ยังได้ใช้หลักการเครื่องมืออื่นๆ มาใช้ในงานวิจัย

ปรีชา ต่วนน้อย (2541) งานวิจัยนี้ได้นำเอาแผนผังก้างปลามาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ และวัดผลค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดการขัดข้อง รวมถึงการเรียงเรียงความสำคัญของการเกิดการขัดข้องโดยใช้แผนภูมิพาเรโต นอกจากการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร เพิ่มความสามารถในการผลิต ลดปริมาณการขัดข้อง และลดปริมาณของเสียในสายการผลิตแล้ว งานวิจัยนี้ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาได้ด้วย

กฤษฎา วิเศษเสาวภาคย์ (2546) ได้เพิ่มผลิตผลด้วยโดยใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เป็นตัวชี้วัด โดยศึกษาถึงความสูญเสียเปล่าในกระบวนการผลิต

ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำด้วยวิธีการระดมสมอง และวิเคราะห์ข้อมูลก่อนปรับปรุงด้วยแผนผังเหตุและผล จากนั้นได้ทำมาตรการตอบโต้เหตุเพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมนั้นสูงขึ้นตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

พลัญญ์ อนันต์วัฒนาศิริ (2547) ได้ทำการวิจัยเพื่อลดความสูญเสียจากปัจจัยทางด้านอัตราการเดินเครื่อง (A : Availability) โดยประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาด้วยตนเองอย่างอัตโนมัติ และการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เพื่อแก้ปัญหาค่าการหยุดกระทันหันของเครื่องจักร และปรับปรุงค่าอัตราการเดินเครื่อง จากผลของการปรับปรุงทำให้สามารถลดเวลาการหยุดกระทันหันของเครื่องจักร ส่งผลให้ค่าการปรับปรุงค่าอัตราการเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ศักดา ปรีชาวัฒนสกุล (2550) งานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์ค่าการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) โดยนำหลักการ 4M (Man, Machine, Method, Material) รวมถึงการวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเชิงปฏิบัติ มาประยุกต์ใช้ในการปรับปรุง และจัดระบบฐานข้อมูลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์บำรุงรักษา เพื่อนำไปปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ผลการวิจัยค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้น

กาญจนา จิตรจุน (2550) งานวิจัยนี้ได้นำเอาแผนผังก้างปลาใช้ในการวิเคราะห์กระบวนการ และวัดผลค่าอัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (A : Availability) ระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดการขัดข้อง รวมถึงการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหาย และผลกระทบ (FMEA) มาประยุกต์ใช้ในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ผลการวิจัยค่าเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักรลดลง ส่งผลให้ค่าความพร้อมใช้งานของเครื่องจักร (A : Availability) เพิ่มขึ้น

วีรชัย มัญญารักษ์ และคณะ (2553) งานวิจัยนี้ได้เพิ่มผลิตผลด้วยการใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เป็นตัวชี้วัด โดยศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำด้วยวิธีการแก้ปัญหาแบบควซี สตอรี ของ JUSE และวิเคราะห์ข้อมูลก่อนปรับปรุงด้วยแผนผังเหตุและผล เพื่อหาวิธีการแก้ไขต้นตอ เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้สูงขึ้น ภายหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร สูงขึ้นตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

อานนท์ สิริศิริ และคณะ (2554) งานวิจัยนี้ได้นำเอาการพัฒนาต้นแบบของระบบซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบทีพิลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) มาประยุกต์ใช้เพื่อลดความสูญเสียไปจากการหยุดของเครื่องจักร และได้นำเอาหลักการวิเคราะห์ PM (P-M analysis) แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagram) และ New QC 7 tool ในการวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ จากนั้นได้วัดผลโดยการ

ประเมินค่าการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ค่าเวลาเฉลี่ยก่อนที่เครื่องจักรชำรุด (MTBF) และเวลาเฉลี่ยที่ในการซ่อมเครื่องจักร (MTTR) และได้เปรียบเทียบผลก่อนและหลังการดำเนินระบบ หลังการปรับปรุงพบว่า ค่า OEE MTBF และ MTTR มีค่าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ผลงานวิจัยนี้ได้ใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหางานซ่อมบำรุงรักษากระบวนการผลิตลักษณะเดียวกันของโรงงานตัวอย่างได้

เทิดศักดิ์ เพ็ชรสะหัย (2555) ได้เพิ่มผลิตผลด้วยโดยใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร เป็นตัวชี้วัด โดยประยุกต์ใช้ 4 จาก 7 ขั้นตอนของหลักการของเสาการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) พร้อมกำหนดมาตรการ และดำเนินการแก้ไขจุดที่ก่อให้เกิดความสกปรก และตำแหน่งที่ยากลำบากในการปฏิบัติงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร และอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรลดลง

มานิช ทองเจือ และคณะ (2555) งานวิจัยนี้นำค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มาเป็นตัวชี้วัด สมรรถนะ (KPI) ของกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการวิเคราะห์ PM (P-M analysis) ซึ่งเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งของ Quality Maintenance (QM) ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และใช้ QM Matrix ในการสร้างมาตรฐานป้องกันปัญหา เพื่อเพิ่มค่าการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ภายหลังจากการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมนั้นสูงขึ้นตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ อีกทั้งยังสร้างความร่วมมือของพนักงานโดยสามารถควบคุมดูแลระบบได้อย่างดีและแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

เกียรติบัลลังค์ คิตหมาย (2556) งานวิจัยนี้นำค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มาเป็นตัวชี้วัดสมรรถนะ (KPI) ของกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการวิเคราะห์ Why - Why ซึ่งเป็นเครื่องมือตัวหนึ่งของ Quality Maintenance (QM) ใช้ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และใช้หลักการการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับแผนการตรวจสอบและการบำรุงรักษาเครื่องจักรประจำวัน ในการสร้างมาตรฐานป้องกันปัญหา เพื่อเพิ่มค่าการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) จากผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดเวลาการขัดข้องของเครื่องจักร ส่งผลให้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้น อีกทั้งยังสร้างความร่วมมือของพนักงานโดยสามารถควบคุมดูแลระบบได้อย่างดี และแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว

นาตยา โพธิ์งาม (2557) ได้เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยใช้วิธีการปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) และระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดเหตุขัดข้อง (MTBA) อัตราการขัดข้องของเครื่องจักร เป็นตัวชี้วัด (KPI) ของกระบวนการผลิต โดยใช้หลักการการบำรุงรักษาที่ผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) และใช้แผนผังเหตุและผลในวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อเพิ่มค่า

การปรับปรุงค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) จากผลการปรับปรุงทำให้สามารถลดระยะเวลาเฉลี่ยในการเกิดเหตุขัดข้อง (MTBA) ส่งผลให้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) เพิ่มขึ้น

จากงานวิจัยของ Amit Kumar Gupta และคณะ ได้นำกลยุทธ์การบำรุงรักษาวิผลมาใช้ในการนี้ศึกษา (OEE Improvement by TPM Implementation: A Case Study) ได้เลือกเอา TPM (Total Productive Maintenance) มาประยุกต์ใช้กับโรงงานผลิตแห่งหนึ่ง โดยนำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้กลยุทธ์นี้รวมทั้งปัญหาที่มีอยู่ก่อนหน้ามาทำกาวิเคราะห์ปรับปรุง และวัดผลโดยประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE) ผลหลังการปรับปรุงพบว่าสามารถเพิ่มกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้นจาก 58.7 เปอร์เซ็นต์ เป็น 70 เปอร์เซ็นต์

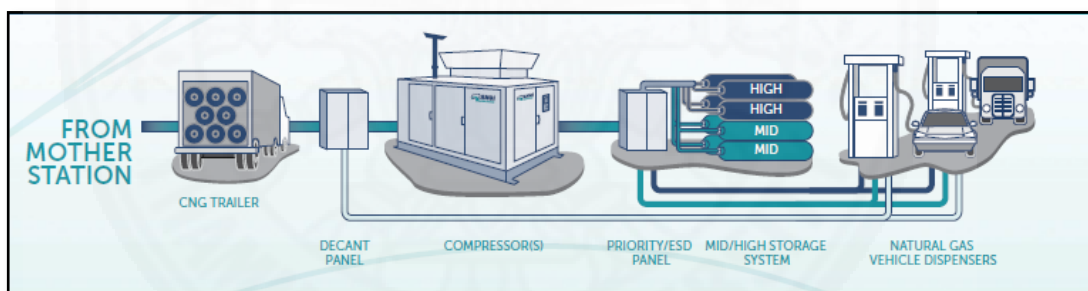
การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรนั้นมีวิธีการที่แตกต่างกันออกไป โดยส่วนมากจะเรียงเรียงการเกิดปัญหาแล้วทำการแก้ไขปัญหานั้นให้บรรลุเป้าหมาย ความคิดเรื่องการทำการบำรุงรักษาเพื่อให้เครื่องจักรไม่เสียนั้น จึงเริ่มจากการตรวจสอบให้ทราบถึงการเสื่อมสภาพของชิ้นส่วนต่างๆ ก่อนที่เครื่องจักรนั้นจะเสียหาย นอกจากนั้นผู้ปฏิบัติงานหรือพนักงานต้องเป็นผู้มีความรู้ มีทักษะ ในการตรวจสอบเครื่องจักรและสามารถบริหารจัดการปัญหาระดับเบื้องต้นเกี่ยวกับการผิดปกติของเครื่องจักรได้ การปฏิบัติกิจกรรมอย่างต่อเนื่องไม่มีวันสิ้นสุด จะส่งผลให้เกิดการปรับปรุงพัฒนาแบบยั่งยืน

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

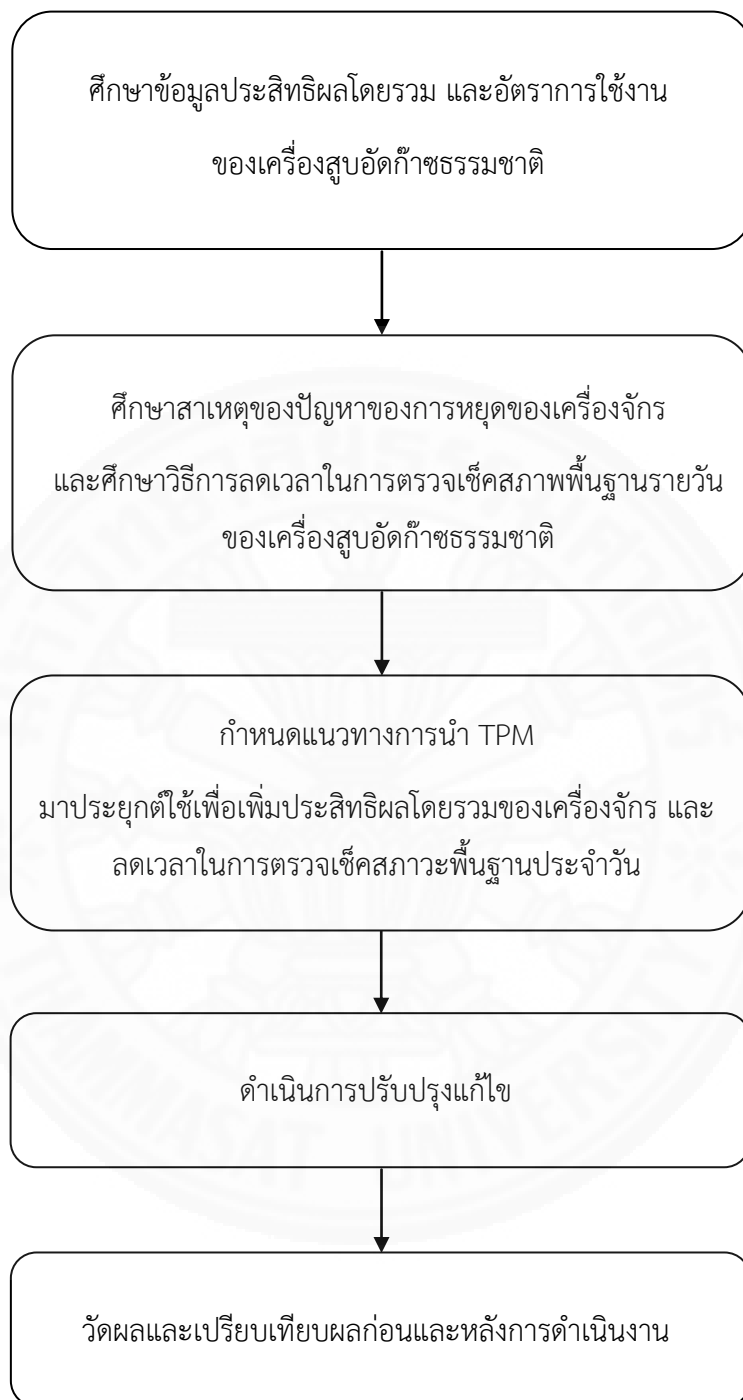
3.1 ข้อมูลเบื้องต้น

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักร ที่สถานีบริการก๊าซธรรมชาติ ที่บริการเติมก๊าซให้กับยานยนต์ กระบวนการไหลของก๊าซธรรมชาติ เริ่มจากการถ่ายก๊าซธรรมชาติจากรถบรรทุกก๊าซ ผ่านกระบวนการควบคุมแรงดันก๊าซให้คงที่ ก่อนปล่อยผ่านก๊าซไปตามท่อทางของสถานีบริการ เข้าสู่กระบวนการอัดก๊าซธรรมชาติแรงดันสูง ด้วยเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ เพื่อเพิ่มความดันในระบบท่อจนถึงความดันประมาณ 3,600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เข้าสู่ชุดอุปกรณ์ควบคุมการไหลของก๊าซ เพื่อควบคุมก๊าซที่ผ่านการอัดแล้ว ให้ไหลไปยังที่ต่างๆ ตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ตามลำดับความสำคัญของการเติม หรือเก็บก๊าซเข้าสู่ถังเก็บก๊าซ เพื่อเก็บไว้รอการจ่ายให้แก่ยานยนต์ผ่านตู้จ่ายก๊าซ ดังแสดงในภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การไหลของก๊าซธรรมชาติในสถานีบริการ

จากขอบเขตงานวิจัย จะมุ่งเน้นปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ (คอมเพรสเซอร์) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ ในสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ กำแพงเพชรปิโตรเลียม โดยสามารถสรุปเป็นแผนผังลำดับขั้นตอนโดยรวม ดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย

จากแผนผังการดำเนินการวิจัยข้างต้น มีการนำเครื่องมือที่ ทฤษฎีที่ใช้ในแต่ละลำดับ ขั้นตอนดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	เครื่องมือที่ใช้
1. ศึกษาการทำงานของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ และรวบรวมข้อมูล	- Check Sheet - Pareto Chart
2. วิเคราะห์หาสาเหตุแห่งปัญหา	- Why-Why Analysis - Cause and Effect Diagram
3. กำหนดแนวทางการปรับปรุง	- Pareto Chart - How-How Diagram
4. ดำเนินการปรับปรุง แก้ไข	- Check Sheet
5. วัดผลและเปรียบเทียบผล ก่อนและหลังการดำเนินการ	- OEE, Inherent Availability - Pareto Chart

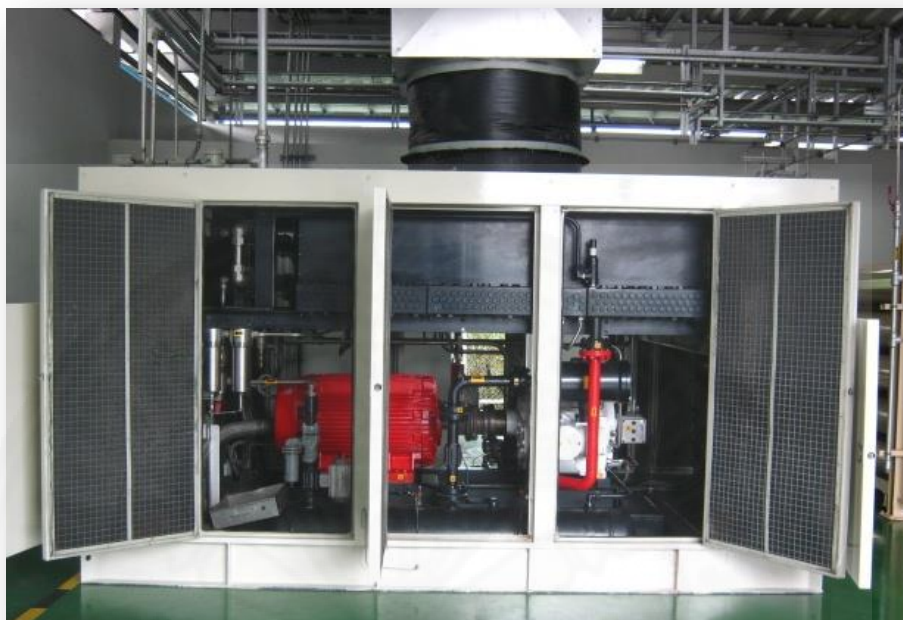
3.2 ศึกษาเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ

คอมเพรสเซอร์ หรือเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ เป็นเครื่องจักรกลที่ประกอบด้วย 2 อุปกรณ์หลัก 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า และส่วนที่เป็นเครื่องยนต์กลไก แสดงดังภาพที่ 3.3 และสามารถสรุปการทำงานของเครื่องได้ดังนี้

- ชุดคอมเพรสเซอร์ ถูกออกแบบให้รองรับก๊าซธรรมชาติจากชุดจ่ายก๊าซหลัก และทำการอัดก๊าซโดยลูกสูบเพื่อจ่ายก๊าซ โดยชุดคอมเพรสเซอร์ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า และถูกควบคุมการทำงานผ่านชุด PLC คอนโทรลเลอร์ ระดับแรงดันและสภาวะการทำงานของมอเตอร์ จะถูกตรวจเช็คด้วยอุปกรณ์ตัววัดควบคุมแรงดันและอุณหภูมิ สัญญาณจากสวิทช์ควบคุมต่างๆ จะถูกถ่ายทอดและส่งไปยังชุด PLC คอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผล

- ก๊าซที่ถูกอัดแล้วจากแต่ละขั้นตอน จะถูกทำให้เย็นด้วยชุดระบายความร้อนแบบ ครีบน้ำตาล ผลิตระบายความร้อน ทำให้เกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ และหยดน้ำที่ควบแน่นเหล่านี้จะถูกกำจัดด้วยอุปกรณ์ Separator ที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละขั้นตอน ก่อนจะไหลลงสู่ถัง Blow down Vessel โดยอัตโนมัติด้วย Actuated Ball Valve

- ชุดอัดก๊าซธรรมชาติ จะถูกควบคุมแรงดันไม่ให้สูงเกินไปเพื่อป้องกันความเสียหาย ด้วยชุด Pressure Control Switches และ Pressure Relief Valves



ภาพที่ 3.3 เครื่องสูบอัดก๊าซธรรมชาติ (Compressor)

3.3 การศึกษาปัญหา

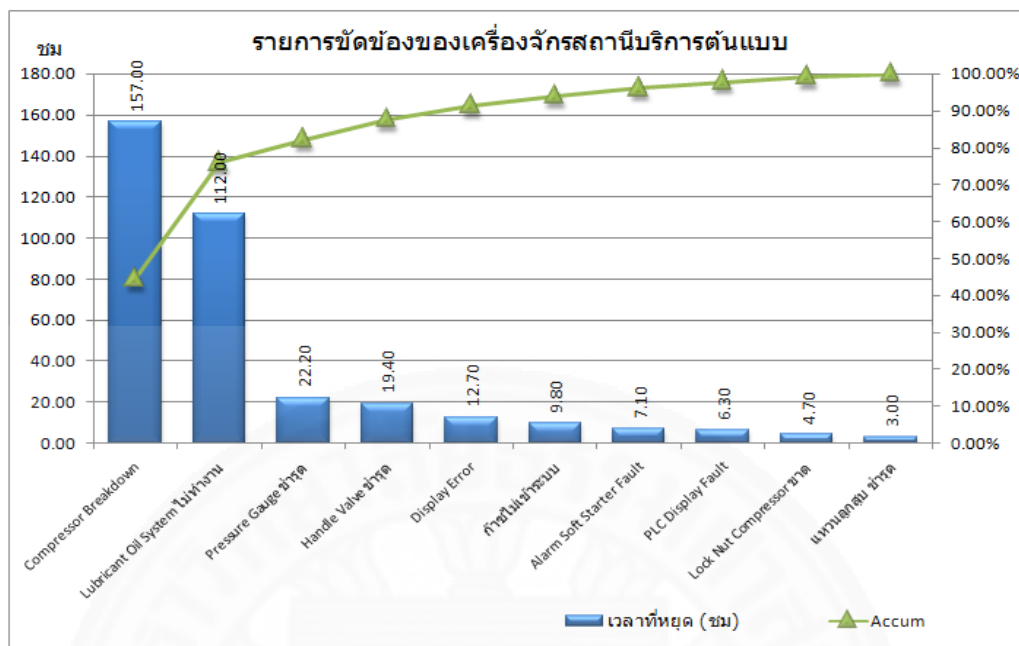
เครื่องสูบอัดก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเครื่องจักรที่ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า และส่วนเครื่องยนต์กลไก จากการศึกษาสภาพโดยทั่วไปของสถานบริการก๊าซธรรมชาติ กรณีศึกษาพบว่าสาเหตุที่ทำให้สถานบริการก๊าซธรรมชาติ กรณีศึกษาต้องหยุดการให้บริการ มีสาเหตุมาจากเครื่องสูบอัดก๊าซธรรมชาติไม่สามารถเดินเครื่องได้เต็มกำลัง จากการเก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่เดือน มกราคม – สิงหาคม 2558 สามารถสรุปจำนวนครั้ง และเวลาในการซ่อมแต่ละครั้ง แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2

เวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติแต่ละครั้ง

ลำดับที่	เหตุขัดข้อง	เวลาที่ใช้ในการซ่อม (ชม)
1	Compressor Breakdown	157
2	Lubricant Oil System ไม่ทำงาน	112
3	Pressure Gauge ชำรุด	22.2
4	Handle Valve ชำรุด	19.4
5	Display Error	12.7
6	ก๊าซไม่เข้าระบบ	9.8
7	Alarm Soft Starter Fault	7.1
8	PLC Display Fault	6.3
9	Lock Nut Compressor ขาด	4.7
10	แหวนลูกสูบชำรุด	3
	Total	354.2

จากข้อมูลจำนวนการเกิดการขัดข้องและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ นำมาเรียงลำดับความสำคัญของปริมาณการเกิดการขัดข้องเป็นแผนภูมิพาเรโต ดังภาพที่ 3.4 จากแผนภาพจะเห็นว่าเกิดการเกิดการขัดข้องและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร 80 % ของเวลาทั้งหมดมาจากการหยุดทำงานของคอมเพรสเซอร์



ภาพที่ 3.4 แผนภูมิพาร์โตแสดงปริมาณการเกิดการขัดข้องและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องจักร

3.4 การวัดผลการวิจัยโดยใช้ค่า OEE และ Inherent Availability

การบำรุงรักษาตามแผนจะทำให้เครื่องจักรใช้งานได้ดีตลอดเวลา และเมื่อเกิดการเสียหายก็จะกลับมาใช้งานใหม่ได้อย่างรวดเร็ว การนำค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักรหรือ Inherent Availability มาใช้วัดผลเพื่อนำปริมาณการเกิดเหตุขัดข้อง ระหว่างการเดินเครื่องจักร มาจัดการ ปรับปรุง แก้ไข โดยใช้แผนภูมิพาร์โตเป็นเครื่องมือในการหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุแห่งการขัดข้องกับจำนวนครั้งของการเกิดเหตุขัดข้องระหว่างเดินเครื่องจักร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลการเกิดเหตุขัดข้อง พบว่าสถานีบริการกรณีศึกษา มีเวลาของการหยุดเดินเครื่องจักรสูงที่สุด คือ 21250 นาที หรือ 354.2 ชม. ส่งผลให้ค่า OEE ของเครื่องจักรต่ำ และปริมาณการเกิดเหตุขัดข้องที่สูง ส่งผลให้ค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักรต่ำเช่นกันแสดงดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3

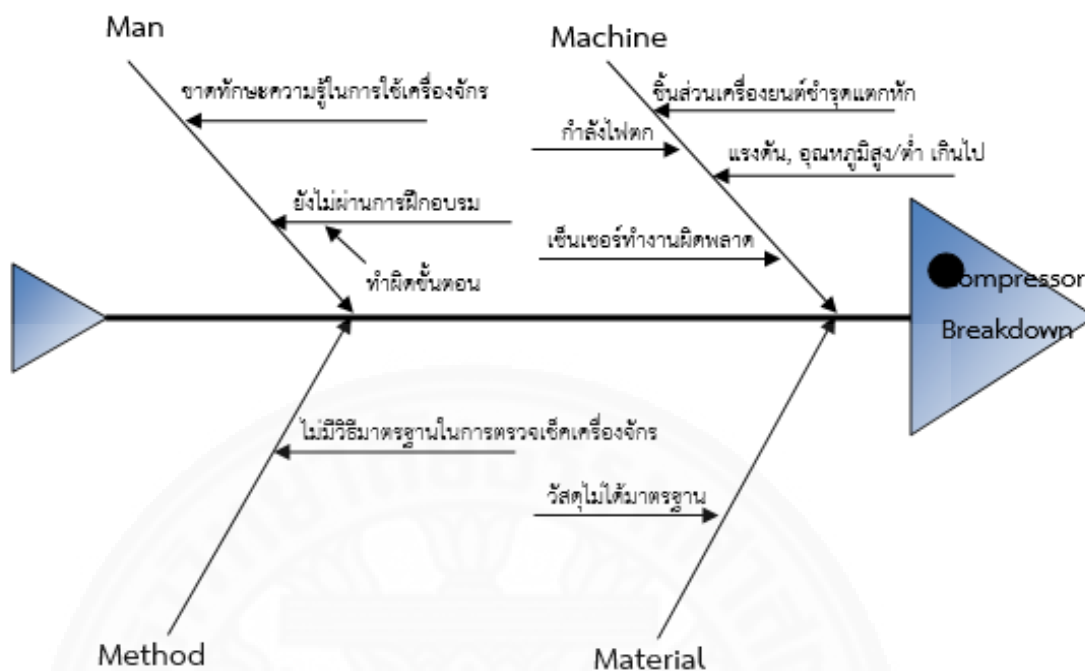
จำนวนครั้งและเวลาที่ใช้ในการซ่อมเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ

รายการ	ก่อนปรับปรุง
เวลาในการเดินเครื่อง (ชม)	5397
จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด	15
เวลารวมในการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมเครื่องจักร (ชม)	354.20
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขแต่ละครั้ง หรือ MTRR (ชม)	10.12
ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการเสียหายแต่ละครั้ง หรือ MTBF (ชม)	154.2
อัตราการใช้งานของเครื่องจักร หรือ Inherent Availability	93.84%
ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร หรือ OEE	93.72%

การศึกษาในกรณีศึกษานี้จะมุ่งเน้นปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ โดยวัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) อัตราการใช้งานของเครื่องจักร และวัดผลโดยใช้ค่าปรับปรุงการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานรายวันของเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ โดยรวบรวมข้อมูลเหตุแห่งการขัดข้องเพื่อหาวิธีการแก้ไข ปรับปรุง

3.4.1 วิเคราะห์การขัดข้องที่เกิดจาก Compressor Breakdown

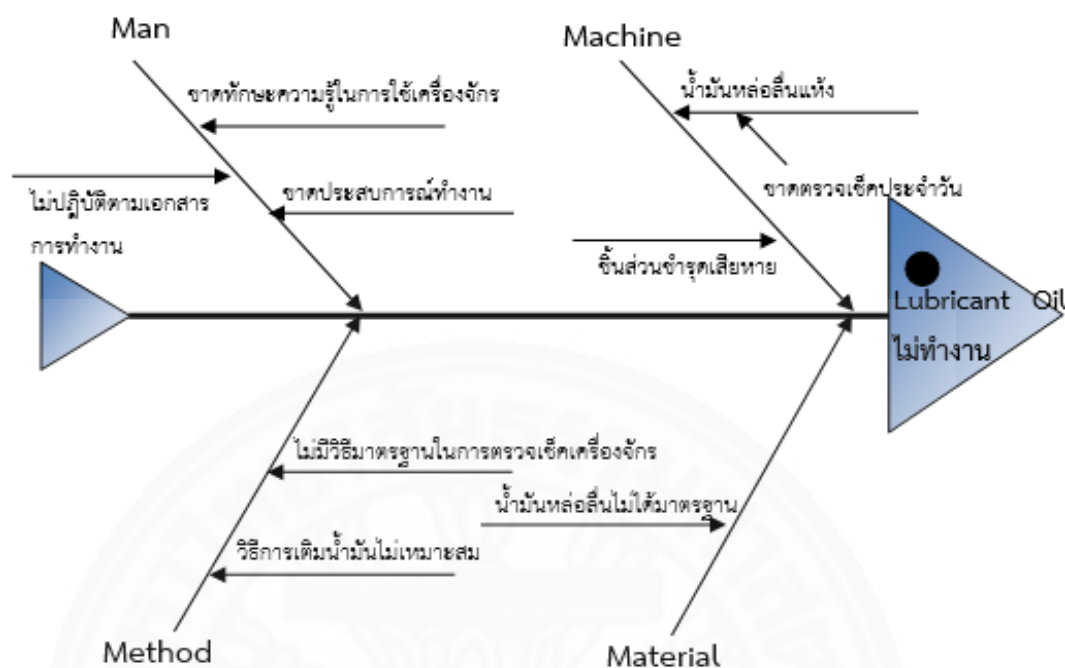
เครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติหรือ คอมเพรสเซอร์ เป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการสูบน้ำอัดก๊าซเข้าระบบ มีอุปกรณ์ตรวจจับความผิดปกติหรือเซนเซอร์อยู่มากมายเพื่อใช้ตรวจจับความผิดปกติของอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อเกิดความผิดปกติขึ้นเซนเซอร์จะส่งสัญญาณไปยัง PLC เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องจักรเพื่อป้องกันการเสียหาย พร้อมกันส่งเสียงเตือนเพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น และจากการวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหา Compressor Alarm สามารถแสดงเป็นแผนภูมิแกงปลาแสดงดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แผนภูมิแก้างปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Compressor Breakdown

3.4.2 วิเคราะห์การขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil ไม่ทำงาน

เครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติส่วนที่เป็นชิ้นส่วนเคลื่อนที่ หรือมีการเสียดสีระหว่างกัน ภายในเครื่องสูบน้ำอัดก๊าซธรรมชาติ นั้น จะมีระบบการหล่อลื่นเพื่อลดการสึกหรอและยืดอายุการใช้งานของชิ้นส่วนนั้น จากการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาสามารถแสดงเป็นแผนภูมิแก้างปลา ดังแสดงในภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 แผนภูมิแก๊งปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา Lubricant Oil ไม่ทำงาน

จากการเก็บข้อมูลของปัญหาการขัดข้องของเครื่องของเครื่องจักรแล้วนั้นได้ทำการลำดับความสำคัญของปัญหา และวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานขณะเดินเครื่องมาดำเนินการแก้ไขต่อไป

3.5 การวัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวัน (Daily Inspection)

การตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวันของพนักงานมักจะมีปัญหาไม่สามารถตรวจเช็ค และทำความสะอาดได้อย่างทั่วถึงทุกจุด โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่อยู่ด้านในของเครื่องจักรเนื่องจากยากต่อการเข้าถึง ทำให้ใช้เวลาในการตรวจเช็ค 20 นาที ภาพที่ 3.7 แสดงถึงแผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ

แผนภูมิกระบวนการไหล (ก่อนปรับปรุง)					สรุปผล			
						วิธีเดิม	วิธีที่เสนอ	ความแตกต่าง
					การทำงาน ○	7		
					การเคลื่อนย้าย ⇔	7		
					การตรวจเช็ค □	6		
					การรอคอย D			
			VA	งานที่เกิดคุณค่า	การเก็บรักษา ▽			
			NNVA	งานที่ไม่เกิดคุณค่าแต่จำเป็นต้องทำ	เวลา(นาที)	20		
			NVA	งานที่ไม่เกิดคุณค่า	ระยะทาง(ม)	21		
ลำดับ	ระยะทาง (เมตร)	เวลา (นาที)	ชนิดของงาน	สัญลักษณ์		คำอธิบายการทำงาน		
1	10	2	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปหยิบเอกสารการตรวจเช็คเครื่องจักรด้านในห้อง		
2	5	1.5	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปที่เครื่องจักรเพื่อไปตรวจเช็คจุดที่1		
3	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจเช็คจุดที่1		
4	-	1	VA	●	⇔ □ D ▽	จดค่าการตรวจเช็คจุดที่1		
5	1	1	NNVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปตรวจเช็คจุดที่2		
6	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจสอบจุดที่2		
7	-	1	VA	●	⇔ □ D ▽	จดค่าการตรวจเช็คจุดที่2		
8	1	1	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปตรวจเช็คจุดที่3		
9	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจเช็คจุดที่3		
10	-	1	VA	●	⇔ □ D ▽	จดค่าการตรวจเช็คจุดที่3		
11	-	1	NNVA	●	⇔ □ D ▽	ตรวจเช็คขั้นแน่นน็อตยึดมอเตอร์ 4 ตัว		
12	1.5	1	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปตรวจเช็คจุดที่4		
13	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจเช็คจุดที่4		
14	-	1	VA	●	⇔ □ D ▽	ตรวจเช็คระดับน้ำมันจุดที่4 เติมน้ำมันในกรณีที่ไม่ถึงค่ากำหนด		
15	1	1	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปตรวจเช็คจุดที่5		
16	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจเช็คจุดที่5		
17	-	2	VA	●	⇔ □ D ▽	ตรวจเช็คระดับน้ำมันจุดที่5 เติมน้ำมันในกรณีที่ไม่ถึงค่ากำหนด		
18	1.5	1	NVA	○	➡ □ D ▽	เดินไปตรวจเช็คจุดที่6		
19	-	0.5	NNVA	○	⇔ ■ D ▽	อ่านเอกสารตรวจเช็คจุด6		
20	-	1.5	VA	●	⇔ □ D ▽	ก้มตรวจเช็คการคลายตัวของน็อตยึดต่างๆ โดยการขันแน่น		

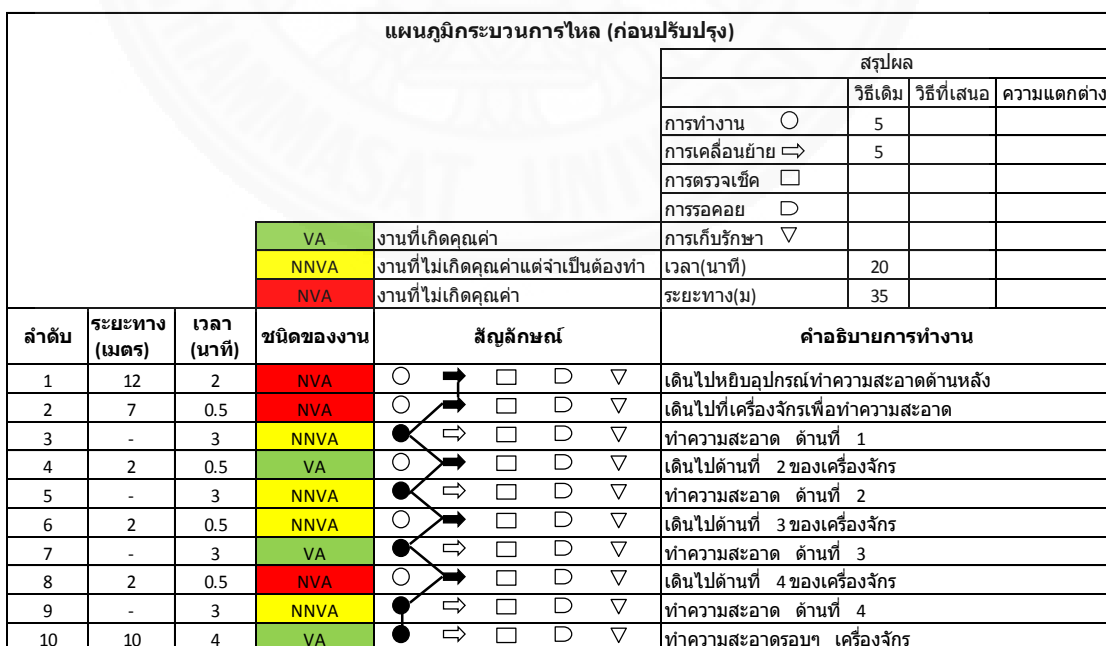
ภาพที่ 3.7 แผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานประจำวัน

จากข้อมูลการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานประจำวัน แสดงให้เห็นถึงการจดบันทึกค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ลงในแบบฟอร์มการตรวจเช็ค ใช้เวลาในการจดบันทึก 3 นาที คิดเป็น 15% ของเวลาในการตรวจเช็คทั้งหมด ดังแสดงในภาพที่ 3.8 ดังนั้น ในกรณีศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการลดเวลาในการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวัน

Check Sheet for Inspection, Oiling, Tightening			COMPRESSOR AREA														
			Station Name: <i>พื้นที่/กอง/เขต/ตำบล/อำเภอ/จังหวัด</i>					Inspection Month: <i>วัน/เดือน/ปี</i>					Inspected By: <i>ชื่อ/นามสกุล</i>				
NO.	Location	Standard	Daily Check														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	INSPECTION	ตรวจเช็คและบันทึกค่า															
	Gas Detector	ตรวจสอบและบันทึกค่า	29.32	29.34	29.34	29.32	29.37	29.46	29.48	29.42	29.51	29.52	29.54	29.62	29.62	29.62	29.67
	INLET PRESSURE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 520 psi	4.90	4.90	4.90	5.01	4.91	5.00	4.91	4.80	4.81	5.15	4.90	4.91	4.91	4.91	4.91
	1 st PRESSURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 1280 psi	1.20	1.40	1.90	1.20	1.25	1.50	1.45	1.20	1.15	1.25	1.40	1.40	1.25	1.50	1.50
	1 st TEMPERATURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 155° C	131	131	140	141	140	141	131	140	138	142	151	143	138	140	141
	2 nd PRESSURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 3600 psi	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90	3.90
	2 nd TEMPERATURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 130° C	114	120	120	115	118	120	125	115	119	120	120	120	122	124	122
	OUTLET PRESSURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 3600 psi	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70	3.70
	FINAL TEMPERATURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 60° C	50	51	48	51	52	51	56	49	58	52	53	50	51	49	58
	COM. OIL PRESSURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 70 psi	66	61	67	69	61	66	67	65	65	66	69	65	61	66	67
	COM. OIL TEMPERATURE GAUGE	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 50 psi	40	38	42	41	41	40	46	44	43	49	48	41	43	46	48
	PRESSURE INLET 1	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 480 psi	4.30	4.31	4.41	4.60	4.30	4.30	4.32	4.41	4.51	4.31	4.34	4.30	4.33	4.32	4.31
	PRESSURE REGULATOR 1	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 1200 psi	11.50	11.60	11.55	11.30	11.45	11.40	11.20	11.10	11.40	11.45	11.40	11.45	11.50	11.50	11.65
	PRESSURE INLET 2	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 3600 psi	3.30	3.10	3.00	3.40	3.40	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30	3.30
	PRESSURE REGULATOR 2	ตรวจสอบและบันทึกค่า, ไม่เกิน 1250 psi	12.30	12.25	12.10	12.45	12.50	12.30	12.30	12.35	12.38	12.30	12.35	12.35	12.35	12.35	12.35
2	OILING	ตรวจเช็ค															
	CRANK CASE	ระดับน้ำมันต้องไม่แห้ง, หมด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LUBRICATOR TANK	ระดับน้ำมันต้องไม่แห้ง, หมด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	GAUGE LUBRICATOR	ระดับน้ำมันต้องไม่แห้ง, หมด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	LUBRICATOR COMPRESSOR	ระดับน้ำมันต้องไม่แห้ง, หมด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	TIGHTENING	ตรวจเช็คและขันแน่น															
	ฐานมอเตอร์	ขันแน่น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	CLEANING	ทำความสะอาด															
	หม้อไอน้ำ	ทำความสะอาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	หม้อไอน้ำ PLCC	ทำความสะอาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	ชิ้นส่วนต่างๆ	ทำความสะอาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	บริเวณโดยรอบ	ทำความสะอาด	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

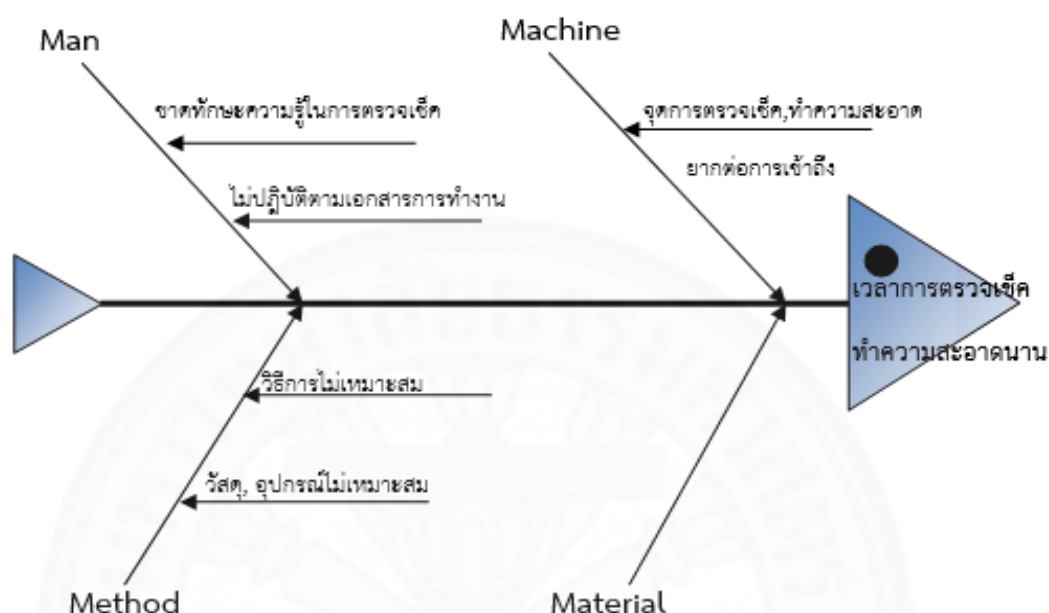
ภาพที่ 3.8 การจดบันทึกค่าต่างๆ ลงในใบตรวจเช็คประจำวัน

นอกจากการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันแล้ว การทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวันก็เป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรม 20 นาทีต่อวัน แสดงดังภาพที่ 3.9 แผนภูมิกระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน



ภาพที่ 3.9 แผนภูมิกระบวนการไหลของการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน

จากข้อมูลการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของเครื่องจักร นำมาวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดปัญหาสามารถแสดงเป็นแผนภูมิแก๊งปลา ดังแสดงในภาพที่ 3.10



ภาพที่ 3.10 แผนภูมิแก๊งปลาแสดงการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาการใช้เวลาในการตรวจเช็ค และทำความสะอาดนาน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของปัญหาแล้วนั้น ได้ทำการลำดับความสำคัญของปัญหา และวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของเครื่องจักร และทำความสะอาด เพื่อดำเนินการหาแนวทางในการแก้ไขในลำดับต่อไป

บทที่ 4

วิเคราะห์ปัญหาและผลการดำเนินการวิจัย

ผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาการดำเนินการวิจัยในบทที่ 3 ทำให้พบว่าปัญหาหลักที่ทำให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าต่ำนั้น เกิดจากการขัดข้องหรือการหยุดเดินเครื่องของเครื่องจักรขณะเดินเครื่อง จากข้อมูลที่รวบรวมศึกษานั้นสามารถนำมาวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น โดยสามารถดำเนินการได้ดังนี้

4.1 วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการอัดสุบก๊าซธรรมชาติและแนวทางการปรับปรุง

4.1.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเกิดขัดข้องขณะเดินเครื่อง

จากแผนภูมิพาเรโตที่ทำการรวบรวมและเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาในบทที่ 3 แล้วนั้น ในขั้นตอนนี้เป็น การนำเอาปัญหาเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขการเกิด การขัดข้อง โดยใช้เครื่องมือ How-How Diagram

4.1.1.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจาก Compressor Breakdown

จากแผนผังก้างปลาสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางแก้ไขในแต่ละสาเหตุ ได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

การวิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหา Compressor Breakdown

สาเหตุที่มุ่งแก้ไข	แนวทางแก้ไข	วิธีการ
1. พนักงานขาดทักษะความรู้ในการใช้เครื่องจักร	ฝึกอบรม	1. On the job training 2. Training Course
2. พนักงานยังไม่ผ่านการฝึกอบรม	ฝึกอบรม	1. On the job training 2. Training Course
3. ชิ้นส่วนชำรุดแตกหัก	1. จัดเตรียม Spare part 2. เปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลา	1. สั่งซื้อ Spare part 2. Preventive Maintenance
4. แรงดัน, อุณหภูมิ สูงหรือต่ำเกินไป	ตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน	1. Daily Inspection/Cleaning 2. Preventive Maintenance
5. กำลังไฟตก	จัดหากำลังไฟสำรอง	ซื้อเครื่องสำรองไฟ
6. เซ็นเซอร์ทำงานผิดปกติ	1. ตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 2. ทำความสะอาดประจำวัน	1. Daily Inspection/Cleaning 2. Preventive Maintenance
7. ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/เดือน	1. จัดทำใบตรวจเช็คชั่วคราว 2. จัดทำมาตรฐานการตรวจเช็ค	1. Temporary Inspection Sheet 2. Standardize
8. วัสดุไม่ได้มาตรฐาน	ใช้วัสดุ อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน	สั่งซื้อ Standard Spare part

จากตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์หาสาเหตุและความเป็นไปได้ของปัญหา Compressor Breakdown พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจาก 4 สาเหตุหลัก คือ

1. พนักงานขาดทักษะความรู้ในการใช้เครื่องจักร
2. ชิ้นส่วนชำรุดแตกหัก
3. เซ็นเซอร์มีการทำงานที่ผิดปกติ
4. ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/เดือน

4.1.1.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil System ไม่ทำงาน จากแผนผังก้างปลาสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ไข ปัญหาและแนวทางแก้ไขในแต่ละสาเหตุ ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์หาสาเหตุการขัดข้องที่เกิดจาก Lubricant Oil System ไม่ทำงาน

สาเหตุที่มุ่งแก้ไข	แนวทางแก้ไข	วิธีการ
1. พนักงานขาดทักษะความรู้ในการใช้เครื่องจักร	ฝึกอบรม	1. On the Job Training 2. Training Course
2. พนักงานขาดประสบการณ์ในการทำงาน	ฝึกอบรม	1. On the Job Training 2. Training Course
3. พนักงานไม่ปฏิบัติตามเอกสารการทำงาน	ฝึกอบรม	1. On the Job Training 2. Training Course
4. น้ำมันหล่อลื่นแห้ง	จัดทำแบบตรวจเช็คประจำวัน	1. On the Job Training 2. Training Course
5. ชิ้นส่วนชำรุดเสียหาย	1. จัดเตรียม Spare Part 2. เปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลา	1. สั่งซื้อ Spare Part 2. Preventive Maintenance
6. ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/สัปดาห์/เดือน	1. จัดทำใบตรวจเช็คชั่วคราว 2. จัดทำมาตรฐานการตรวจเช็ค	1. Temporary Inspection Sheet 2. Standardize
7. วิธีการเติมน้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะสม	จัดหาอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการเติมน้ำมันหล่อลื่น	1. Kaizen 2. Modification
8. น้ำมันไม่ได้มาตรฐาน	ใช้น้ำมันที่ได้มาตรฐานจากผู้ผลิตเท่านั้น	สั่งซื้อ Standard Oil จากผู้ผลิตเครื่องจักร

จากตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์หาสาเหตุและความเป็นไปได้ของปัญหา Lubricant Oil System ไม่ทำงาน พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจาก 5 สาเหตุหลัก คือ

1. พนักงานขาดทักษะความรู้ และประสบการณ์ในการใช้เครื่องจักร
2. น้ำมันหล่อลื่นแห้ง
3. ชิ้นส่วนชำรุดเสียหาย
4. วิธีการเติมน้ำมันหล่อลื่นไม่เหมาะสม
5. ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/สัปดาห์/เดือน

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุและความเป็นไปได้ของทั้ง 2 ปัญหาใหญ่ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการขัดข้องระหว่างเดินเครื่องจักร พบว่ามีลักษณะที่คล้ายคลึงกันจากทั้งสองเหตุการณ์ สามารถสรุปดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.3

สาเหตุร่วมของปัญหา Compressor Breakdown และ Lubricant Oil System ไม่ทำงาน

สาเหตุที่มุ่งแก้ไข	แนวทางแก้ไข	วิธีการ
1. พนักงานขาดทักษะความรู้ในการใช้เครื่องจักร	ฝึกอบรม	1. On the job training 2. Training Course
2. ชิ้นส่วนชำรุด เสียหาย แตกหัก	1. จัดเตรียม Spare part 2. เปลี่ยนชิ้นส่วนตามระยะเวลา	1. แบ่งลำดับความสำคัญของ Spare part และจัดหาสำรอง 2. Preventive Maintenance
3. ไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน/เดือน	1. จัดทำใบตรวจเช็คชั่วคราว 2. จัดทำมาตรฐานการตรวจเช็ค	1. Temporary Inspection Sheet 2. Standardize
4. เครื่องจักรขาดการดูแลสถานะขั้นพื้นฐาน (การทำความสะอาด การหล่อลื่น การขันแน่น)	1. ตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 2. ทำความสะอาดประจำวัน	1. Daily Inspection/Cleaning 2. Preventive Maintenance

4.1.1.3 การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการใช้เวลานานในการตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวัน จากแผนผังก้างปลาสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางแก้ไขในแต่ละสาเหตุ ได้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

การวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาการใช้เวลานานในการตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวัน

สาเหตุที่มุ่งแก้ไข	แนวทางแก้ไข	วิธีการ
1. พนักงานขาดทักษะความรู้ในการใช้เครื่องจักร	ฝึกอบรม	1. On the job training 2. Training Course
2. พนักงานไม่ปฏิบัติตามเอกสารการทำงาน	ฝึกอบรม	1. On the job training 2. Training Course
3. จุดตรวจเช็ค ทำความสะอาด ยากต่อการเข้าถึง	1. ปรับปรุงวิธีการทำงาน 2. ปรับปรุงจุดที่ยากต่อการเข้าถึง	1. Kaizen 2. One Point Lesson 3. Visual Inspection
4. วิธีการทำงานไม่เหมาะสม	1. ปรับปรุงวิธีการทำงาน 2. ปรับปรุงจุดที่ยากต่อการเข้าถึง	1. Kaizen 2. One Point Lesson
5. อุปกรณ์การทำงานไม่เหมาะสม	1. ปรับปรุงวิธีการทำงาน 2. ปรับปรุงจุดที่ยากต่อการเข้าถึง	1. Kaizen 2. One Point Lesson
6. เอกสารการตรวจเช็คไม่เหมาะสม	1. ปรับปรุงเอกสารการตรวจเช็ค	1. Kaizen 2. Visual Inspection

จากตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์หาสาเหตุและความเป็นไปได้ของปัญหาการใช้เวลานานในการตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวัน พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจาก 3 สาเหตุหลัก คือ

1. จุดตรวจเช็ค และทำความสะอาด ยากต่อการเข้าถึง
2. วิธี และอุปกรณ์การทำงานไม่เหมาะสม
3. เอกสารการตรวจเช็คไม่เหมาะสม

จากการรวบรวมข้อมูล พบว่า สาเหตุส่วนใหญ่ของปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักรมาจากการขาดการบำรุงรักษา ขาดการดูแลสถานะขั้นพื้นฐาน (การทำความสะอาด การหล่อลื่น การขันแน่น) ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้องในระหว่างการเดินเครื่องจักรบ่อยครั้ง ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ อีกทั้งการไม่มีมาตรฐานในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานรายวัน/สัปดาห์ หรือเอกสารการตรวจเช็คไม่เหมาะสม ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการตรวจเช็ค การทำความสะอาด เครื่องจักรประจำวัน ดังนั้น ในกรณีศึกษาในครั้งนี้จะมุ่งเน้นการลดปัญหาการขัดข้องของเครื่องจักร และลดเวลาในการตรวจเช็คและทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือตามแนวทางของ TPM

4.2 กำหนดแนวทางการนำ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักรและการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานขั้นพื้นฐานประจำวัน

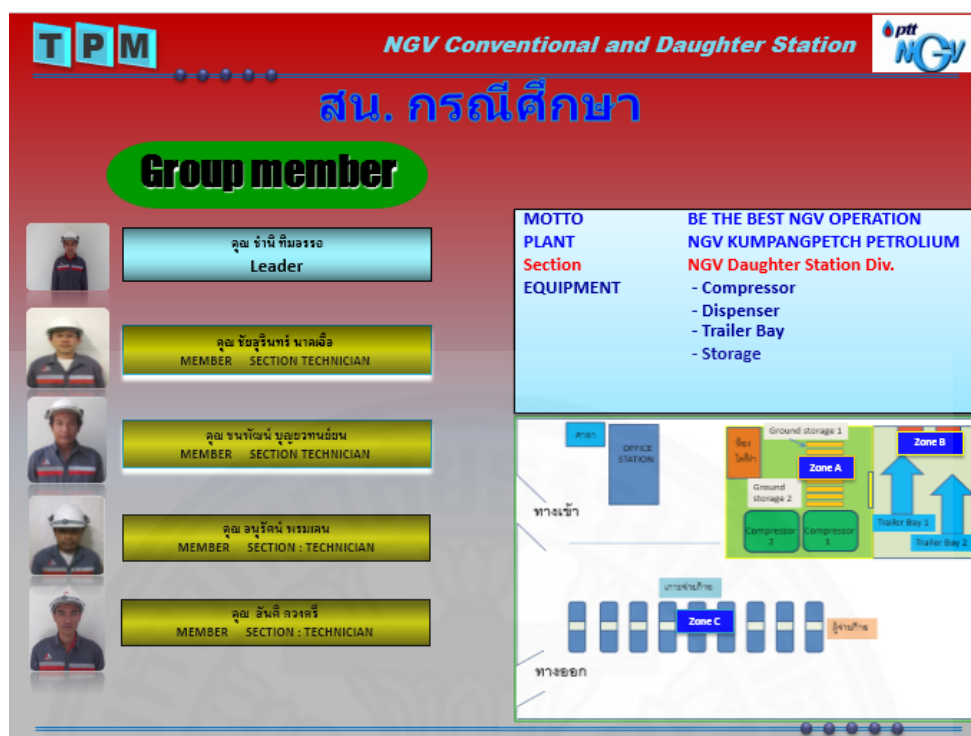
จากการศึกษาข้อมูลประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ กรณีศึกษาพบว่าปัญหาที่ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมมีค่าต่ำกว่าสถานบริการก๊าซธรรมชาติอื่นๆ นั้น มาจากการเกิดการขัดข้องระหว่างเดินเครื่องจักรบ่อย ทำให้เวลาที่มีในการทำงานลดลง จากการศึกษาในครั้งนี้จะเน้นการลดการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรขณะเดินเครื่อง กล่าวคือ หากสามารถลดปริมาณในการขัดข้องของเครื่องจักรลง ก็จะส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรสูงขึ้นไปด้วย โดยอาศัยหลักการและเทคนิคของ TPM มาประยุกต์ใช้ โดยเน้นการศึกษาเฉพาะรูปแบบของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 0-3 เพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ไขปัญหา และปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร

นอกจากการลดปริมาณการขัดข้องของเครื่องจักรแล้ว ยังมีความจำเป็นที่จะทำการตรวจเช็คเครื่องจักรให้ครอบคลุมทุกจุด และลดเวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันลง ในกรณีศึกษาในครั้งนี้พบว่า การตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวันนั้น ยังไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นจึงมีการสร้างมาตรฐานการตรวจเช็คขึ้นใหม่ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว โดยอาศัยหลักการการควบคุมด้วยการมองเห็น

4.2.1 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 0

ขั้นตอนที่ 0 หรือขั้นตอนความปลอดภัย เป็นขั้นตอนของการเตรียมการ การค้นหาสภาพที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ด้วยการตรวจพื้นที่เบื้องต้น และแก้ไขให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัย และเพื่อแจ้งให้ทราบถึงจุดที่อาจเกิดอันตราย ควรระมัดระวัง และให้ทุกคนตระหนักถึงตลอดเวลา โดยทำการติด TAG เหลือง เพื่อบ่งชี้ถึงจุดที่อยู่ในสภาพที่ไม่ปลอดภัย โดยผ่านขั้นตอนการทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า หรือ KYT (KIKEN YOSHI TRAINING)

4.2.1.1 กำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกกลุ่มย่อย (Small Group) จัดตั้ง
กลุ่มทำงานย่อยเพื่อทำหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละพื้นที่ของสถานบริการก๊าซธรรมชาติ กรณีศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 สมาชิกกลุ่มย่อยของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ กรณศึกษา

4.2.1.2 กำหนดเป้าหมายของการดำเนินกิจกรรม เพื่อให้สอดคล้องกับการปรับปรุงการทำงาน การแก้ไขปัญหา โดยกำหนดเป้าหมายสำหรับการดำเนินกิจกรรมได้ดังนี้

1. Breakdown ของอุปกรณ์ Rang A ต้องเป็นศูนย์
2. การเกิดอุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์
3. จำนวน KAIZEN และ OPL 1 เรื่องต่อคนต่อเดือน
4. จำนวนสัดส่วนของ Tag ขาวเทียบกับ Tag สี ต้องมากกว่า 75%
5. Tag ขาวต้องถูกปิด 100%
6. ลดเวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวันลง 30%

4.2.1.3 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย (AM Step0 - Step3 Master Plan) เขียนแผนกิจกรรมสำหรับ Step0 ถึง Step3 เพื่อให้บรรลุถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ สรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 4.2

PTT PUBLIC COMPANY LIMITED			MASTER PLANING TPM. FOR NGV SUB STATION OPERATIONS DIVISION												Rev.: 0			
 GAS BUSINESS UNIT Autonomous Maintenance  Created by Approved by Rev.: 00 Date.: 1 Sep 2015															PAGE. 1			
No.	ACTIVITY	YEAR Month Plan	2015												Responsibility			
			Jan	Feb	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct	Nov.	Dec.				
			W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4	W1	W2	W3	W4		W1	W2	W3
0	TPM. STYLE PTT		AM.1-AM.3 Start Sep 2015 to Dec 2015															
1	รับทราบนโยบาย เป้าหมาย, การดำเนินกิจกรรมจาก รรท. , ผกก. และ ปกก. (Initial Review /	PLAN																By Group
		ACTUAL																
2	ประชุมกลุ่มกิจกรรม TPM. (Meeting)	PLAN																By Group
		ACTUAL																
3	Safety (Step 0)	PLAN																By Group
		ACTUAL																
4	ทำความสะอาด/แบบตรวจสอบ (Step 1) Perform Initial Cleaning	PLAN																By Group
		ACTUAL																
5	ค้นหาจุดสาบ่านและแหล่งกำเนิดปัญหา (step 2) Control Contamination Sources Improve Accessibility	PLAN																By Group
		ACTUAL																
6	จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาด้วยตนเองเบื้องต้น (Step 0) Establish Cleaning and Checking standards	PLAN																By Group
		ACTUAL																
7	สรุปความก้าวหน้าการทำกิจกรรมของกลุ่ม ติดตาม/แก้ไข ปรับปรุงกระบวนการ Visual	PLAN																By Group
		ACTUAL																
8	ตรวจประเมินด้วยตนเอง Autonomous diagnosis	PLAN																By Group
		ACTUAL																
9	ตรวจประเมินโดยผู้บริหาร Top Executive diagnosis	PLAN																Division
		ACTUAL																Manager
10	ตรวจประเมินวิศผล Step 1-3 Internal audit (คณะกรรมการกลาง)	PLAN																INTERNAL
		ACTUAL																AUDITOR
REMARK				AM.1-AM.3 Start Sep 2015 to Dec 2015														
			/	ACTUAL														

ภาพที่ 4.2 AM Step0 – Step3 Master Plan

4.2.1.4 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step0 เขียนแผนกิจกรรมสำหรับ Step0 สามารถสรุปกิจกรรมสำหรับ AM Step0 ได้ดังนี้

1. ประชุมกลุ่ม กำหนดนโยบายของกลุ่ม
2. อบรมให้ความรู้เรื่องความปลอดภัยแก่สมาชิก
3. จัดทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า (KYT)
4. จัดทำรายการอุปกรณ์และ ranking อุปกรณ์
5. สรุปความก้าวหน้าการทำกิจกรรมของกลุ่ม ติดตามประชาสัมพันธ์
6. ตรวจประเมินด้วยตนเอง
7. ตรวจประเมินโดยผู้บริหาร

นำกิจกรรมใน Step0 ใส่ในแผนกิจกรรมดำเนินงาน แสดงดังในภาพที่ 4.3

จากเป้าหมายของการดำเนินกิจกรรม “การเกิดอุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์”

นำไปสู่การจัดการอบรมให้ความรู้แก่สมาชิกกลุ่มเรื่องความปลอดภัย ผ่านกิจกรรมการหยั่งรู้อันตราย
เบื้องต้นหรือ KIKEN YOSHI TRAINING (KYT) แสดงดังภาพที่ 4.4

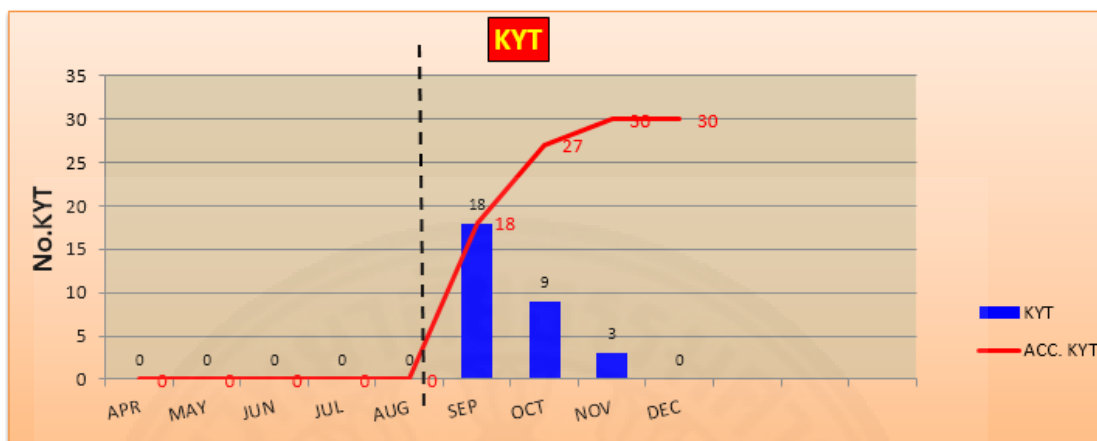


ตัวอย่างการทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้าหรือ KYT แสดงดัง
ภาพที่ 4.5

		แบบฟอร์มการจัดทำ KYT - การหยั่งรู้อันตราย		 KYT No. 1_2558_	
ผู้จัดทำ ชื่อ.....นาย มนต์รี..... นามสกุล.....นางงาม..... หน่วยงาน...บด. บกก.....					
ชื่อกลุ่มที่...NGV Petroleum. สมาชิก.....5.....คน วันที่จัดทำ...25.../...09...../...2558.... ประจำสถานีก๊าซธรรมชาติ.....					
ขั้นที่ 1 (1R) หาอันตรายหรืออุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นพร้อมสาเหตุจากรูปภาพ (ภาพตามเอกสารแนบ) ขั้นที่ 2 (2R) เลือกอันตรายที่สำคัญ โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ท้ายข้อ (2 ข้อ)					
ลำดับที่	ขั้นที่ 1 (1R)	อันตรายอย่างไร (ระบุ เช่น ก๊าซรั่ว/ร้อน)	ขั้นที่ 2 (2R) เลือก 2 ข้อ		
1	ท่อ Discharg st 1-3	ผิวหนังอักเสบจากการสัมผัสท่อร้อน	✓		
2	Header Cooler st 1-3	เกิดแผลพุพอง			
3	เฟลลามอเตอร์	หมุนดังวียวะร่างกาย อาจบาดเจ็บ	✓		
4		เสียชีวิต			
5					
6					
7					
8					
ขั้นที่ 3 (3R) หามาตรการ เพื่อแก้ไขอันตรายที่สำคัญ จากการคัดเลือกในขั้นที่ 2 ขั้นที่ 4 (4R) เลือกมาตรการป้องกัน โดยการทำเครื่องหมาย ✓ ท้ายข้อ (2 ข้อ)					
ข้อที่เลือก	ขั้นที่ 3 (3R) (ระบุมาตรการแก้ไข/ป้องกัน ขณะเข้าไปทำงาน ณ จุดนั้น)	ขั้นที่ 4 (4R) เลือก 1 ข้อ			
1	1.1 สวมใส่เสื้อผ้าให้รัดกุม				
	1.2 สวมใส่ถุงมือขณะปฏิบัติงาน				
3	3.1 แต่งกายให้รัดกุม	✓			
	3.2 ใส่การ์ดป้องกัน				
	3.3 ติดป้ายบ่งชี้ทิศทางการหมุน				
	3.4 ติดล๊อคระบบ ติดป้ายแขวน Tag				
✓	นำที่เลือกในขั้นที่ 4 มาสรุปมาตรการป้องกันที่เลือกไว้ให้เป็นประโยคเดียว <u>แต่งกายให้รัดกุม ติดล๊อคระบบ ติดป้ายแขวน Tag</u>				
✓	ทำเป็นข้อความสั้นๆที่จำได้ง่ายหลังจากที่ได้ชี้แจง/แก้ไขแล้ว พร้อมเน้นย้ำในกลุ่มแล้วลงท้ายด้วยคำว่า OK <u>แต่งกายให้รัดกุม ติดล๊อคระบบ ติดป้ายแขวน Tag OK!</u>				
หมายเหตุ : การเข้าทำความสะอาดให้ดำเนินการแจ้งจุดอันตรายโดยใช้แบบฟอร์มนี้เพื่อชี้แจงในกลุ่มก่อนทุกครั้ง					
Inspected By (Engineer of NGV Mother Station)					
Seal of Approve (PTT Engineer)					

ภาพที่ 4.5 อบรมให้ความรู้ผ่านกิจกรรม KYT

กราฟแสดงการทำกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า หรือ KYT แสดง
ดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 กราฟกิจกรรมการหยั่งรู้อันตรายล่วงหน้า หรือ KYT

จัดทำรายการและ Ranking อุปกรณ์ภายในสถานบริการก๊าซธรรมชาติ
กรณีศึกษา เพื่อให้ทราบถึงความสำคัญของอุปกรณ์นั้นๆ และจำนวนอุปกรณ์ โดยมีรายละเอียดใน
การจัด Ranking สำหรับอุปกรณ์ดังนี้

Class A : หมายถึง อุปกรณ์ที่มีความสำคัญมาก ถ้าอุปกรณ์นี้ชำรุด
เสียหาย ทำให้สถานบริการต้องปิดการขาย

Class B : หมายถึง อุปกรณ์ที่มีความสำคัญปานกลาง ถ้าอุปกรณ์นี้ชำรุด
เสียหาย ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง แต่ไม่ต้องปิดการขาย เช่น เครื่องยนต์ Compressor
มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น

Class C : หมายถึง อุปกรณ์ที่มีความสำคัญน้อย ถ้าอุปกรณ์นี้ชำรุด
เสียหาย ไม่ทำให้สถานบริการต้องปิดการขาย และไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต เช่น Oil
Cooler, Soft Start เป็นต้น

Class L : หมายถึง อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมด้วยกฎหมาย ต้องมีการสอบ
เทียบตามเวลาที่กฎหมายกำหนด เช่น Gas Detector, Pressure Gauge เป็นต้น

สามารถสรุปรายการได้ดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.5

รายการและการจัด Ranking อุปกรณ์ภายในสถานบริการก๊าซธรรมชาติ

No. (รายการ)	Registered Machine (รายการเครื่องจักร)		Size/Power (ขนาด/กำลัง)	Equipment Class A,B,C,L	Total (จำนวน)
	Model Name (รุ่น)	Date Installed (วันที่ติดตั้ง)			
Trans Former		4/11/52	250KVA 3P	A	1
NGV Compressor	BBR-4016(SCI08-4016-85D)	4/11/52	3(Stage) 200-3600 PSIG / 1000 m3-hr	A	1
Motor Compressor	WEG	4/11/52	132 kw 380 v 1485 Rpm	A	1
Motor Cooling Fan	WEG	4/11/52	380 VAC 50 HZ 7.5 KW	B	4
HEAT EXCHANGER		4/11/52	300-4400 psig	B	1
Oil Cooler		4/11/52		B	1
Trans Former		4/11/52	250KVA 3P	B	1
Soft Start	ATS48C25Q	4/11/52		B	1
Contactore	LC1 F265	4/11/52		C	1
Circuit Breaker	Tmax TIC160	4/11/52	In 50 A /415 V	C	1
Circuit Breaker	Tmax TIC160	4/11/52	In 32 A /415 V	C	2
Main Breaker	Tmax T5N400	4/11/52	In 400 A /415 V	C	1
Safety Switch		4/11/52	3P/400A	C	1
OIL LEVEL SWITCH	LM2000	4/11/52	0-8bar / 2"	C	1
PRESSURE GAUGE	Rosemount	4/11/52	1/4 X 1/4 NPT	L	6
Mass Flow Meter	CNG050S239NCAZEZZZ	4/11/52	4300 Psi	L	8
Gas Detector	BW	4/11/52		L	2

จากตารางรายการอุปกรณ์ ทำให้ทราบถึงลำดับความสำคัญของแต่ละอุปกรณ์และจำนวนที่ควรจัดหาไว้เป็นอุปกรณ์สำรองเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน

4.2.2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 1 หรือ Initial Cleaning and Inspection คือ ขั้นตอนการทำความสะอาด และตรวจสอบความผิดปกติของอุปกรณ์ในพื้นที่โดยมีจุดมุ่งหมายของขั้นตอนนี้ ดังนี้

1. กำจัดขยะและสิ่งสกปรกให้หมดไปโดยสิ้นเชิง
2. ค้นหาจุดบกพร่อง หรือความผิดปกติ ตามประเภทความผิดปกติ 7 ประการ
 - 2.1 บันทึกลงในแบบฟอร์ม
 - 2.2 แขว่น TAG (ขาว/เหลือง/แดง) เพื่อแสดงจำนวนความผิดปกติ
 - TAG ขาว : สิ่งผิดปกติที่ผู้ปฏิบัติสามารถแก้ไขได้เอง
 - TAG แดง : สิ่งผิดปกติที่ผู้ปฏิบัติไม่สามารถแก้ไขได้เอง
 - TAG เหลือง : สิ่งผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย
3. ทำการแก้ไขจุดบกพร่องที่พบ ให้กลับสู่สภาพปกติ

4.2.2.1 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step1 เขียนแผนกิจกรรม
สำหรับการดำเนินกิจกรรม AM Step1 ดังแสดงในภาพที่ 4.7

PTT PUBLIC COMPANY LIMITED			MASTER PLANING STEP 1 NGV SUB STATION OPERATIONS DIVISION												Rev.: 0								
 GAS BUSINESS UNIT Autonomous Maintenance 			Created by (E๒ESD สุทธิภา) 15 Sep 2015				Approved by (ศุภมาส) 15 Sep 2015				Rev.: 00 Date.: 15 Sep 2015				PAGE. 1								
No.	ACTIVITY AM STEP 1	YEAR	2015												Responsibility								
		Month	Jan	Feb	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct	Nov.	Dec.									
		Plan	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4		w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4
1	Initial Cleaning (ทำความสะอาดเบื้องต้น)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
2	Identification of Mino-defects (ค้นหาข้อบกพร่องเล็กน้อย)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
3	Improvement Activities (การปรับปรุง)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
4	Verification of Improvement Effectiveness (จุดที่มีการปรับปรุง)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
5	Autonomous Diagnosis (การตรวจประเมินด้วยตนเอง)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
6	Management Diagnosis (การตรวจประเมินโดยผู้จัดการ)	PLAN																					By Group
		ACTUAL																					By Group
REMARK				PLAN AM1-AM.3 Start Sep 2015 to Dec 2015																			
				ACTUAL																			

ภาพที่ 4.7 แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step1

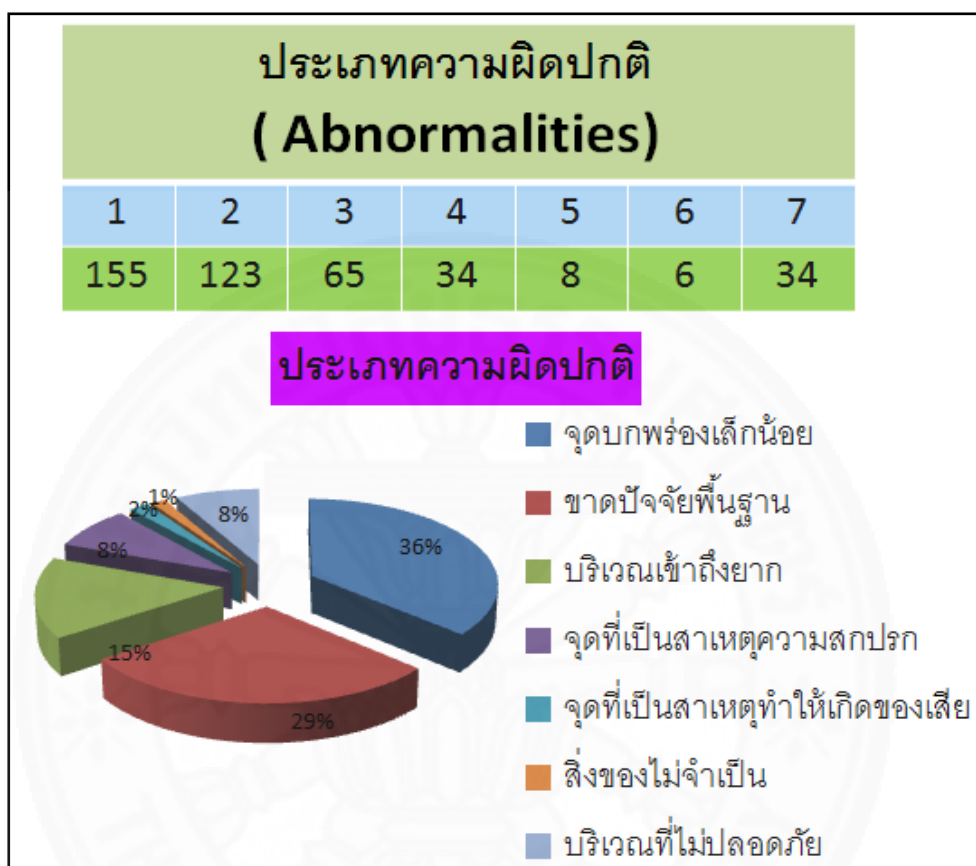
4.2.2.2 ค้นหาจุดบกพร่อง ดำเนินการค้นหาจุดบกพร่อง ดังแสดงในตาราง
ที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

ปริมาณ TAG แต่ละประเภท

ประเภท TAG	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
White TAG	150	147	80	20	397
Yellow TAG	11	8	2	0	21
Red TAG	3	2	2	0	7
Total	164	157	84	50	425

จากตารางปริมาณ TAG แต่ละประเภท นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อจำแนก
ออกตามประเภทของจุดบกพร่อง สามารถสรุปได้ดังแสดงในภาพที่ 4.8



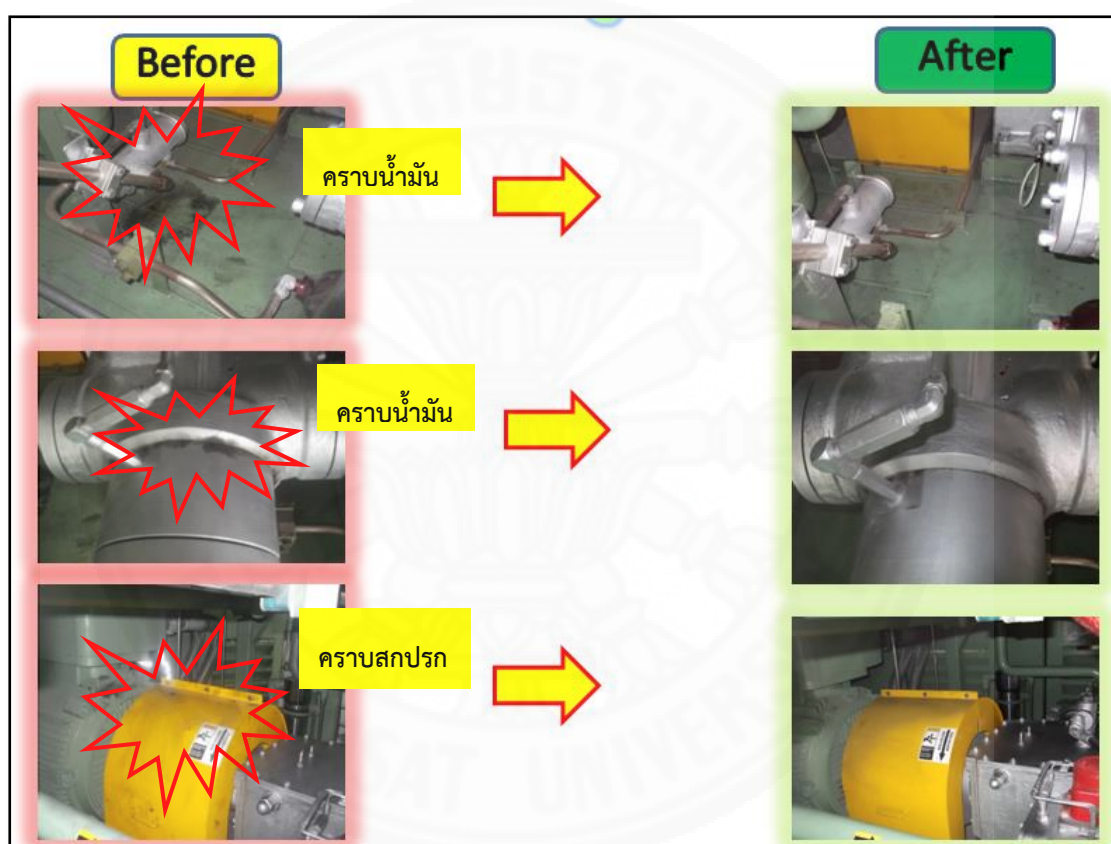
ภาพที่ 4.8 ประเภทของจุดบกพร่องบริเวณเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ

จากข้อมูลความผิดปกติพบว่าจุดบกพร่องประเภทที่ 1 เรื่องจุดบกพร่องเล็กน้อยนั้นมีปริมาณสะสมเป็นจำนวน 155 TAG ซึ่งเป็นจำนวนที่มากที่สุดของทุกประเภท ในอันดับ 2 เป็นปริมาณความผิดปกติประเภทที่ 2 เรื่องขาดปัจจัยพื้นฐาน ซึ่งมีปริมาณสะสมจำนวน 123 TAG ในขณะที่อันดับ 3 เป็นความผิดปกติประเภทบริเวณที่เข้าถึงยาก มีจำนวนการสะสมอยู่ที่ 65 TAG ซึ่งจุดบกพร่องหรือความผิดปกติทั้ง 3 ประเภท เป็นปัจจัยที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเดินเครื่องสอดคล้องกับการวิเคราะห์ถึงสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำและเวลาในการตรวจเช็คและทำความสะอาดเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้น ภาคนักศึกษาจะดำเนินกิจกรรมตามแนวความคิดที่ว่า “เราจะดูแลเครื่องจักรของเราด้วยตนเอง” โดยการฝึกฝนผู้ปฏิบัติให้เกิดทักษะการบำรุงรักษาต่างๆ การตรวจเช็ค

สภาวะพื้นฐานประจำวัน การปรับปรุงข้อบกพร่องเล็กๆ น้อยๆ อย่างต่อเนื่อง ด้วย KAIZEN เพื่อฟื้นฟูสภาพของความผิดปกติและความเสียหายของเครื่องจักร และยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร

4.2.2.3 การทำความสะอาดเบื้องต้น เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกภายในเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติและบริเวณใกล้เคียง อันเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการขัดข้องของเครื่องจักร ดังแสดงในภาพที่ 4.9 และภาพที่ 4.10 แสดงเวลา 20 นาที ที่ใช้ในการทำความสะอาดเครื่องคอมเพรสเซอร์ประจำวัน



ภาพที่ 4.9 เปรียบเทียบก่อนและหลังการทำความสะอาดเบื้องต้น

Tentative Cleaning Procedure
TPM-01-4

Created : 30/07/2013		Group : IRPC Team		Section : 10.		Department : ปกก.	
Machine Name : Kwanchin1&2							
Illustration :	ตำแหน่ง (No.)	ชิ้นส่วน (Part)	มาตรฐาน (Standard)	วิธีการ (Method)	อุปกรณ์ (Tool)	ผู้รับผิดชอบ (Person-in-charge)	ระยะเวลา (Time Period)
 	1	Enclosure	ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	5 นาที
	2	มอเตอร์	ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที
	3	คาร์ตมอเตอร์	ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที
	4	Blown Down Tank	ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที
	5	Heat Exchanger	ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที
	6	Inlet Valve	ไม่มีคราบน้ำและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที
	7	จุด Drain น้ำมัน	ไม่มีน้ำมันและคราบสกปรก		ผ้า	ช่างปฏิบัติการ	5 นาที
Cleaning Point (Illustration or Photo)							
    							

ภาพที่ 4.10 เวลาที่ใช้ในการทำทำความสะอาดเครื่องคอมเพรสเซอร์ประจำวัน

จากภาพที่ 4.11 แสดงเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องคอมเพรสเซอร์ตามจุดหล่อลื่นต่างๆ และภาพที่ 4.12 แสดงเวลาที่ใช้ในการขันแน่นก่อนทำการปรับปรุง จากแผนภาพดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าสาเหตุที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการทำทำความสะอาด การหล่อลื่นและการขันแน่นประจำวันต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก เนื่องจากขาดอุปกรณ์ช่วยในการทำมาสะอาด การตรวจเช็ค และการหล่อลื่น

Initial Oiling and Sealing Procedure										TPM-01-5
Created : 30/09/2015		Group :		Section :		Department :				
Machine Name :										
Illustration : (ภาพเครื่องจักร)	ตำแหน่ง (No.)	ชิ้นส่วน (Part)	มาตรฐาน (Standard)	วิธีการ (Method)	ชนิดของน้ำมัน (Type of Lubricant)	ชนิดของ Fluid (Type of Fluid)	อุปกรณ์ (Tool)	ผู้รับผิดชอบ (Person-in-charge)	ระยะเวลา (Time Period)	
	1	Crank Case	ต้องมีการหล่อลื่นในระดับ		PTT500		กาน้ำ	ช่างปฏิบัติการ	2 นาที	
			ไม่ต่ำกว่าแถบสีเหลือง							
	2	Lub Oil	ต้องมีการหล่อลื่นในระดับ					ช่างปฏิบัติการ	2 นาที	
			ไม่ต่ำกว่าแถบสีเหลือง							
	3	Lubricator Oil Level	ต้องมีการหล่อลื่นในระดับ					ช่างปฏิบัติการ	1 นาที	
			ไม่ต่ำกว่าแถบสีเหลือง							
									5 นาที	
Oiling Point (Illustration or Photo)										

ภาพที่ 4.11 เวลาที่ใช้ในการหล่อลื่นตามจุดต่างๆ ของเครื่องคอมเพรสเซอร์

Initial Tightening Procedure								TPM-01-6
Created : 30/09/2015		Group :		Section :		Department :		
Machine Name :								
Illustration :	ตำแหน่ง (No.)	ชิ้นส่วน (Part)	มาตรฐาน (Standard)	วิธีการ (Method)	การแก้ไข (Solve Problem)	ผู้รับผิดชอบ (Person-in-charge)	ระยะเวลา (Time Period)	
	1	น็อตล็อกฐาน Compressor	ขันแน่น			ช่างซ่อมบำรุง	1 นาที	
	2	น็อตล็อกฐานมอเตอร์	ขันแน่น			ช่างซ่อมบำรุง	1 นาที	
	3	น็อตล็อกคาร์คโมเตอร์	ขันแน่น			ช่างซ่อมบำรุง	1 นาที	
	4	น็อตล็อกหน้า Compressor	ขันแน่น			ช่างซ่อมบำรุง	1 นาที	
	5	น็อตล็อก Actuator	ขันแน่น			ช่างซ่อมบำรุง	1 นาที	
Tightening Point (Illustration or Photo)								

ภาพที่ 4.12 เวลาที่ใช้ในการขันแน่นตามจุดต่างๆ ของเครื่องคอมเพรสเซอร์

4.2.2.4 การค้นหาจุดก่อเกิด เพื่อรวบรวมข้อมูลแหล่งที่เป็นจุดก่อเกิดของปัญหา และทำการปรับปรุง แก้ไขแหล่งที่มาของจุดก่อเกิดนั้น ดังในภาพที่ 4.13 แสดงให้เห็นถึงจุดก่อเกิดต่างๆ ภายในเครื่องคอมเพรสเซอร์ เราสามารถแก้ไขปรับปรุงให้จุดก่อเกิดเหล่านี้ให้สู่สภาพปกติได้โดยอาศัยเครื่องมือ KAIZEN

Map of Generating Sources			TPM-01-0																										
Group :		Section :		Department :																									
Illustration (ภาพเครื่องจักร อุปกรณ์)		Machine Name : Compressor		No. : 1&2																									
(b) Dirt / สกปรก (A) Air Leakage / อากาศรั่ว (C) Oil Leakage / น้ำมันรั่ว (W) Water Leakage / น้ำรั่ว (C) Countermeasures Completed / ดำเนินการแก้ไขแล้ว																													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Part</th> <th>Detail</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>มอเตอร์</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>การเชื่อมต่อ</td> <td>มีคราบน้ำมัน (b)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Blow Down</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> </tbody> </table>			No.	Part	Detail	1	มอเตอร์	มีคราบสกปรก (b)	2	การเชื่อมต่อ	มีคราบน้ำมัน (b)	3	Blow Down	มีคราบสกปรก (b)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Part</th> <th>Detail</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>Heat Exchanger</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Compressor</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Inlet Valve</td> <td>มีหยดน้ำรั่ว (W)</td> </tr> </tbody> </table>			No.	Part	Detail	4	Heat Exchanger	มีคราบสกปรก (b)	5	Compressor	มีคราบสกปรก (b)	6	Inlet Valve	มีหยดน้ำรั่ว (W)
No.	Part	Detail																											
1	มอเตอร์	มีคราบสกปรก (b)																											
2	การเชื่อมต่อ	มีคราบน้ำมัน (b)																											
3	Blow Down	มีคราบสกปรก (b)																											
No.	Part	Detail																											
4	Heat Exchanger	มีคราบสกปรก (b)																											
5	Compressor	มีคราบสกปรก (b)																											
6	Inlet Valve	มีหยดน้ำรั่ว (W)																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Part</th> <th>Detail</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>จุด drain น้ำมัน</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Lube Box</td> <td>มีคราบสกปรก (b)</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			No.	Part	Detail	7	จุด drain น้ำมัน	มีคราบสกปรก (b)	8	Lube Box	มีคราบสกปรก (b)	9																	
No.	Part	Detail																											
7	จุด drain น้ำมัน	มีคราบสกปรก (b)																											
8	Lube Box	มีคราบสกปรก (b)																											
9																													

ภาพที่ 4.13 แผนผังจุดก่อเกิดของปัญหาเครื่องคอมเพรสเซอร์

4.2.3 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 2 หรือ Countermeasures for contamination sources and hard to access areas คือ ขั้นตอนแก้ไขปรับปรุงจุดที่ยากต่อการทำความสะอาด การเติมน้ำมันหล่อลื่น การขันแน่น และการตรวจเช็ค เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์สกปรกเกิดขึ้นซ้ำ โดยใช้เครื่องมือ KAIZEN และการควบคุมด้วยสายตา (Visual Control) ผลจากการทำตามขั้นตอนที่ 2 นี้จะส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการทำทำความสะอาด การหล่อลื่น และการขันแน่น ลดลง สามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินงานกิจกรรมขั้นตอนที่ 2 ได้ดังนี้

1. ค้นหาจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงาน
2. กำหนดแนวทาง มาตรการแก้ไขปรับปรุง
3. ประเมินผลการปรับปรุง

4.2.3.1 กำหนดแผนการดำเนินกิจกรรม AM Step2 เขียนแผนกิจกรรม
สำหรับการดำเนินกิจกรรม AM Step2 ดังแสดงในภาพที่ 4.14

PTT PUBLIC COMPANY LIMITED			Rev: 0 MASTER PLANING STEP 2 NGV SUB STATION OPERATIONS DIVISION													PAGE.			
GAS BUSINESS UNIT Autonomous Maintenance																			
No.	ACTIVITY AM STEP 2	YEAR	2015												Responsibility				
		Month	Jan	Feb	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct	Nov.	Dec.					
		Plan	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	
1	Clarification of generating sources and difficult-to-access locations (ค้นหาจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงาน)	PLAN																	By Group
2	Drawing of Countermeasures (มาตรการแก้ไขชั่วคราว)	ACTUAL																	By Group
3	Improvement (การแก้ไข ปรับปรุง)	PLAN																	By Group
4	Verification of Improvement Results (การประเมินผลการปรับปรุง)	ACTUAL																	By Group
5	Autonomous diagnosis (การตรวจประเมินด้วยตนเอง)	PLAN																	By Group
6	Management Diagnosis (การตรวจประเมินโดยผู้จัดการ)	PLAN																	By Group
		ACTUAL																	

ภาพที่ 4.14 แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step2

4.2.3.2 ค้นหาจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงาน เพื่อรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ยากต่อการปฏิบัติงานภายในเครื่องคอมเพรสเซอร์ และบริเวณใกล้เคียง จัดทำเป็นแผนผังดังในภาพที่ 4.15 บ่งชี้ให้เห็นถึงจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงาน พร้อมวิธีการแก้ไขปรับปรุงของทีมงานโดยอาศัยเครื่องมือ KAIZEN และการควบคุมด้วยการมองเห็น (Visual Control)

[illegible]

ภาพที่ 4.15 แผนผังจุดที่ยากต่อการปฏิบัติงานและวิธีการแก้ไข

4.2.4 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 หรือ Establish Cleaning and Inspection Standards คือ
ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานในการตรวจเช็คและการทำความสะอาด มีการดำเนินกิจกรรมดังแสดงใน
ภาพที่ 4.16

PTT PUBLIC COMPANY LIMITED			MASTER PLANING STEP 3 NGV SUB STATION OPERATIONS DIVISION												Rev.: 0															
 GAS BUSINESS UNIT Autonomous Maintenance 			Created by (EdSry agA/LA) 1 Nov 2015				Approved by (EdSry agA/LA) 1 Nov 2015				Rev.: 00 Date.: 1 Nov 2015				PAGE. 1															
No.	ACTIVITY AM STEP 3	YEAR	2015												Responsibility															
		Month	Jan		Feb		March		April		May		June			July		Aug.		Sep.		Oct		Nov.		Dec.				
		Plan	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4		w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3	w4	w1	w2	w3
1	Qualification of Tentative Standards (พิจารณามาตรฐานชั่วคราว)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
2	Unification of Tentative Standards (ทำให้เป็นมาตรฐานเดียว)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
3	Implementation of Inspection (ใช้มาตรฐานในการตรวจสอบ)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
4	Verification of Effectiveness (การประเมินประสิทธิภาพ)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
5	Autonomous diagnosis (การตรวจประเมินด้วยตนเอง)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
6	Management Diagnosis (การตรวจประเมินโดยผู้จัดการ)	PLAN																												By Group
		ACTUAL																												
REMARK																														

ภาพที่ 4.16 แผนการดำเนินกิจกรรม AM Step3

วัตถุประสงค์ของการดำเนินกิจกรรมขั้นตอนที่ 3 เพื่อป้องกันและรักษาสภาพที่ควรจะเป็นของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ได้มีการปรับปรุงสภาวะเงื่อนไขพื้นฐานให้คงไว้ ปรับปรุงพื้นที่ให้อยู่ในสภาพที่ดี ตรวจสอบง่าย โดยใช้เครื่องมือการควบคุมด้วยการมองเห็น หรือ Visual Control ดังภาพที่ 4.17 แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้ Visual Control เพื่อลดเวลาในการตรวจเช็ค



ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้การควบคุมด้วยการมองเห็น

4.2.4.1 การจัดทำมาตรฐานการตรวจเช็ค เพื่อรวบรวมข้อมูลตำแหน่งที่ต้องการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานประจำวัน เพื่อให้ง่ายต่อผู้ปฏิบัติงานและลดเวลาในการตรวจเช็ค ดังแสดงในภาพที่ 4.18 และภาพที่ 4.19

[illegible]

ภาพที่ 4.18 ใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 1

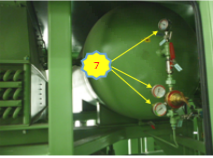
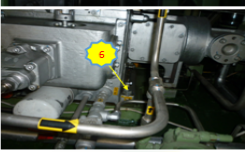
Check Sheet for Cleaning, Inspection, Oiling and Tightening				Machine Name : _____	Compressor _____	TPM-03.3																																	
				Group : _____	Section : _____	Department : _____																																	
No.	Location	Standard	Frequency			Checked on date /month																																	
			Daily	Weekly	Monthly	Other	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
General																																							
Cleaning and Inspection																																							
6	Panel Display2																																						
6-1	INLET PRESSURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 470-520 psi		✓																																			
6-2	1st PRESSURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 1150-1280 psi		✓																																			
6-3	1st TEMPERATURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 130-155 องศา C		✓																																			
6-4	2nd PRESSURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 2800-3600 psi		✓																																			
6-5	2nd TEMPERATURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 110-130 องศา C		✓																																			
6-6	OUTLET PRESSURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 2800-3600 psi		✓																																			
6-7	FINAL TEMPERATURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 45-60 องศา C		✓																																			
6-8	COM. OIL PRESSURE GAUGE	ค่าอยู่ระหว่าง 65-70 psi		✓																																			
6-9	COM. OIL TEMPERATURE	ค่าอยู่ระหว่าง 35-50 องศา C		✓																																			
7	Kwangchin2																																						
7-3	PRESSURE BLOW DOWN	ค่าการทำงานอยู่ในช่วงปกติ		✓																																			
Retightening																																							
6-10	ฐาน Compressor	รอยร้าวไม่เคลื่อนที่		✓																																			
7-2	Bolt 3rd Stage2	รอยร้าวไม่เคลื่อนที่		✓																																			
Oiling																																							
7-1	Crank Case	ระดับน้ำมันอยู่ในช่วงปกติ		✓																																			
* The No. and the location should agree with the standard																																							
* Cleaning and inspection methods should be carried out in accordance with standards																																							

ภาพที่ 4.19 ใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน 2

หลังการปรับปรุงวิธีการ และใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน ส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวันลดลงไปจากเดิม 14.52 นาที หรือ 72.6% ดังแสดงในภาพที่ 4.20 และ 4.21 มาตรฐานการตรวจเช็คสภาวะพื้นฐานของเครื่องจักร

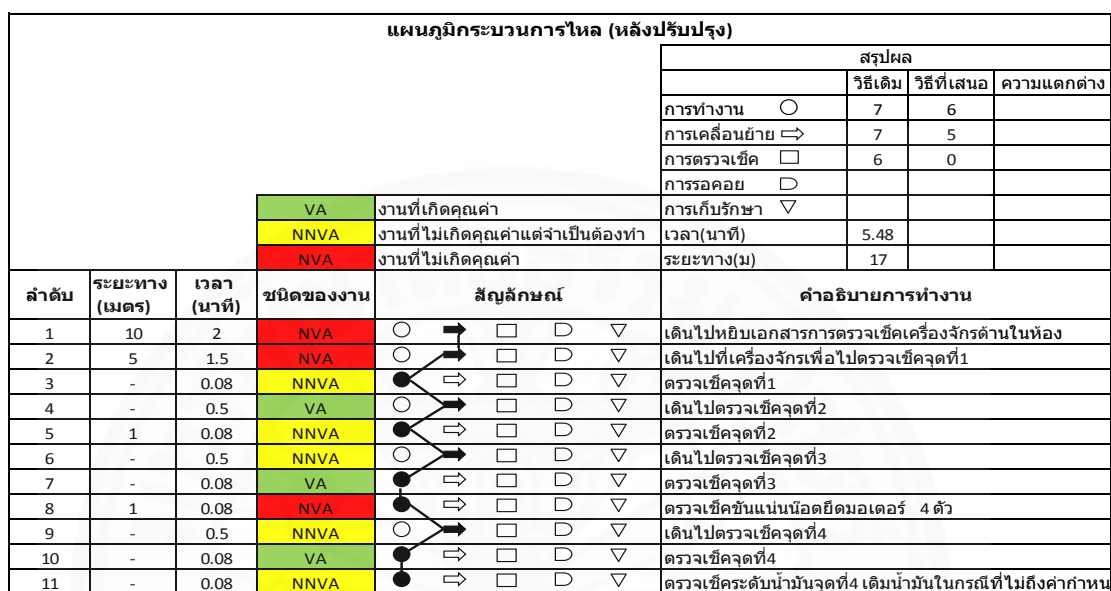
Tentative Cleaning / Inspection / Oiling and Tightening Standards										TPM-03-2				
Illustration of Machine		Machine Name : Compressor	Serial No. :		Division Manager	Section Manager	Group Leader	Created By :						
Date Created : 4/11/2558		Section : 306				Department : 306		CHAMNIT THIMMAT						
Device : RPPC		Section : 306				Department : 306								
		No.	Equipment Name :			Function			Remark					
Visual Inspection		1	KWANGCHIN COMPRESSOR			ถังเก็บน้ำใต้ดิน Ground Storage1								
Visual Inspection		No.	Location	Standard	Method	Tool	Time	Frequency			Person-in-charge			
Visual Inspection														
Oiling		No.	Location	Standard	Method	Type of Lubricant	Tool	Time	Daily	Weekly	Monthly	Other	Person-in-charge	
		2-2	Lubricator Tank	ระดับน้ำมันในถัง	Visual Inspection	FT1500		1 SEC						
		2-3	Gas Lubricator	ระดับน้ำมันในถัง	Visual Inspection	FT1500		1 SEC						
		2-4	Lubricator Compressor	ระดับน้ำมันในถัง	Visual Inspection	FT1500		1 SEC						
Tightening		No.	Location	Standard	Point	Tool	Time	Daily	Weekly	Monthly	Other	Person-in-charge		
		4-3	Crack Case1	ระดับน้ำมันในถัง	Visual Inspection	CR	1 SEC	V						
		4-4	Crack Case2	ระดับน้ำมันในถัง	Visual Inspection	CR	1 SEC	V						

ภาพที่ 4.20 มาตรฐานการตรวจเช็คสภาวะเครื่องจักรประจำวัน 1

Tentative Cleaning / Inspection / Oiling and Tightening Standards										TPM-03-2		
Illustration of Machine		Machine Name : Compressor	Serial No. :	Division Manager	Section Manager	Group Leader	Created By :			CHAMNIT THIMMAT		
Date Created : 4/11/2558		Group : TRPC		Section : 306		Department : 306						
		No.	Equipment Name :			Function				Remark		
		1	KWANGCHIN COMPRESSOR			ถังเก็บน้ำใต้ดิน Ground Storage						
		No.	Location	Standard	Method	Tool	Time	Frequency		Person-in-charge		
		6	Panel Display					Daily	Weekly	Monthly	Other	
Cleaning and Inspection	6-1	Inlet Pressure Gauge	ค่าอยู่ที่ 470-520 psi	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-2	In Pressure Gauge	ค่าอยู่ที่ 1150-1280 psi	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-3	In Temperature Gauge	ค่าอยู่ที่ 130-155 องศา C	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-4	In Pressure Gauge	ค่าอยู่ที่ 2800-3600 psi	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-5	In Temperature Gauge	ค่าอยู่ที่ 110-130 องศา C	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-6	Outlet Pressure Gauge	ค่าอยู่ที่ 2800-3600 psi	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-7	Final Temperature Gauge	ค่าอยู่ที่ 45-60 องศา C	Visual Inspection		1 SEC	V					
Oiling	6-8	Com. Oil Pressure Gauge	ค่าอยู่ที่ 60-70 psi	Visual Inspection		1 SEC	V					
	6-9	Com. Temperature Gauge	ค่าอยู่ที่ 35-50 องศา C	Visual Inspection		1 SEC	V					
	7	Compressor										
Refueling	7-1	Pressure Gauge Blowdown	ค่าอยู่ที่ 0 ในรูปของตัวเลข	Visual Inspection		1 SEC	V					
	No.	Location	Standard	Method	Type of Lubricant	Tool	Time	Daily	Weekly	Monthly	Other	Person-in-charge
Refueling	7-1	Crank Case	ระดับน้ำมันในถังเก็บน้ำใต้ดิน	Visual Inspection	FT1500		1 SEC	V				
	No.	Location	Standard	Point	Tool	Time	Daily	Weekly	Monthly	Other	Person-in-charge	
	6-10	3rd Compressor	ระดับน้ำมันในถังเก็บน้ำใต้ดิน	Visual Inspection		1 SEC	V					
Refueling	7-2	Boil Oil Stage2	ระดับน้ำมันในถังเก็บน้ำใต้ดิน	Visual Inspection		1 SEC	V					

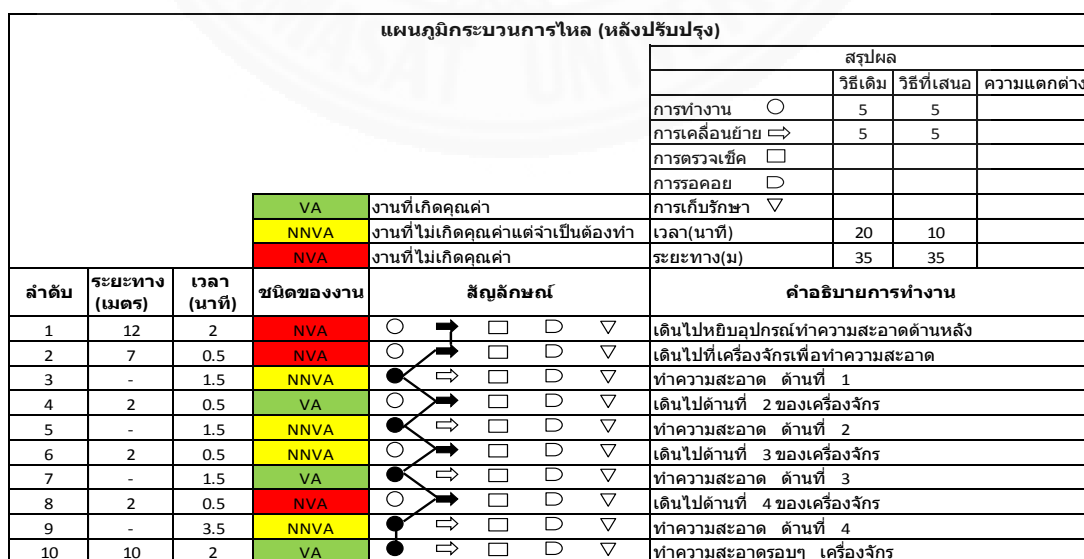
ภาพที่ 4.21 มาตรฐานการตรวจเช็คสภาวะเครื่องจักรประจำวัน 2

จากการปรับปรุงปรับปรุงวิธีการ และใบรายการการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน สามารถนำมาเขียนแผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวันของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ ดังแสดงในภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 แผนภูมิกระบวนการไหลของการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานประจำวัน (หลังปรับปรุง)

แผนภูมิกระบวนการไหลของการทำความสะอาดประจำวันหลังการปรับปรุง แสดงดังภาพที่ 4.23 แผนภูมิกระบวนการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน

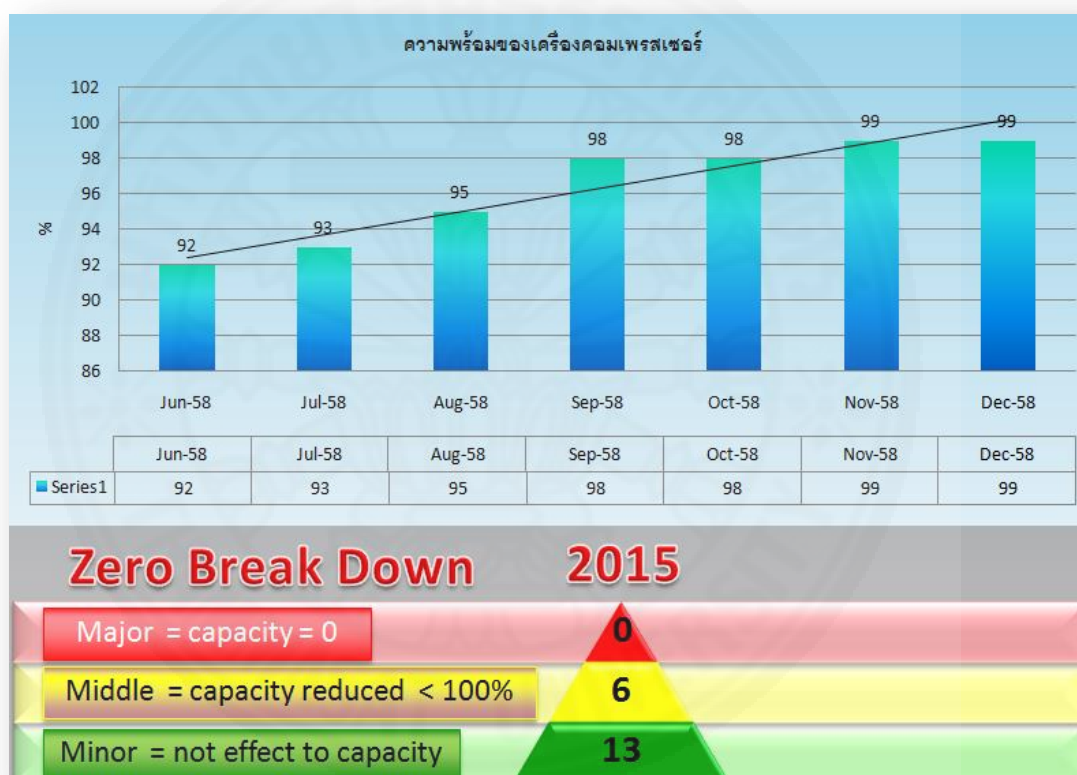


ภาพที่ 4.23 แผนภูมิกระบวนการไหลของการทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน

4.3 วิเคราะห์ผลหลังการปรับปรุง

4.3.1 การวัดผลการดำเนินกิจกรรม TPM ตามเป้าหมายที่กำหนด หลังจากดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

4.3.1.1 Breakdown ของอุปกรณ์ Rang A ต้องเป็นศูนย์ จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง จำแนกผลการปรับปรุงออกเป็นประจำเดือนดังในภาพที่ 4.24 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินกิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย โดยไม่มี Breakdown ของเครื่องคอมเพรสเซอร์



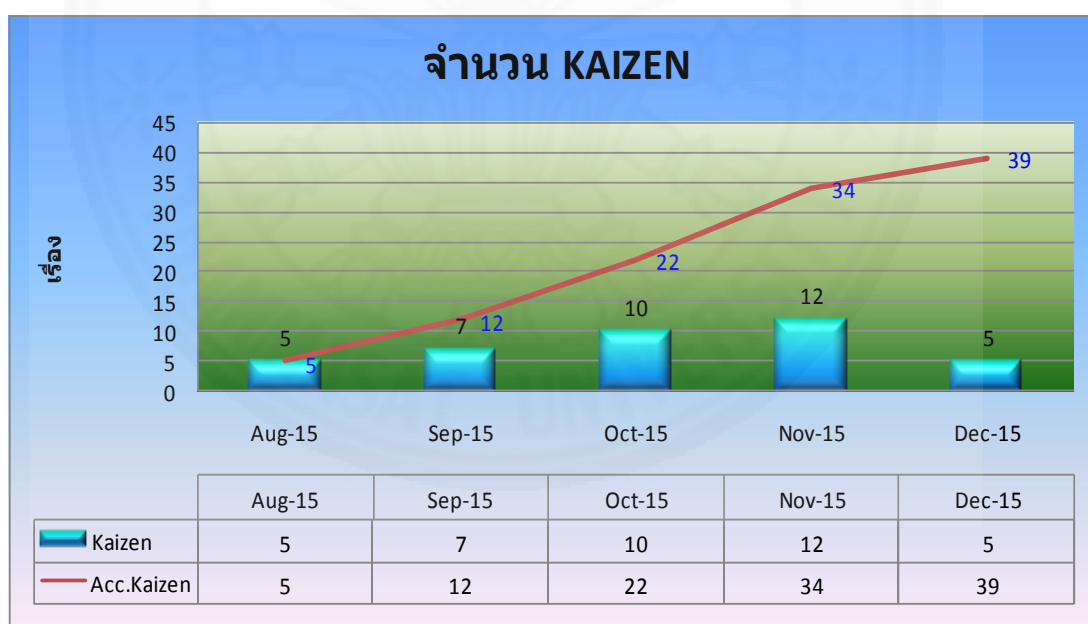
ภาพที่ 4.24 ความพร้อมในการเดินเครื่องของเครื่องคอมเพรสเซอร์

4.3.1.2 การเกิดอุบัติเหตุต้องเป็นศูนย์ จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ 0 – 3 ผลการดำเนินการแสดงได้ดังภาพที่ 4.25 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินกิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย โดยไม่มีการรั่วไหลของก๊าซ ไม่มีอุบัติเหตุ และไม่มีอุบัติภัยเกิดขึ้น

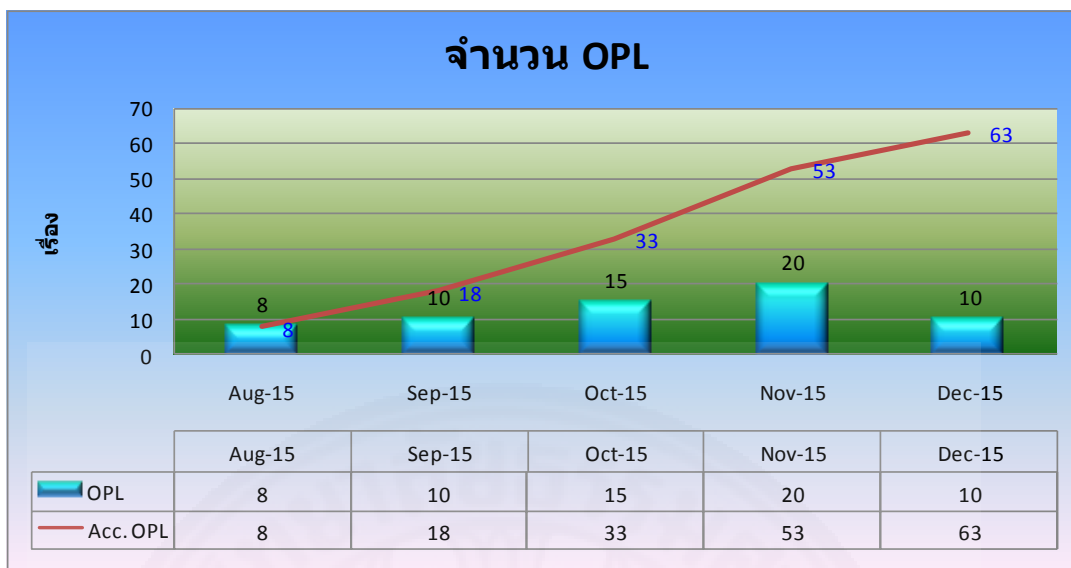


ภาพที่ 4.25 การรั่วไหล อุบัติเหตุ อุบัติภัย เป็นศูนย์

4.3.1.3 จำนวน KAIZEN และ OPL 1 เรื่องต่อคนต่อเดือน จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ 0 – 3 จำนวน KAIZEN และ OPL แสดงได้ดังภาพที่ 4.26 และ 4.27 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินกิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย คือ 5 เรื่องต่อเดือน



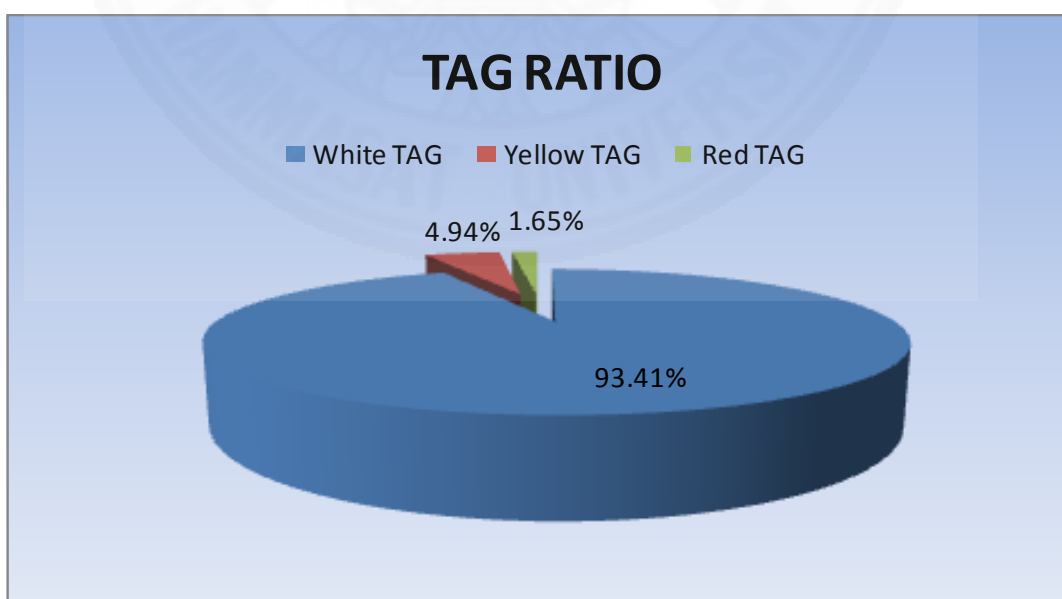
ภาพที่ 4.26 จำนวน KAIZEN ต่อเดือน



ภาพที่ 4.27 จำนวน OPL ต่อเดือน

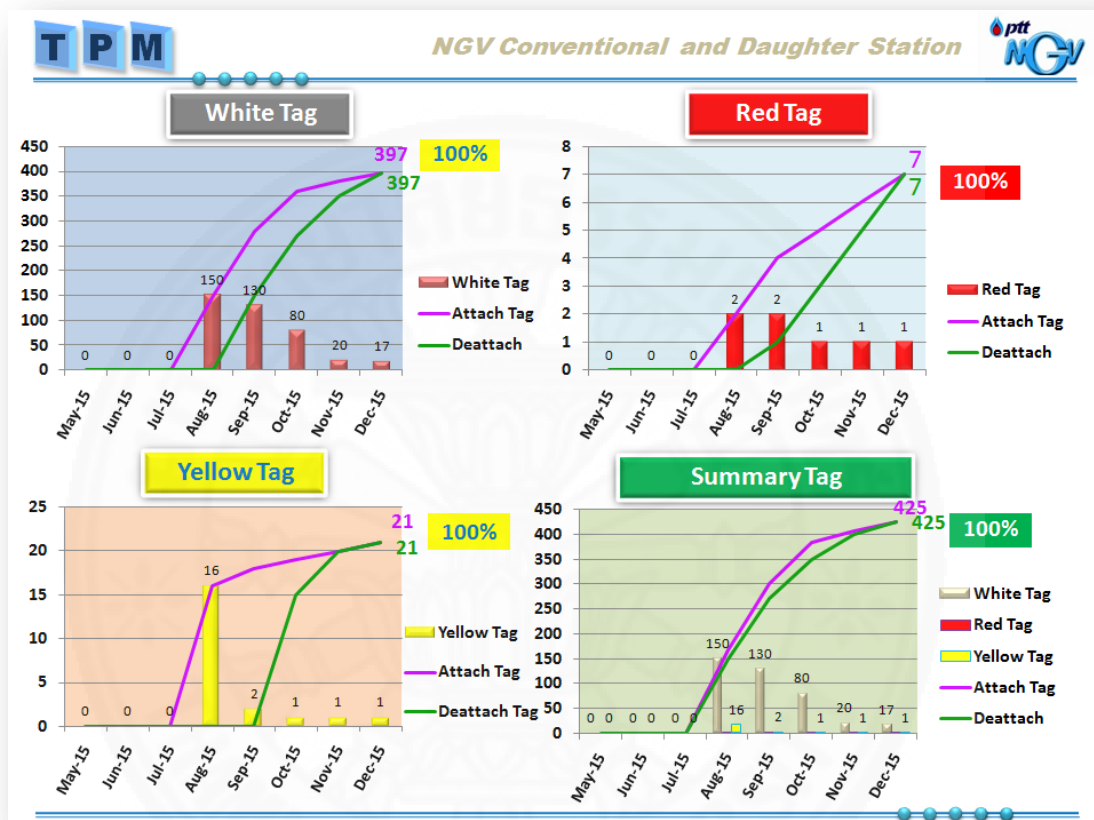
4.3.1.4 จำนวนสัดส่วนของ TAG ขาวเทียบกับ TAG สี ต้องมากกว่า 75%

จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ 0 – 3 สัดส่วนระหว่าง TAG ขาว และ TAG สี แสดงดังภาพที่ 4.28 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินกิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย หรือ มากกว่า 75%



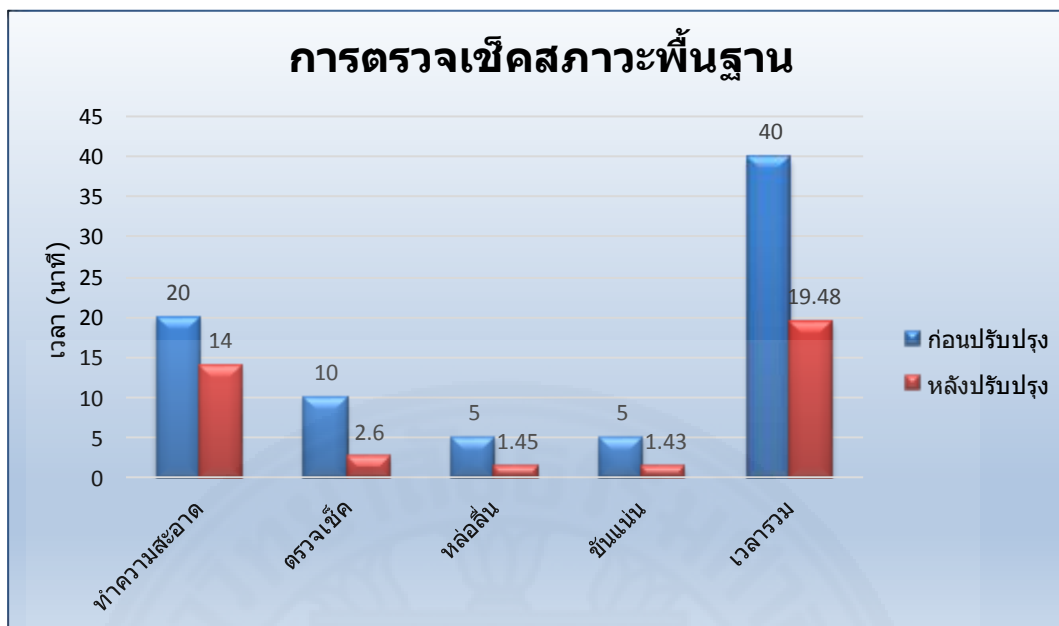
ภาพที่ 4.28 สัดส่วน TAG ขาวเทียบกับ TAG สี

4.3.1.5 TAG ชาวต้องถูกปลด 100% จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ 0 – 3 ปริมาณ TAG ต่างๆ ถูกดำเนินการปลด TAG ดังแสดงในภาพที่ 4.29 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลการดำเนินกิจกรรมบรรลุตามเป้าหมาย คือ TAG ชาวถูกปลด 100%



ภาพที่ 4.29 ปริมาณการปลด TAG ต่างๆ

4.3.1.6 ลดเวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวันลง 30% จากผลการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ตามขั้นตอนที่ 0 – 3 เวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานเครื่องจักรประจำวัน ลดลงจาก 20 นาที เหลือ 5.48 นาที หรือลดลง 72.6% และเวลาในการทำความสะอาดประจำวัน ลดลงจาก 20 นาที เหลือ 14 นาที หรือลดลง 30% ส่งผลให้เวลารวมทั้งสองกิจกรรมลดลงจากเดิม 40 นาที เหลือ 19.48 นาที หรือลดลง 51.3% แสดงดังภาพที่ 4.30



ภาพที่ 4.30 เปรียบเทียบเวลาตรวจเช็คและทำความสะอาดประจำวันก่อนและหลังปรับปรุง

สรุปผลหลังการปรับปรุงจากการดำเนินกิจกรรมการบำรุงรักษาด้วยตนเองเทียบกับเป้าหมายแสดงได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7

เปรียบเทียบผลหลังการปรับปรุงเทียบกับเป้าหมาย

วัตถุประสงค์	เป้าหมาย	ผลลัพธ์
1. Breakdown ของอุปกรณ์ Rank A	0	0
2. อุบัติเหตุ	0	0
3. จำนวน KAIZEN และ OPL	25 เรื่อง	39 KAIZEN, 63 OPL
4. สัดส่วน TAG ขาวเทียบกับ TAG สี	75%	93.4%
5. การปลด TAG ขาว	100%	100%
6. เวลาในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานและทำความสะอาดเครื่องจักรประจำวัน	ลดลง 30%	การตรวจเช็ค ลดลง 72.6% การทำความสะอาดลดลง 30%

4.3.2 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

(Overall Equipment Effectiveness: OEE)

อัตราความพร้อมการเดินเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 93.84% ในเดือนสิงหาคม เป็น 99.64% ในเดือนพฤศจิกายน ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องเพิ่มขึ้นจาก 99.87% เป็น 99.92% จากทั้งสองค่าที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า OEE หรือ ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 93.72% เป็น 99.56% แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

เปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพโดยรวมก่อนและหลังการปรับปรุง

รายละเอียด	เวลา Breakdown (นาที)	เวลารับภาระงาน (นาที)	เครื่องหยุด (นาที)	เวลาเดินเครื่อง (นาที)	AR (%)	Capacity losses	เวลาเดินเครื่องสุทธิ	PR (%)	OEE (%)
ก่อนปรับปรุง	21670	345060	21250	323810	93.84	420.00	323390.00	99.87	93.72
หลังปรับปรุง	1050	298200	900	297300	99.70	150.00	297150.00	99.95	99.65

4.3.3 วัดผลการวิจัยโดยใช้ค่าปรับปรุงอัตราการใช้งานของเครื่องจักร (Inherent Availability)

ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขแต่ละครั้ง หรือ MTRR ลดลงจาก 10.12 ชม เป็น 1.5 ชม. และระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการเสียหายแต่ละครั้ง หรือ MTBF เพิ่มขึ้นจาก 154.2 ชม. ในเดือนสิงหาคม 2558 เป็น 497 ชม. ในเดือนมีนาคม 2559 จาก MTRR ที่ลดลง ในขณะที่ MTBF เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่า Inherent Availability หรือ อัตราการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นจาก 93.84% เป็น 99.69% แสดงดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.12

เปรียบเทียบค่าอัตราการใช้งานของเครื่องจักรก่อนและหลังการปรับปรุง

รายการ	ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง
เวลาในการเดินเครื่อง (ชม)	5397	4970
จำนวนครั้งที่เครื่องจักรหยุด	35	10
เวลารวมในการหยุดเครื่องเพื่อซ่อมเครื่องจักร (ชม)	354.20	15
ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการแก้ไขแต่ละครั้ง หรือ MTRR (ชม)	10.12	1.5
ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการเสียหายแต่ละครั้ง หรือ MTBF (ชม)	154.2	497
อัตราการใช้งานของเครื่องจักร หรือ Inherent Availability	93.84%	99.69%
ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร หรือ OEE	93.72%	99.65%

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ ในสถานบริการก๊าซธรรมชาติกรณีศึกษา โดยได้ศึกษาสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเนื่องจากเกิดการขัดข้องขณะเดินเครื่อง จากนั้นนำเอาปัญหาที่เกิดขึ้นมาหาวิธีการแก้ไข และได้้นำการบำรุงรักษาแบบทวิผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม หรือ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงขึ้น และนำการตรวจสอบด้วยการมองเห็นหรือ Visual Control มาประยุกต์ใช้ในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐาน และการทำความสะอาดของเครื่องจักรประจำวัน ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลและการประยุกต์ใช้ พบว่า เครื่องจักรมีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยวัดผลจากค่า OEE และค่า Inherent Availability หรืออัตราการใช้งานของเครื่องจักร ที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานและการทำความสะอาดเครื่องจักรลดลง

5.1 สรุปผล

จากการศึกษากระบวนการ เครื่องสูบน้ำอัตโนมัติของสถานกรณีศึกษา เกิดการขัดข้องขณะเดินเครื่องอยู่บ่อยครั้ง เป็นสาเหตุทำให้เครื่องจักรหยุดชะงักส่งผลกระทบต่อค่าอัตราความพร้อมของเครื่องจักร มีค่าค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) มีค่าต่ำ จากการรวบรวมข้อมูลสาเหตุที่ทำให้เครื่องจักรหยุดเดินเครื่อง โดยใช้เครื่องมือแผนภูมิพาเรโต (Pareto) พบว่าสาเหตุหลักๆ มาจาก Compressor Breakdown และ Lubricant Oil System ไม่ทำงาน ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของทั้งสองปัญหาโดยใช้แผนภูมิแกงปลา และ How-How Diagram ซึ่งพบว่าสาเหตุของปัญหาทั้งสองมาจากเครื่องจักรขาดการดูแลสถานะพื้นฐาน ได้แก่ การทำความสะอาด การหล่อลื่น และการขันแน่น ส่งผลให้เครื่องจักรและอุปกรณ์เสื่อมสภาพ ไม่อยู่ในสภาพที่ควรจะเป็น อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คเครื่องจักรประจำวัน ใช้เวลาในการตรวจเช็คยาวนาน เนื่องจากการขาดมาตรฐานการตรวจเช็ค เครื่องมือในการตรวจเช็ค การทำความสะอาดที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งพื้นที่หรือจุดในการตรวจเช็คเข้าถึงได้ยาก ส่งผลให้ใช้เวลาในการตรวจเช็คยาวนาน

ดังนั้น การนำแนวทางการบำรุงรักษาแบบทวิผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม หรือ TPM โดยประยุกต์ใช้เสาการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ตามขั้นตอน 0 ถึงขั้นตอน 3 ส่งผลให้เครื่องจักรถูกฟื้นฟูกลับคืนสู่สภาพที่ควรจะเป็น มีความพร้อมในการเดินเครื่องมากขึ้น ผู้ปฏิบัติงานมีทักษะ มีความคิดริเริ่มในการแก้ไขปรับปรุงเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่เวลาที่ใช้ใน

การตรวจเช็ค การทำความสะอาดเครื่องจักรลดลง ส่งผลให้การศึกษาวิจัยนี้สามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. การศึกษาวิจัยนี้สามารถปรับปรุงค่าอัตราความพร้อมในการเดินเครื่องจักรเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติ (OEE) เพิ่มขึ้นจาก 93.72% ในเดือนสิงหาคม เป็น 99.56% ในเดือนธันวาคม

2. การศึกษาวิจัยนี้สามารถปรับปรุงระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเกิดการเสียหายแต่ละครั้งของเครื่องจักร หรือ MTBF เพิ่มขึ้น ส่งผลให้อัตราการใช้งานของเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติเพิ่มขึ้นจาก 93.84% ในเดือนสิงหาคม เป็น 99.69% ในเดือนธันวาคม

3. การศึกษาวิจัยนี้สามารถปรับปรุงเวลาที่ใช้ในการตรวจเช็คสถานะพื้นฐานและทำความสะอาดเครื่องสูบน้ำอัตโนมัติประจำวัน จาก 40 นาที ในเดือนสิงหาคมลดลงเหลือ 19.48 นาที หรือลดลง 51.30% ในเดือนธันวาคม

5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ

ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

1. สามารถสร้างระบบการบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) ให้กับกรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติได้ โดยมีทีมงานย่อยในการดูแลรับผิดชอบในแต่ละพื้นที่

2. สามารถฝึกฝน พัฒนาผู้ปฏิบัติงานให้รู้จักการคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และสามารถถ่ายทอดความรู้สู่ผู้อื่นได้

3. สามารถฝึกฝน พัฒนาผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักร และการแก้ไขปัญหาเครื่องจักรในเบื้องต้นได้ด้วยตนเอง

4. สามารถสร้างคู่มือการดำเนินงาน การบำรุงรักษาด้วยตนเองของสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ

5. สามารถขยายผลจากกรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติต้นแบบ ไปสู่สถานีบริการก๊าซธรรมชาติอื่นอีก 42 สถานีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินวิจัย

ปัญหาและอุปสรรคที่ได้พบในการศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานประกอบการก๊าซธรรมชาติ

1. ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่องจักร ยังขาดความรู้ ความเข้าใจในเทคนิค หรือเครื่องมือต่างๆ ในการนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
2. ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่อง มีจำนวนไม่เพียงพอต่อปริมาณของสถานประกอบการก๊าซธรรมชาติ ทำให้เกิดความล่าช้าในการแก้ไข ปรับปรุง สภาวะพื้นฐานเครื่องจักร และทำความสะอาด
3. ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่อง ยังขาดความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ ในการแก้ไข ปัญหาต่างๆ
4. ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่องยังคงยึดติดกับค่านิยมเก่าๆ ที่ถูกปลูกฝังหรือถ่ายทอดกันมาจากช่างรุ่นก่อน จากรุ่นสู่รุ่น
5. ผู้ปฏิบัติหรือพนักงาน ขาดการสื่อสารกันภายในทีม หรือทีมงานอื่น ในการแลกเปลี่ยนความรู้ หรือประสบการณ์

5.4 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

แนวทางในการแก้ไขปัญหาจากการศึกษาวิจัยเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานประกอบการก๊าซธรรมชาติ

1. อบรมให้ความรู้ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่องจักร ให้ได้รับความรู้ ความเข้าใจในเทคนิค หรือเครื่องมือต่างๆ ในการนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ
2. สร้างมาตรฐานการตรวจเช็ค เครื่องมือและอุปกรณ์ เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่อง ในการแก้ไข ปรับปรุง สภาวะพื้นฐานเครื่องจักร และทำความสะอาด เครื่องจักรประจำวัน เพื่อให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว
3. ฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่อง ทราบถึงการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง หรือการใช้เครื่องมือ KAIZEN ในการแก้ไขปัญหาต่างๆ
4. ฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติ หรือพนักงานประจำเครื่องเขียนบทเรียนเฉพาะจุด หรือ One Point Lesson: OPL เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์เป็นลายลักษณ์อักษรแทนการบอกกล่าวด้วยปากเปล่าจากรุ่นสู่รุ่น

5.5 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคตที่ศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

1. ในการวิจัยในกรณีศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบของค่า OEE จากค่าอัตราคุณภาพ หรือ Quality rate เนื่องจากการสุบัตก้าซธรรมชาติไม่สามารถวัดอัตราของเสียได้ ทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ดังนั้น สำหรับการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในอนาคต ซึ่งอาจจะมีการศึกษาถึงผลกระทบของปัจจัยดังกล่าวด้วย
2. วิธีการบำรุงรักษาโดยอาศัยการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลา แผนภูมิพาเรโต และ How-How Diagram นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรอื่นๆ ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในภาคอุตสาหกรรมประเภทอื่นๆ ได้
3. การบำรุงรักษาด้วยการวิเคราะห์แผนผังก้างปลาได้นำวิธีการ TPM มาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนและออกแบบการบำรุงรักษาด้วยตนเอง เพื่อให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด นอกจากการวิเคราะห์ด้วยแผนผังก้างปลาแล้ว ยังมีอีกหลายวิธีที่สามารถนำมาประยุกต์และใช้ในการวิเคราะห์ได้ เช่น การวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบ หรือ Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), 5W 1H, Flow Diagram เป็นต้น

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- ชาญชัย พรศิริรุ่ง. (2549). คู่มือปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องจักร. กรุงเทพฯ สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ
- ผศ.ดร.สมชัย อัครทิวา. (2546). แนวทางการวิเคราะห์ PM วิธีการใหม่เพื่อให้ของเสียและการชำรุดเสียหายเป็นศูนย์. กรุงเทพฯ. สมาคมไทยญี่ปุ่น
- กิตติศักดิ์ พลอยพาณิชย์เจริญ. (2550) หลักการควบคุมคุณภาพ : Principle of Quality Control. กรุงเทพฯ. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

บทความวารสาร

- Amit Kumar Gupta and Team. (2012). OEE Improvement by TPM Implementation : A Case Study. Int. of IT, Engineering and Applied Sciences Research (2012) 115 - 124.
- อานนท์ ลีระศิริ และคณะ.(2554). การลดเวลาการขัดข้องของเครื่องจักรในโรงงานผลิตสีผง การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2554 วันที่ 20-21 ตุลาคม 2554 ชะอำ เพชรบุรี
- มานอนน์ ทองเจือ และคณะ. (2555). การปรับปรุงประสิทธิภาพของสายการผลิตชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ ด้วยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2555 วันที่ 17-19 ตุลาคม 2554 ชะอำ เพชรบุรี

วิทยานิพนธ์

- พลัฏฐ์ อนันต์วัฒนาศิริ. (2547) การพัฒนาประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องผลิตฟิล์มถนอมอาหารโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน. โครงการวิจัยอุตสาหกรรมตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อำนาจ พันธุ์ศรีเพชร. (2548). การเพิ่มค่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กรณีศึกษากระบวนการผลิตวาล์วประตุน้ำ. โครงการวิจัยอุตสาหกรรมตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาณุพงศ์ ประจงการ. (2552). การประยุกต์วิธีการซ่อมบำรุงระบบควบคุมกระบวนการร่วมกับระบบการจัดการ TPM ในโรงงานอุตสาหกรรมยิปซัม. โครงการวิจัยอุตสาหกรรมตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การค้นคว้าอิสระ

ศักดิ์ดา ปรีชาวัฒนสกุล. (2550). การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานเครื่องทอผ้าโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน. การค้นคว้าอิสระตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ :

<http://www.rmuti.ac.th/faculty/production/ie/html/Oee.htm>

เครื่องมือคุณภาพ 7 ชนิด : <https://www.gotoknow.org/posts/446393>

การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร:

<http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4711019.pdf>

เครื่องมือการจัดการบริหาร :

<https://knowledgegroups.wordpress.com/68-2/visual-control/>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายธีรพงษ์ ชันทอง
วันเดือนปีเกิด	2 ธันวาคม 2510
ตำแหน่ง	วิศวกรอาวุโส บริษัท เบนซ์มาร์ค อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
ทุนการศึกษา (ถ้ามี)	
ผลงานทางวิชาการ	บทความ “การปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องจักร กรณีศึกษาสถานีบริการก๊าซธรรมชาติ” การประชุมวิชาการด้านการพัฒนาการดำเนินงานทาง อุตสาหกรรมแห่งชาติ ครั้งที่ 7 (CIOD 2016) The 7 th National Conference of Industrial Operations Development 2016 12 พฤษภาคม 2559 โรงแรมริชมอนด์ นนทบุรี
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2541 – ปัจจุบัน : วิศวกรอาวุโส บริษัท เบนซ์มาร์ค อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2534 – พ.ศ. 2541 : วิศวกรฝ่ายผลิต บริษัท อัลฟาซอร์ส โซลูชั่น จำกัด (มหาชน) พ.ศ. 2532 – พ.ศ. 2534 : ช่างเทคนิค บริษัท อาซาฮี อิเล็กทรอนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด พ.ศ. 2530 – พ.ศ. 2532 : ช่างเทคนิค บริษัท ไทยโตชิบา ไลท์ติ้ง จำกัด