DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การลดอัตราชำรุดของเครื่องอัดอากาศ กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

มนตรี เจนชัย

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี
และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
ปีการศึกษา 2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

REDUCTION OF AIR COMPRESSOR MACHINE FAILURE RATE WITHIN DRINKING WATER MANUFACTURING : A CASE STUDY OF DRINKING WATER FACTORY IN PHRA NAKHON SRI AYUTTHAYA PROVINCE

MONTRI JENCHAI

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Engineering
College of Innovative Technology and Engineering
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การลดอัตราชารุดของเครื่องอัดอากาศ กรณีศึกษาโรงงานผลิตน้ำดื่ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

เสนอโดย มนตรี เจนชัย

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

.....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ ...12..... เดือน ...กรกฎาคม... พ.ศ. ...2556...

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การลดอัตราชำรุดของเครื่องอัดอากาศ กรณีศึกษา โรงงานผลิตน้ำดื่ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา
ชื่อผู้เขียน	มนตรี เจนชัย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

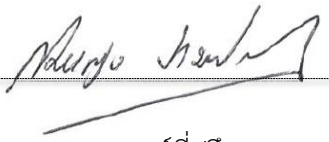
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ (MTBF) โดยได้นำหลักการและแนวความคิดเกี่ยวกับการบริหารงานบำรุงรักษาเชิงวางแผนมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปรับปรุงและการบริหารงานบำรุงรักษาเชิงวางแผนป้องกันตามรอบบำรุงรักษา

ระเบียบวิจัยนี้มีขั้นตอนการดำเนินงาน เริ่มจากการศึกษาสภาพปัจจุบันของเครื่องอัดอากาศ จัดเก็บรวบรวมข้อมูลอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ ปัญหาการชำรุดและแนวทางการปรับปรุงแก้ไขเบื้องต้น จาก Log Book ของช่างหน่วยงาน Industrial Service แผนกวิศวกรรม และจัดเก็บรวบรวมแผนการบำรุงรักษาเดิมจากระบบ SAP แล้วนำข้อมูลที่ได้ นำมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาเครื่องอัดอากาศด้วยแผนภาพพาเรโต จากนั้นทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ Why Why Analysis เพื่อหารากเหง้าของปัญหาของเครื่องอัดอากาศและปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศด้วยการประยุกต์ใช้การบำรุงรักษาเชิงวางแผนและเชิงพยากรณ์ เพื่อแก้ไขปัญหาเครื่องอัดอากาศชำรุด

ผลการดำเนินงานหลังการปรับปรุงเครื่องอัดอากาศพบว่า เครื่องอัดอากาศจากเดิม 5.3 ครั้งต่อเดือน หลังการปรับปรุงมีอัตราการชำรุดเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0 ครั้งต่อเดือน ลดลง 81.13% เวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ (MTBF) ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 7,444.50 นาทีต่อครั้ง หลังการปรับปรุงมีค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ (MTBF) อยู่ที่ 42,336.0 นาทีต่อครั้ง หรือเพิ่มขึ้นคิดเป็น 568.69% ค่าเฉลี่ยเวลาในการซ่อม (MTTR) ก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 555.49 นาทีต่อครั้ง หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเวลาในการซ่อม (MTTR) เฉลี่ยอยู่ที่ 17.0 นาทีต่อครั้ง ลดลง 96.94% อัตราความพร้อมใช้งานก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 92.51% หลังการปรับปรุงมีอัตราความพร้อมใช้งานอยู่ที่ 99.96% เพิ่มขึ้น 7.45% และมีอัตราการเสียของเครื่องอัดอากาศก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 135 ครั้งต่อหนึ่งล้านนาที หลังการปรับปรุงมีอัตราการเสียของเครื่องอัดอากาศอยู่ที่ 24 ครั้งต่อหนึ่งล้านนาที ลดลง 82.22%

คำสำคัญ: การลดอัตราการชำรุด, เครื่องอัดอากาศ, ระบบอัดอากาศ, MTBF, MTTR

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



อาจารย์ที่ปรึกษา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Individual Study Title	DRINKING WATER MANUFACTURING : A CASE STUDY OF DRINKING WATER FACTORY IN PHRA NAKHON SRI AYUTTHAYA PROVINCE
Author	Montri Jenchai
Individual Study Advisor	Dr. Somying Ngarmpornprasert
Program	Master of Engineering in Engineering Management
Academic Year	2022

ABSTRACT

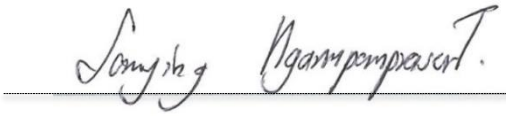
This research aims to reduce air compressors' failure rates and increase Mean Time Between Failures (MTBF) by applying principles and concepts of Preventive Maintenance to improve maintenance schedules and Management practice.

The research begins with studying the current condition of air compressors and collecting data on the failure rate and preliminary improvement guidelines from the Industrial Service's logbook using in the Engineering Department, and the existing maintenance plans in the SAP system. The collected data is then prioritized using a Pareto diagram to identify the most critical issues related to air compressor failures. The Why Why Analysis technique is employed to analyze the root causes of air compressor problems and to develops preventive and predictive maintenance practices to the identified issues.

After implementing air compressor improvement measures, the research results show that the average monthly failure rate has decreased from the initial 5.3 times to 1.0 times, resulting in an 81.13% reduction. The Mean Time Between Failures (MTBF) has increased from 7,444.50 minutes per occurrence to 42,336.0 minutes per occurrence, representing a 568.69% improvement. The Mean Time to Repair (MTTR) has decreased from an average of 555.49 minutes to 17.0 minutes, resulting in a 96.94% reduction. The availability rate has increased from 92.51% to 99.96%, indicating a 7.45% improvement. The failure rate of the air compressors has reduced from 135 occurrences per million minute to 24 occurrences per million minute, representing a 82.22% reduction.

Keywords: Failure Rate Reduction, Air Compressor, Compressed Air System, MTBF, MTTR

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



Advisor

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ ที่ให้ความกรุณา ในการเป็นที่ปรึกษาให้แก่ผู้วิจัย กราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ รศ.ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์ และกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ ผศ.ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ ซึ่งให้คำแนะนำและข้อมูลความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งทฤษฎีที่มีความจำเป็นต่องานวิจัย และยังติดตามให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินงานวิจัย ตั้งแต่ขั้นตอนเบื้องต้น จนประสบความสำเร็จ ตลอดจน ขั้นตอนต่างๆ อันเป็นปัจจัยที่ส่งผลให้งานวิจัยนี้ บรรลุตามวัตถุประสงค์ ผู้ทำการวิจัยได้รับความปรารถนาดี ในทุกๆ ขั้นตอนการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้วิจัยกราบขอบพระคุณ มา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทางโรงงานกรณีศึกษา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ ข้อมูลต่างๆ รวมถึง งบประมาณในการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขต่างๆ รวมถึงคำแนะนำในการดำเนินงานในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง ซึ่งทำให้งานวิจัยในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จในการดำเนินงานครั้งนี้ รวมทั้งคำแนะนำที่ดีจากเพื่อนร่วมงาน และวิศวกรบริการและผู้ชำนาญการ ด้านระบบเครื่องอัดอากาศที่ช่วยให้คำแนะนำและความรู้ ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณและให้ความเคารพเป็นอย่างสูง

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ในการทำงานวิจัยจนสำเร็จ สำหรับส่วนที่เป็นคุณประโยชน์และคุณงามความดีที่เกิดขึ้น จากการศึกษารายงานบุคคลฉบับนี้ ผู้ทำการวิจัย ขอมอบให้แก่บิดา มารดา ส่วนข้อบกพร่องของการศึกษารายบุคคลฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

มนตรี เจนชัย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
กิตติกรรมประกาศ	ซ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุง	5
2.2 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)	7
2.3 การบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM)	8
2.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE)	11
2.5 ทฤษฎีการลดความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร	12
2.6 การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุง	14
2.7 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แนวความคิดของ 7 QC Tools	16
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
3. ระเบียบวิธีวิจัย	21
3.1 โครงสร้างของหน่วยงาน	21
3.2 การศึกษากระบวนการของเครื่องอัดอากาศ	22
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	29
3.5 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา	42

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4. ผลการวิจัย	51
4.1 การวิเคราะห์ปัญหาและการแก้ไขชั่วคราว	51
4.2 การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ	58
4.3 ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น	73
4.4 การปรับปรุงอุณหภูมิห้องอัดอากาศ	77
4.5 การติดตั้งระบบ IOT-ABB Smart Sensor	102
4.6 ผลการดำเนินงาน	103
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	105
5.1 สรุปผลการวิจัย	105
5.2 ข้อเสนอแนะ	108
บรรณานุกรม	110
ภาคผนวก	113
ก การดำเนินการสั่งซื้ออะไหล่และดำเนินการแก้ไข	114
ข ข้อเสนอแนะ	117
ประวัติผู้เขียน	120

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน..... 3
2.1 การแบ่งกลุ่มความสูญเสียหลัก 6 ประการ..... 14
3.1 อายุการใช้งานของเครื่องจักร..... 29
3.2 จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโดยรวม ก่อนการปรับปรุง..... 30
3.3 รายละเอียดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรทั้งหมด..... 30
3.4 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 ก่อนการปรับปรุง..... 33
3.5 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 ก่อนการปรับปรุง..... 33
3.6 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 ก่อนการปรับปรุง..... 34
3.7 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 ก่อนการปรับปรุง..... 34
3.8 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ก่อนการปรับปรุง..... 35
3.9 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ก่อนการปรับปรุง..... 35
3.10 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง..... 36
3.11 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง..... 37
3.12 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง..... 37
3.13 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง..... 38
3.14 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR200 ก่อนการปรับปรุง..... 38
3.15 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR200 ก่อนการปรับปรุง..... 39
3.16 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1500 ก่อนการปรับปรุง..... 39
3.17 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1500 ก่อนการปรับปรุง..... 40
3.18 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR145 ก่อนการปรับปรุง..... 40
3.19 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR145 ก่อนการปรับปรุง..... 41
3.20 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1100 ก่อนการปรับปรุง..... 41
3.21 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1100 ก่อนการปรับปรุง..... 42
3.22 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโดยแยกเป็นรายเครื่องจักร ก่อนการปรับปรุง..... 42
3.23 ค่า MTTR , MTBF, อัตราความพร้อมและอัตราการเสีย โดยรวม ก่อนการปรับปรุง..... 45
3.24 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ ZR315-01 และ ZD2800-01 ก่อนการปรับปรุง..... 46
3.25 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 และ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง..... 47
3.26 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง..... 48

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

3.26 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง..... 48
3.27 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ ZR200 และ PP1500 ก่อนการปรับปรุง..... 49
3.28 ค่า MTTR, MTBF เครื่องอัดอากาศ ZR145 และ PP1100 ก่อนการปรับปรุง..... 50
4.1 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZD315-01..... 59
4.2 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZD2800-01..... 61
4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR315-02..... 63
4.4 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZD2800-02..... 66
4.5 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง WH50..... 68
4.6 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR200..... 69
4.7 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง PP1500..... 70
4.8 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR145..... 71
4.9 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง PP1100..... 72
4.10 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2..... 80
4.11 ข้อมูลหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 81
4.12 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZR315-01และZD2800-01..... 83
4.13 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZR200 และ PP1500..... 84
4.14 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZT55-01..... 85
4.15 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZT55-02..... 86
4.16 คำนวณค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 2..... 87
4.17 คำนวณค่า NPV-IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยที่ IRR 10%..... 88
4.18 คำนวณค่า NPV-IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยที่ IRR 15%..... 89
4.19 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1..... 92
4.20 ข้อมูลหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1..... 93
4.21 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZR315-02และZD2800-02..... 94
4.22 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง WH50..... 95
4.23 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZR145 และ PP1100..... 96
4.24 คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุง ZR3..... 97
4.25 คำนวณค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 1..... 98
4.26 คำนวณค่า NPV-IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยที่ IRR 10%..... 100

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.27 คำนวณค่า NPV-IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยที่ IRR 15%..... 101
4.28 ค่า MTTR , MTBF, อัตราความพร้อมและอัตราการเสียโดยรวมก่อนการปรับปรุง..... 103
4.29 ค่า MTTR , MTBF, อัตราความพร้อมและอัตราการเสียโดยรวมหลังการปรับปรุง..... 104
5.1 การวิเคราะห์โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องอัดอากาศ..... 106
5.2 สรุปผลการตรวจวัดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 108

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เส้นกราฟรูปอ่างน้ำ..... 5
2.2 วิธีการคำนวณ MTBF และ MTTR..... 15
2.3 แนวทางการวิเคราะห์ Why Why Analysis..... 17
2.4 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต..... 18
3.1 แผนผังองค์กรในบริษัทที่ทำในกรณีศึกษา..... 21
3.2 แผนภูมิกระบวนการทำงานของเครื่องอัดอากาศ..... 23
3.3 เครื่องอัดอากาศ ZR315-01 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-01..... 24
3.4 เครื่องอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100..... 24
3.5 เครื่องอัดอากาศ WH50 และเครื่องทำลมแห้ง..... 25
3.6 เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-02..... 26
3.7 เครื่องอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100..... 26
3.8 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิบลูทูธแบบเก็บค่าได้ ยี่ห้อ ORIA..... 27
3.9 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ (Data logger) Testo 174H..... 27
3.10 เครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ KKMOON..... 28
3.11 สมุดบันทึก Log Book ช่างหน่วยงาน IS..... 28
3.12 แผนภูมิ แสดงอัตราการขัดข้องและอัตราการขัดข้องสะสมของเครื่องอัดอากาศ..... 43
3.13 แผนภูมิพาเรโตแสดงอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ..... 44
4.1 ปัญหาอุณหภูมิมอเตอร์สูง (Motor Over Temperature)..... 51
4.2 ปัญหาที่เกิดจากการสื่อสารของอุปกรณ์ (Fault Communication)..... 52
4.3 ปัญหาที่เกิดจากการรับส่งข้อมูล-แปลงสัญญาณของอุปกรณ์ (Fault Converter)..... 52
4.4 ปัญหาที่เกิดจาก Earth Fault และ Motor Over Load..... 53
4.5 ปัญหาที่เกิดจาก Auto Drain not OK..... 54
4.6 ปัญหาที่เกิดจาก VSD Dryer Motor converter time out..... 54
4.7 ปัญหาที่เกิดจาก VSD Drive not responding..... 55
4.8 ปัญหาที่เกิดจาก VSD ชำรุดเสีย และเสื่อมสภาพ..... 55
4.9 ปัญหาที่เกิดจาก Inter cooler และ Element outlet high temperature..... 55
4.10 ปัญหาที่เกิดจาก Transmitter ต่างๆ..... 56
4.11 ปัญหาที่เกิดจากระบบระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust)..... 57

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.12 กราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ก่อนการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 2..... 77
4.13 กราฟข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย หลังการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 2..... 78
4.14 เปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 79
4.15 กราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ก่อนการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 1..... 90
4.16 กราฟข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย หลังการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 2..... 91
4.17 เปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง..... 91
4.18 ระบบ Smart Sensor เพื่อใช้ในการพยากรณ์เครื่องอัดอากาศ..... 102
5.1 ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนการขัดข้องเครื่องอัดอากาศก่อนและหลังการปรับปรุงการ..... 107

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของปัญหา

ปัจจุบันทั่วโลกมีการแข่งขันทางด้านธุรกิจมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นธุรกิจทุกประเภทต้องปรับตัว ให้สามารถดำเนินธุรกิจได้ ทั้งในธุรกิจด้านการผลิต ธุรกิจด้านการบริการ รวมถึงธุรกิจด้านงานคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัจจุบันมีต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น อันเนื่องจากสภาวะทางเศรษฐกิจที่มีค่าครองชีพสูงขึ้น มีต้นทุนทั้งด้านพลังงาน ต้นทุนด้านการขนส่งที่ปรับสูงเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถเกิดการแข่งขันกับคู่แข่งได้ ต้องทำให้มีผลกำไรสูงสุด ต้นทุนต่ำสุดและยังรวมถึงการบริหารงานด้านงานซ่อมบำรุงรักษาในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน งานบำรุงรักษาก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยให้ บริษัท มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำลง มีผลการผลิตเพิ่มมากขึ้น รวมถึงจุดคุ้มทุนให้มากที่สุดได้เช่นกัน

อุตสาหกรรมผลิตน้ำดื่มในประเทศไทย เป็นอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันค่อนข้างสูง จำเป็นต้องมีการบริหารและจัดการเรื่องต้นทุนการผลิตและคุณภาพของสินค้าให้ลูกค้าพึงพอใจมากที่สุด การบริหารงานซ่อมบำรุง จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก หากมีการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง เครื่องจักรไม่เสียหรือขัดข้อง ก็จะส่งผลให้เครื่องจักร สามารถผลิตได้ตามแผนงานที่ได้วางไว้

โรงงาน มีปัญหาเครื่องจักรเกี่ยวกับเครื่องอัดอากาศเกิดเหตุขัดข้อง ต้องหยุดบ่อยครั้ง มีอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรมากถึง 53 ครั้ง ในระยะเวลา 10 เดือน หรือมีอัตราการขัดข้องเฉลี่ยต่อเดือน ประมาณ 5.3 ครั้งต่อเดือน จากการรวบรวมข้อมูล จากบันทึกการทำงานของช่างหน่วยงาน Industrial Service แผนกวิศวกรรม ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2565 พบว่า เครื่องอัดอากาศที่ใช้ในโรงงานผลิตน้ำดื่มเกิดเหตุขัดข้องอยู่บ่อยครั้งเป็นเหตุให้แรงดันอากาศลดต่ำลงเกินกว่าค่าที่เครื่องผลิตน้ำดื่มจะสามารถทำงานได้ ทำให้กระบวนการผลิตหยุดทำงาน

เครื่องอัดอากาศเป็นหนึ่งในเครื่องจักรหลักและหากเกิดการขัดข้องจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผลิตน้ำดื่มในโรงงาน ปัจจุบันโรงงานผลิตน้ำดื่ม มีเครื่องอัดอากาศทั้งหมด 9 เครื่อง โดยแบ่งเป็นเครื่องอัดอากาศแรงดันที่ใช้งานที่ 8 บาร์ อยู่จำนวน 4 เครื่อง และเครื่องอัดอากาศที่ใช้งานที่แรงดัน 40 บาร์ จำนวน 5 เครื่อง เครื่องอัดอากาศที่ใช้งานในปัจจุบันมีอายุเกินกว่า 10 ปี มีจำนวนเครื่องจักรทั้งสิ้น 8 เครื่อง หรือคิดเป็นร้อยละ 88.89 อีกทั้งระบบอัดอากาศในโรงงาน เป็นหนึ่งในเครื่องจักรที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25-35 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในโรงงานอีกด้วย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ผู้วิจัย ในฐานะผู้ปฏิบัติงาน และมีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบระบบเครื่องจักรสนับสนุนการผลิตรวมถึงระบบอัดอากาศโดยตรง จึงได้มีความต้องการที่จะลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศในโรงงานผลิตน้ำดื่มให้ลดน้อยลงและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดชำรุดของเครื่องจักรให้เพิ่มมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศในโรงงานผลิตน้ำดื่ม

1.2.2 เพื่อเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ (MTBF)

1.2.3 วิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงินจากการปรับปรุงโครงการ

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาสภาพปัจจุบันและรายละเอียดเชิงลึกของเครื่องอัดอากาศจากบันทึกรายงานประจำวันของช่างยูทิลิตี้ หน่วยงาน Industrial Service แผนกวิศวกรรม โรงงานผลิตน้ำดื่ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา การเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่าง วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 จนถึงวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2565

1.3.2 พิจารณาการปรับปรุง แก้ไข และรับผิดชอบโดยผู้รับเหมางานภายนอกบริษัทและช่างของหน่วยงานยูทิลิตี้ แผนก Industrial Service ฝ่ายวิศวกรรม เป็นผู้ช่วยในการดำเนินงานปรับปรุงและติดตามความคืบหน้าของการปรับปรุงแก้ไข

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ทำการศึกษาข้อมูลของเครื่องอัดอากาศและสภาพปัญหาปัจจุบัน

1.4.2 ทำการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีและที่เกี่ยวข้อง

1.4.3 ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องอัดอากาศ เพื่อหาระดับความสำคัญของปัญหา

1.4.4 ทำการศึกษารายละเอียด การเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ จากบันทึกรายงานประจำวันของช่างหน่วยงาน Industrial Service แผนกวิศวกรรม

1.4.5 ทำการแก้ปัญหาและปรับปรุง เพื่อลดการชำรุดของเครื่องอัดอากาศในโรงงาน

1.4.6 ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการดำเนินงานและทำการวิเคราะห์

1.4.7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.5 ประโยชน์คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 อัตราการชำรุดเครื่องอัดอากาศลดลง

1.5.2 ค่าเวลาเฉลี่ยระหว่างการเกิดการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ (MTBF) เพิ่มขึ้น

1.5.3 ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องอัดอากาศ

1.6 ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เวลา (ปี-เดือน)							
	2565					2566		
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1. ทำการศึกษาข้อมูลของเครื่องอัดอากาศและสภาพปัญหาปัจจุบัน								
2. ทำการศึกษางานวิจัยและทฤษฎีและที่เกี่ยวข้อง								
3. ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเครื่องอัดอากาศ เพื่อหาระดับความสำคัญของปัญหา								
4. ทำการศึกษารายละเอียด การเกิดชำรุดของเครื่องอัดอากาศ จากบันทึกรายงานประจำวันของช่าง								
5. ทำการแก้ปัญหาและปรับปรุง เพื่อลดการชำรุดของเครื่องอัดอากาศในโรงงาน								
6. ดำเนินการเก็บรวบรวมผลการดำเนินงานและทำการวิเคราะห์								
7. สรุปงานวิจัยและข้อเสนอแนะ								
8. จัดทำรูปเล่ม								

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศกรณีศึกษาโรงงานน้ำดื่ม เป็นการปรับปรุงเพื่อลดอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ เพิ่มความน่าเชื่อถือของหน่วยงานซ่อมบำรุง ดังนั้น การบำรุงรักษาเครื่องจักรในโรงงาน จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เพื่อให้ผู้ประกอบการมั่นใจว่า เครื่องจักรได้รับการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธีและเกิดอย่างต่อเนื่อง รวมถึงต้นทุนในการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้มีต้นทุนต่ำมากที่สุด และเครื่องจักรในโรงงานมีความพร้อมใช้งานอยู่ตลอดเวลา และไม่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิตในโรงงาน ทำให้ยอดการผลิต (OEE) ต่ำลง รวมถึงไม่มีของเสียในสายการผลิต

การบำรุงรักษาเครื่องจักรในหน่วยงานของงานซ่อมบำรุง ก็เป็นหนึ่งในเครื่องจักร ที่สามารถช่วยให้กระบวนการผลิตในโรงงานสามารถผลิตได้ต่อเนื่อง ได้เช่นกัน อาทิเช่น เครื่องอัดอากาศในโรงงาน เป็นหนึ่งในเครื่องจักร ที่มีอัตราการใช้งานด้านพลังงานที่สูงเป็นอันดับต้นๆ ของการผลิตในโรงงาน หากเครื่องอัดอากาศเกิดอัตราการชำรุดระหว่างการผลิต จะส่งผลให้ยอดการผลิตลดต่ำลงได้เช่นกัน ดังนั้นการลดอัตราการชำรุด การเพิ่มความน่าเชื่อถือของเครื่องจักร รวมถึงการเพิ่มค่าเฉลี่ยการเกิดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศให้สูงขึ้น ส่งผลให้มีอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นได้

การลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ ใช้ทฤษฎีที่ การซ่อมบำรุง ในการประเมินและเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นตอนปฏิบัติงาน และรายละเอียด ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย นำผลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลแล้วนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แนวความคิดของ 7 QC Tools เพื่อนำมาใช้รวบรวมและแยกประเภทของงานซ่อมบำรุงและประเภทของงานแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดยใช้หลักการตามทฤษฎีเรื่องการบำรุงรักษาแบบทวีผล เรื่องของการซ่อมบำรุงรักษาตามรอบและการบำรุงรักษาแบบเชิงพยากรณ์ ทฤษฎีเรื่องการบำรุงรักษาทวีผลโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) เรื่องของการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง การวางแผนงานบำรุงรักษา และการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง เข้ามาดำเนินการแก้ไขปัญหา และทฤษฎีเรื่อง การสูญเสียหลัก 6 ประการมาแก้ไข ปรับปรุง และใช้ทฤษฎีเรื่องการวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุงรักษา มาเป็นเกณฑ์ในการคำนวณตัวชี้วัดการแก้ไขปัญหาเชิงตัวเลข

2.1 ทฤษฎีเรื่องการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักร

2.2 การบำรุงรักษาแบบทวีผล (Productive Maintenance)

2.3 การบำรุงรักษาแบบทวีผล โดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)

2.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE: Overall Equipment Effectiveness)

2.5 ความสูญเสียหลัก 6 ประการ (Six Big Losses)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

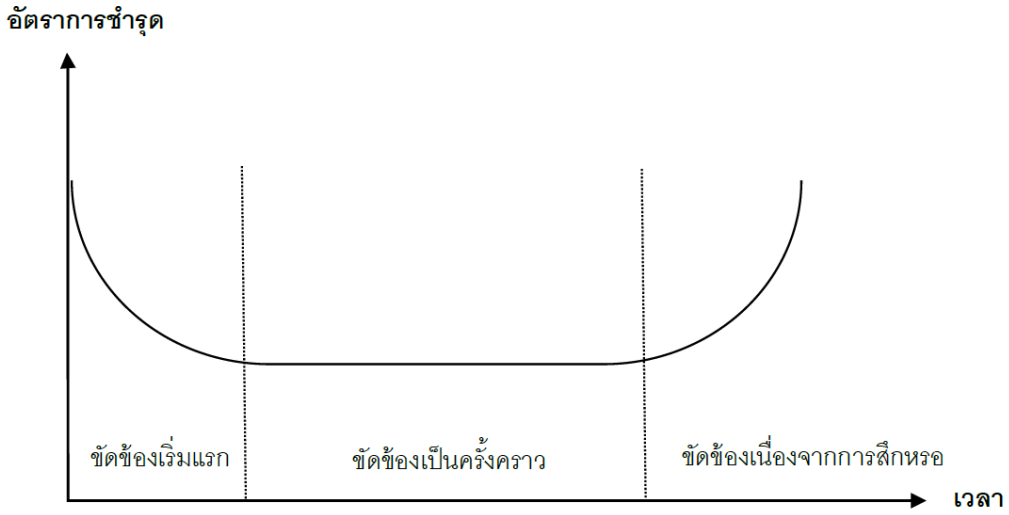
2.6 การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุง

2.7 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แนวความคิดของ 7 QC Tools

2.8 งานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมบำรุงเครื่องจักร

วสันต์ จันทร์นวล (2562) ปัญหาที่เกี่ยวกับเครื่องจักรได้กล่าวไว้ว่า เครื่องจักรจะมีช่วงอายุตามการใช้งานตามสภาพแวดล้อมที่ทำงานอยู่ ซึ่งอายุตามใช้งานของเครื่องจักรจะสั้นหรือนาน ขึ้นอยู่หลายปัจจัยและหลายองค์ประกอบ ซึ่งตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักรจะมีลักษณะเป็น กราฟเส้นรูปอ่างน้ำ ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เส้นกราฟรูปอ่างน้ำ, โกศล ดีศีลธรรม, 2548

จากภาพที่ 2.1 การเริ่มการชำรุดช่วงแรกจะเกิดการชำรุดขัดข้องเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อใช้งานไปได้ไม่นาน โดยสาเหตุจากการออกแบบที่ผิดพลาดหรือการสร้างที่ผิดพลาด ดังนั้นการทดลองเดินเครื่องจักรเต็มประสิทธิภาพ ก่อนที่รับเครื่องจักรและรีบกำจัดสาเหตุการชำรุด เพื่อลดอัตราการเกิดเหตุชำรุดให้น้อยลงมากที่สุด

ช่วงการชำรุดขัดข้องแบบครั้งคราว เป็นอัตราการเกิดการขัดข้องอยู่ในลักษณะคงที่และการชำรุดขัดข้องเป็นไปแบบโดยบังเอิญ ซึ่งสาเหตุการชำรุดขัดข้อง มักจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใด หรือเกิดขึ้นระหว่างการใช้งานเครื่องจักร หรือเกิดจากข้อบกพร่องของกระบวนการผลิต โดยมีสาเหตุจากการควบคุมไม่เพียงพอ แม้ว่าจะมีการซ่อมบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน จะเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันไม่ให้เกิด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เหตุขัดข้องหรือชำรุดได้อีก แต่ก็ไม่มีประโยชน์อะไรมาก เนื่องจากระยะนี้เป็นช่วงเวลาที่ต้องสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเครื่องจักร

ช่วงการชำรุดขัดข้องเนื่องจากการสึกหรอของเครื่องจักร อัตราการเกิดเหตุขัดข้องจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก เนื่องจากชิ้นส่วนของเครื่องจักรหมดเสื่อมสภาพใช้งาน หากสามารถพยากรณ์ก่อนเกิดการเสื่อมสภาพได้ล่วงหน้า จากนั้นดำเนินการเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องจักรก่อนเกิดเหตุขัดข้องหรือก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหาย จะสามารถลดอัตราการชำรุดขัดข้องลงได้ นอกจากนั้น การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุงและเชิงป้องกัน จะทำให้ช่วงการเริ่มต้นของการชำรุดขัดข้องเนื่องจากการสึกหรอหรือเสื่อมสภาพเกิดได้ช้าลง (ไกรวิทย์ เศรฐวนิช, 2546)

ปัญหาการบริหารการซ่อมบำรุง สามารถแบ่งออกได้ ดังนี้

- สร้างเครื่องจักรใช้เองไม่ได้มาตรฐานและไม่มีคุณภาพ
- พิจารณาสั่งซื้อเครื่องจักรเก่าที่หมดสภาพการใช้งาน
- การออกแบบเครื่องจักรมีจุดอ่อนภายใน
- เครื่องจักรล้าสมัย ไม่มีอะไหล่ขายและไม่มีคู่มือในบำรุงรักษา
- เครื่องจักรเสียบ่อย โดยที่ไม่ทราบสาเหตุ
- ไม่ทราบอะไหลในการใช้งาน เสียแล้วซ่อม ไม่มีการวางแผนบำรุงรักษา

เครื่องจักรหลักที่สำคัญ คือเครื่องจักรที่มีผลกระทบต่อกระบวนการผลิต หากเครื่องจักรนั้นเกิดการชำรุดขัดข้อง จะส่งผลต่อประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตได้ สามารถพิจารณาว่าเครื่องจักรนั้นมีความสำคัญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

- มูลค่าของเครื่องจักร
- กระทบต่อกระบวนการผลิตหรือคุณภาพของสินค้า
- กระทบต่อความปลอดภัยในการทำงานของพนักงาน
- กระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การเริ่มระบบการซ่อมบำรุงรักษา มีรายละเอียดดังนี้

- จัดทำรายชื่อเครื่องจักร
- กำหนดแผนงานการบำรุงรักษาตามรอบ
- กำหนดแผนการบำรุงทั้งปี
- ขั้นตอนการปฏิบัติวิธีงานด้านการซ่อมบำรุงรักษา

2.1.2 การวางแผนการซ่อมบำรุง มีวัตถุประสงค์คือ

(1) มียอดการผลิตมากขึ้น, มีคุณภาพ ต้นทุนต่ำและเกิดความปลอดภัย (2) เพื่อกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานให้ถูกต้องและอย่างชัดเจน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) เพื่อให้มีการบันทึกงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรที่ถูกและติดตามได้

(4) เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ด้านต้นและค่าใช้จ่ายที่เกิดจากงานซ่อมบำรุง

(5) เพื่อการซ่อมบำรุงเกิดประสิทธิภาพสูงสุดและใช้ทรัพยากรน้อยที่สุด

(6) เพื่อยืดอายุการใช้งานมากที่สุด

(7) เพื่อลดการใช้พลังงานของเครื่องจักรให้มากที่สุด

2.2 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)

วสันต์ จันทร์นวล (2562) คือการซ่อมบำรุงรักษาแบบทวีและการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเข้ามาใช้งานด้วยกัน และยังต้องคำนึงถึง ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์การผลิต กล่าวคือ การนำเอาค่าความเสียหายจากการ ชำรุด สึกหรอเสื่อมสภาพของเครื่องจักรและมีค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษา นำมาพิจารณาเพื่อหาจุดที่มีความเหมาะสมและจัดทำเป็น “ระบบบำรุงรักษาเครื่องจักร”

2.2.1 การบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อม (Breakdown Maintenance)

การบำรุงรักษาแบบเสียแล้วซ่อมเครื่องจักร เมื่อเครื่องจักรชำรุดฝ่ายผลิตมีหน้าที่แจ้งให้หน่วยงานซ่อมบำรุงทราบ จากนั้นหน่วยงานซ่อมบำรุงจะเร่งเข้าดำเนินการแก้ไขอย่างเร็วที่สุด ดังนั้นช่างซ่อมบำรุงจำเป็นต้องมีทักษะสูงจำและจำเป็นต้องมีช่างเทคนิคจำนวนมาก เพราะว่าเครื่องจักรขัดข้องเป็นประจำทุกวัน เมื่อฝ่ายผลิตมีปัญหาทุกวัน จะส่งผลให้อัตราการผลิตลดลง

2.2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเครื่องจักรแบบเชิงป้องกัน เป็นกิจกรรมการตรวจสอบประจำวันของหน่วยงานซ่อมบำรุงในการหล่อลื่น การทำความสะอาด การขันแน่นตามจุดต่างๆ เครื่องจักรตามที่ได้ที่กำหนดไว้ในใบตรวจสอบเครื่องจักร (Check Sheet) และมองหาความผิดปกติของเครื่องจักรแผนนี้จะมี 2 ลักษณะ

(1) การบำรุงรักษาตามรอบ คือซ่อมตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้เช่น การบำรุงรักษาทุก 3 เดือน การบำรุงรักษาทุก 6 เดือน หรือ การบำรุงรักษาทุก 1 ปี โดยการเปลี่ยนอะไหล่ โดยที่อะไหล่ยังไม่ชำรุดเสียหายหรือเสื่อมสภาพ แต่เพื่อควบคุมคุณภาพของสินค้าและเพื่อป้องกันเครื่องจักรชำรุดเสียหายในระหว่างการผลิต

(2) การบำรุงรักษาแบบคาดคะเนหรือแบบเชิงพยากรณ์ คือการพยากรณ์หรือการคาดคะเน อัตราการชำรุด สึกหรอและเสื่อมสภาพเครื่องจักร จากการตรวจสอบประจำวันหรือประวัติการซ่อมบำรุงต่างๆ หรือคู่มือการบำรุงรักษาเครื่องจักร จะสามารถคาดคะเนหรือทำนายพยากรณ์ การชำรุดของเครื่องจักรได้ หรือ การใช้เทคโนโลยีเข้ามาเพื่อช่วยในการตรวจวัด จะช่วยให้สามารถวางแผนบำรุงรักษาก่อนที่เครื่องจัก ร จะเกิดความเสียหายหรือเกิดการชำรุดได้ จากนั้นทางหน่วยงานซ่อมบำรุงรักษาสามารถทำการจัดเตรียมอะไหล่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เครื่องจักรล่วงหน้าได้และเตรียมช่างไว้ล่วงหน้า เพื่อให้สามารถเปลี่ยนอะไหล่ได้ทันตามแผนการบำรุงรักษาเครื่อง

2.2.3 การบำรุงรักษาแบบเชิงแก้ไข

เป็นการซ่อมบำรุงแบบแก้ไข คือการซ่อมเครื่องจักรชำรุดเสียหายและแก้ไขปรับปรุงอะไหล่หรืออุปกรณ์ให้มีคุณภาพและความคงทนมากขึ้นกว่าเดิม เพื่อไม่ให้เครื่องจักรกลับมาเสียได้อีก โดยส่วนมากเป็นการออกแบบให้สามารถใช้งานในระบบบำรุงรักษาได้ง่าย หรือการเปลี่ยนไปใช้วัสดุชิ้นใหม่ ที่มีความแข็งแรงทนทานที่มากขึ้นหรือมีคุณภาพที่ดีกว่าเดิม จึงเป็นการปรับปรุงเครื่องจักรให้สามารถใช้งานได้เพิ่มสูงขึ้น เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการซ่อมบำรุงเครื่องจักรและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานสูงสุด เมื่อเครื่องจักรได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้ว จะช่วยในการขจัดข้อบกพร่องของเครื่องจักร ยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นได้

2.2.4 การบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน

เป็นการป้องกันการบำรุงรักษา โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เครื่องจักรเกิดการชำรุดขัดข้อง จากฝ่ายซ่อมบำรุง นำไปให้ฝ่ายออกแบบเครื่องจักร แก้ไขปรับปรุงจุดบกพร่องของเครื่องจักร

การบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน เป็นการจัดทำแผนการบำรุงรักษาโดยอาศัยหลักการพื้นฐาน เช่น การเช็ค ตรวจสอบ การหล่อลื่น การถอดเปลี่ยนอะไหล่ การซ่อมแซม แก้ไข การจดบันทึก ซึ่งข้อทั้งหมด เป็นข้อมูลการบำรุงรักษา การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ โดยมีวัตถุประสงค์คือ การค้นหาสาเหตุ จากนั้นนำไปสู่การแก้ไขและสร้างมาตรฐานการแก้ไขปัญหา เช่น การตรวจสอบสภาพเครื่องจักร การซ่อมแซมแก้ไข การหล่อลื่นเครื่องจัร การขันแน่น รวมถึงการสร้างมาตรฐานการปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.2.5 การบำรุงรักษาแบบทวีผล

เป็นการซ่อมบำรุงเครื่องจักรทวีผล โดยการวางแผนการซ่อมบำรุงรักษาเข้าด้วยกัน คือ การบำรุงรักษาแบบเชิงป้องกัน การบำรุงรักษาเชิงแก้ไข-ปรับปรุง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการผลิต

2.3 การบำรุงรักษาทวีผลแบบโดยทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance)

ธีรพันธุ์ วิสุทธิญาณ (2558) กล่าวไว้ว่า การบำรุงรักษาทวีผลแบบโดยทุกคนมีส่วนร่วม (TPM) หมายถึง การบำรุงรักษา ที่ครอบคลุม ตลอดช่วงอายุการใช้งานของอุปกรณ์ นับตั้งแต่การวางแผนการผลิต การซ่อมแซม การปรับปรุงแก้ไขและการบำรุงรักษาอื่นๆ โดยอาศัยความร่วมมือจากพนักงาน รวมถึงหัวหน้างานและผู้บริหารระดับสูง เพื่อส่งเสริมการบำรุงรักษาทวีผลแบบโดยทุกคนมีส่วนร่วม โดยการสร้างขวัญกำลังใจ รวมถึงการดำเนิน กิจกรรมของกลุ่มย่อย ที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น กิจกรรมกลุ่มย่อย เป็นหัวใจหลัก ในการจัดทำระบบ TPM คือการทำให้ความสามารถของโรงงานได้รับการนำมาใช้สูงสุดด้วย ดังนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

- ลดอัตราการชำรุดเครื่องจักรที่ส่งผล ต่อกระบวนการผลิต
- เพิ่มความสามารถของเครื่องจักรเชิงปริมาณ คือ ผลิตได้มากขึ้นและไม่มีของเสีย
- การปรับปรุงด้านความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม ให้คุณภาพดีขึ้น (ธีรพันธุ์ วิสุทธิญาณ, 2558)

2.3.1 TPM มี วัตถุประสงค์ดังนี้

เพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ของกระบวนการผลิต โดยวิธีการสร้างเครื่องจักร วิธีใช้งานเครื่องจักร และวิธีบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยการ กำจัดความสูญเปล่า (Loss) จากขั้นตอนการเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือเกิดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักร โดยการกำจัดการสูญเสียความเร็ว จากการหยุดเล็กๆ น้อยๆ ความเร็วของเครื่องจักร ที่ลดลง โดยการกำจัดของเสียจากขั้นตอน การผลิตกำจัดเวลาเริ่มเดินเครื่องจักร กำจัดประสิทธิภาพเครื่องจักรที่ต่ำลงและการกำจัดของเสียจากการผลิต

2.3.2 กิจกรรม 8 เสาหลักของ TPM

เสาหลักที่ 1 การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง (Focused Improvement) เป็นการลดความสูญเสียหลัก 16 ประการให้เป็น “ศูนย์” โดยการใช้ เครื่องมือต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางการแก้ไขและป้องกัน เครื่องมือที่ใช้งานเช่น 5W1H, การวิเคราะห์ Why-Why Analysis, 7 QC Tools, การวิเคราะห์แผนผังก้างปลา การใช้กราฟพาเรโต ในการวิเคราะห์ เป็นต้น การแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิตเฉพาะเรื่อง ที่ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเครื่องจักรในกระบวนการมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลโดยรวมสูงขึ้น เกิดประโยชน์สูงสุด เช่น ปัญหาที่เกิดขึ้นบ่อยๆและเกิดซ้ำๆ จะถูกแก้ไข โดยการรวบรวมทีมงานและผู้เชี่ยวชาญ เข้ามาช่วย แก้ไข ปรับปรุงและพัฒนาอย่างต่อเนื่องและทำงานกันเป็นกลุ่ม เพื่อให้มีประสิทธิผลสูงสุด

วัตถุประสงค์ของการปรับปรุงเฉพาะเรื่องคือ เพื่อขจัดความสูญเสียหรือการขัดข้องของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิผลของเครื่องจักรและอุปกรณ์

เสาหลักที่ 2 การบำรุงรักษาด้วยตนเอง (Autonomous Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาหลักของกิจกรรม TPM คือการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง โดยการตรวจสอบเครื่องจักรได้ด้วยตนเอง **เช่น การตรวจสอบประจำวันของเครื่องจักร การหล่อลื่น การขันแน่น การทำความสะอาด เป็นต้น**

วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง คือ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจแก่ผู้ควบคุมเครื่องจักรในกระบวนการผลิตสามารถดูแลบำรุงรักษาเครื่องจักรได้ด้วยตนเอง

เสาหลักที่ 3 การบำรุงรักษาเชิงวางแผนงาน (Planned Maintenance) เป็นการวางแผนงานการบำรุงรักษา ให้กับเครื่องจักร เพื่อให้เกิดการชำรุด ขัดข้อง หรือเกิดความเสียหายระหว่างการผลิต มีต้นทุนในการบำรุงรักษาและใช้ทรัพยากรณ์ที่น้อยที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวางแผนการบำรุงรักษา เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อให้มั่นใจว่าได้รับการดูแลและการบำรุงรักษาตามแผนงานที่ได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เสาหลักที่ 4 การบำรุงรักษาแบบเชิงคุณภาพ (Quality Maintenance) คือ การป้องกันข้อบกพร่องให้เป็นศูนย์ และตรวจสอบตามรอบเวลาที่กำหนดไว้ และป้องกันความบกพร่องด้านคุณภาพ โดยทำการสุ่มการตรวจสอบว่า สินค้านั้นมีคุณภาพ เพื่อลดการร้องเรียนจากลูกค้า

วัตถุประสงค์ของการบำรุงรักษาแบบเชิงคุณภาพ คือ การตรวจวัดสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ให้เป็นไปที่กำหนดหรือตามตามมาตรฐาน เพื่อป้องกันความบกพร่องและลดของเสีย จากขั้นตอนการผลิต

เสาหลักที่ 5 การฝึกอบรมและให้ความรู้ (Training and education) เป็นการพัฒนาความรู้ความสามารถ ให้แก่พนักงานทุกคน เพื่อให้พนักงานมีความรู้ มีความเข้าใจ ในการทำงานที่วิธีและถูกต้อง สามารถทำงานได้เร็วขึ้น มีความปลอดภัยในการทำงาน และเกิดประสิทธิผลในการซ่อมและการบำรุงรักษา ลดปัญหาเครื่องจักรขัดข้องระหว่างการผลิตลดลงได้

วัตถุประสงค์ของการฝึกอบรมและให้ความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและเสริมสร้าง ประสบการณ์ให้แก่พนักงาน เพื่อให้พนักงานสามารถขจัดปัญหาและค้นหาสาเหตุของการเกิดการขัดข้องของเครื่องจักรได้และสามารถแก้ไขและปฏิบัติงานได้อย่างถูกวิธี

เสาหลักที่ 6 ความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อม (Safety, Health and Environment) เป็นการ รักษาสภาพแวดล้อม ในการทำงาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับ พนักงานทุกคน ขจัดความเสี่ยงที่ส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยหรือหรือเกิดมลพิษจากสภาพแวดล้อม แล้วส่งผลเสียต่อพนักงาน

วัตถุประสงค์ของความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อม คือทำให้คุณภาพชีวิตและการทำงานของพนักงานทุกคนให้ดีขึ้น ลดการเจ็บป่วยที่เกิด จากการทำงาน การสร้างแรงจูงใจให้แก่พนักงานและทำให้การทำงานปลอดภัยสูงสุด

เสาหลักที่ 7 การเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนของสำนักงาน (Efficiencies Administration) เป็นการดำเนินการต่าง ๆ ในส่วนของ ส่วนงานสำนักงาน ซึ่งเป็นส่วนสนับสนุน การดำเนินกิจกรรม 5ส. เพื่อให้การเกิดการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงาน ของสำนักงานให้ดีมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดบทบาทและหน้าที่ในการทำงานอย่างชัดเจนของแต่ละคนว่าต้องรับผิดชอบและดำเนินการอย่างไร (สนั่น เถาชารี, 2554)

วัตถุประสงค์การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานสายสำนักงานคือเพื่อการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องในด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลของฝ่ายบริหาร รวมถึงขจัดความสูญเสียด้านประสิทธิผลในกิจกรรมต่างๆ ของฝ่ายบริหาร

เสาหลักที่ 8 การพัฒนาการบริหารระบบการจัดการ (Development Management)คือ เพื่อให้ประสบผลสำเร็จและลดการใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพ ลดความสูญเสียต่างๆ เพื่อให้การบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการผลิต ลดเวลาการติดตั้งและลดเวลาในการติดตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์ใหม่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.3.3 ประโยชน์ของระบบ TPM

(1) ด้านพนักงาน

- เพื่อเพิ่มทักษะและพัฒนาในการดูแลรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ส่งผลให้พนักงานเห็นความสำคัญของเครื่องจักรและอุปกรณ์

- ส่งเสริมให้พนักงานซ่อมบำรุง พัฒนาทักษะความรู้ ความสามารถในการบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ส่งผลให้ประสิทธิภาพโดยรวมสูงขึ้น

- การวางแผนการบำรุงรักษาแบบมีส่วนร่วมระหว่างผู้ดูแลเครื่องจักร พนักงานซ่อมบำรุง และหัวหน้างาน เกิดความเข้าใจ ความสัมพันธ์ที่ดีซึ่งกันและกัน ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพการซ่อมบำรุง

(2) ด้านเทคโนโลยี

- ลดการสูญเสียวัตถุดิบ จากการเตรียมเครื่องจักรก่อนการผลิต
- ลดการสูญเสียผลิตภัณฑ์ จากการขัดข้องของเครื่องจักรในระหว่างการผลิต
- ลดเวลาการซ่อม จากการปรับตั้ง ปรับแต่งเครื่องจักร
- ลดการสูญเสียอัตราความเร็วมาตรฐานของเครื่องจักร จากการเดินไม่เต็มกำลังการผลิต

2.4 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (Overall equipment effectiveness)

ธีรพันธุ์ วิสุทธิญาณ (2558) คือประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) ซึ่งใช้ในการวัดประสิทธิผลโดยรวม ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในโรงงานอุตสาหกรรม และสะท้อนถึงปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต

เครื่องจักรที่ดีคือเครื่องจักรและอุปกรณ์ สามารถทำงานได้อย่างเต็มกำลังของเครื่องจักร แต่ถ้าเครื่องจักรใช้งานได้ตลอดเวลาและเดินเครื่องได้เต็มกำลังการผลิต แต่ผลิตชิ้นงานผลิตออกมาแล้วเกิดเป็นของเสีย และไม่มีคุณภาพ ดังนั้นเรื่องเครื่องจักรที่ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพนั้น ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ สามารถผลิตสินค้าให้มีคุณภาพ และเกิดความปลอดภัย ต่อพนักงานที่ปฏิบัติงาน

2.4.1 การคำนวณหาค่า OEE

ประกอบด้วยผลคูณของ 3 องค์ประกอบ ดังนี้

(1) ความพร้อมของเครื่องจักร (Availability Rate: A)

อัตราความพร้อมเครื่องจักร เกิดจากความสูญเปล่าด้านเวลา จากการที่เครื่องจักรเสีย เนื่องจาก เครื่องจักรเกิดการชำรุดขัดข้องและเกิดการเสีย อันเนื่องมาจากการสูญเสียเวลาจากการปรับตั้งเครื่องจักร ปรับแต่งเครื่องจักร การเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ใหม่ และการเตรียมงาน ของเครื่องจักร

$$\text{ความพร้อมของเครื่องจักร} = \frac{\text{เวลารับภาระงาน - เวลาสูญเปล่าจากเครื่องหยุด}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \times 100\% \quad (2.1)$$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Performance Rate : P)

เป็นเวลาการเดินเครื่องจักรสุทธิ เกิดจากเวลา การสูญเปล่าจากเครื่องจักร เกิดการสูญเสียกำลัง อันเนื่องมาจากการที่เครื่องจักร หยุดเดินเล็กๆ น้อยๆ การเดินเครื่องตัวเปล่าและการสูญเสียด้านความเร็ว ทำให้เครื่องจักร ไม่สามารถผลิตชิ้นงาน ได้อย่างเต็มกำลังการผลิต

ประสิทธิภาพการเดินเครื่องจักร = $\frac{\text{รอบเวลาทางทฤษฎี} \times \text{จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้}}{\text{เวลาเดินเครื่อง}} \times 100\%$ (2.2)

(3) อัตราคุณภาพ (Good Quality Rate : Q)

คือ เครื่องจักรผลิตชิ้นงานออกมาเป็นของเสีย และไม่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ เป็นการผลิตออกมาแล้ว สินค้าหรือผลิตภัณฑ์เป็นของเสีย ทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง

อัตราของดี = $\frac{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้} - \text{ปริมาณของเสีย}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้}} \times 100\%($ (2.3)

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (Overall Equipment Effectiveness: OEE)

OEE = อัตราความเร็วของเครื่องจักร x ประสิทธิภาพของเครื่องจักร x อัตราคุณภาพ (2.4)

(A : Availability rate) (P : Performance rate) (Q : Quality rate)

เกณฑ์มาตรฐานของ OEE ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์จะอยู่ที่ 85%

ตัวอย่างการคำนวณ

อัตราการความพร้อมของเครื่องจักร (A) = 98%

ประสิทธิภาพของเครื่องจักร (P) = 98%

อัตราคุณภาพ (Q) = 99%

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE)

OEE = (0.98 x 0.98 x 0.99) x 100% = 95.08%

ดังนั้น OEE มีค่าเท่ากับ 95.08 เปอร์เซ็นต์

2.5 ทฤษฎีการลดความสูญเสียหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องจักร (Six Big Losses)

ความสูญเสียหลัก 6 ประการ เป็นปัญหา ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องจักร ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

(1) ความสูญเสียหลักกลุ่มที่ 1 คือ ทำให้เวลาเดินเครื่องจักรลดลง

(2) ความสูญเสียหลักกลุ่มที่ 2 คือ ทำให้เวลาเดินเครื่องจักรสุทธิลดน้อยลง

(3) ความสูญเสียหลักกลุ่มที่ 3 คือ ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่าน้อยลง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ซึ่งการสูญเสียหลักทั้ง 3 กลุ่ม เป็นสาเหตุให้ประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) ต่ำลง จึงกล่าวได้ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ของเครื่องจักร คือการลดความสูญเสียหลักทั้ง 3 กลุ่มนี้ และสามารถแยกออกได้ เป็นดังนี้

2.5.1 ความสูญเสียหลักกลุ่มที่ 1 คือเป็นความสูญเสีย ที่ทำให้เวลาเดินเครื่องจักรเหลือน้อยลง

(1) ความสูญเสียจากเครื่องจักรเสีย ต้องหยุดการผลิต

เป็นความสูญเสียที่เกิดจากเครื่องจักรเกิดการชำรุด การขัดข้องและเครื่องจักรเสีย อย่างฉับพลันและเกิดการขัดข้องแบบเรื้อรัง ทำให้สูญเสียเวลา ส่งผลให้การผลิตลดลงและเกิดของเสียจากการผลิตเพิ่มมากขึ้น

(2) ความสูญเสียจากการปรับผลิตภัณฑ์ใหม่,การปรับแต่ง การปรับตั้งเครื่องจักรและอุปกรณ์

เป็นความสูญเสียทางด้านเวลาที่เกิดจาก การการปรับตั้ง ปรับแต่งเครื่องจักร และและการเปลี่ยนสินค้านำไปสู่การเริ่มผลิตสินค้าใหม่

2.5.2 ความสูญเสียหลักกลุ่มที่ 2 เป็นความสูญเสียเวลาเดินเครื่องสุทธิ

(1) ความสูญเสียจากการที่เครื่องจักรเสีย หยุดเล็ก ๆ น้อย ๆ หรือการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า เป็นความสูญเสีย ที่เกิดจากการติดขัดของเครื่องจักรแบบเล็กๆ น้อยๆ เนื่องจากเกิดปัญหาเกิดขึ้นชั่วขณะ หรือเกิดจากการเดินเครื่องจักรตัวเปล่า

(2) ความสูญเสียด้านความเร็ว

เป็นความสูญเสีย ที่เกิดจากความเร็วมาตรฐานของเครื่องจักรลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วมาตรฐาน เช่น รอบเวลามาตรฐานที่กำหนด คือ การทำงาน 1 รอบมาตรฐาน ใช้เวลา 30 นาที แต่ในความเป็นจริงใช้เวลา 33 นาที เท่ากับมีความสูญเสียจากความเร็ว 3 นาที เป็นต้น

(3) ความสูญเสีย จากการเริ่มเดินเครื่อง

เป็นความสูญเสียด้านเวลา เกิดจากเรื่องจักรเสีย ทำให้สูญเสียเวลาผลิต เช่น การหยุดแบบเฉียบพลัน ความยุ่งยากแบบ เล็กๆ น้อยๆ จนกระทั่ง สามารถทำให้มีการผลิตสินค้าได้คุณภาพที่คงที่ เป็นต้น

2.5.3 ความสูญเสียกลุ่มที่ 3 ความสูญเสียที่ทำให้เวลาเดินเครื่องสุทธิที่เกิดมูลค่าเหลือน้อย

(1) ความสูญเสียอันเนื่องมาจากของเสียและการแก้ไขงาน

ประกอบด้วย ความสูญเสียเชิงปริมาณจากของเสีย การแก้ไขงาน คือ ของดีที่ต้องรอซ่อมหรือรอทำการแก้ไข (re-work) และเกิดความสูญเสียเชิงเวลา ที่ใช้ในการซ่อมแซม แก้ไข เพื่อทำให้เป็นของดีมีคุณภาพ อีกครั้ง

ความสูญเสียทั้ง 3 กลุ่มสามารถแบ่งออกเป็นตารางดัง ตารางที่ 2.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 2.1 การแบ่งกลุ่มความสูญเสียหลัก 6 ประการ

ความสูญเสียหลัก 6 ประการ		
กลุ่มที่ 1 **การขัดข้อง**	**กลุ่มที่ 2** **การสูญเสียกำลังการผลิต**	**กลุ่มที่ 3** **การสูญเสียด้านคุณภาพ**
1. เครื่องจักรขัดข้อง 2. การปรับตั้งการปรับแต่งเครื่องจักร	3. การหยุด เล็กๆ น้อยๆ 4. การสูญเสียความเร็วลดลง 5. การเริ่มเดินเครื่องจักร	6. งานเสียและแก้ไขงาน

ที่มา: ธีรพงศ์ ขันทอง (2558)

2.6 การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุง

MTBF (Mean Time Between Failures) หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนการชำรุดแต่ละครั้ง MTBF เป็นการวัดสมรรถนะความเชื่อถือได้ เป็นเวลาเฉลี่ย ที่เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามปกติ ระหว่างจุดการทำงาน ซึ่งเนื่องมาจากการบำรุงรักษาเครื่องจักร ที่มีสมรรถนะสูง จะมีความเชื่อถือได้สูง หมายถึงมีค่า MTBF ที่ยาวนาน จะมีสมรรถนะความเชื่อที่สูง การตัดสินใจเลือกซื้อเครื่องจักร มีผลกระทบต่อการผลิต รวมถึงการบำรุงรักษา ในช่วงการดำเนินงาน ค่าจัดกัดความของสมรรถนะเชื่อถือได้อย่างเป็นทางการ คือ ความสามารถของเครื่องจักร ในการทำงานได้ตามต้องการภายใต้เงื่อนไข และสภาพการทำงานที่กำหนด ในช่วงเวลาที่กำหนด สามารถคำนวณได้
ดังสมการที่ (2.5)

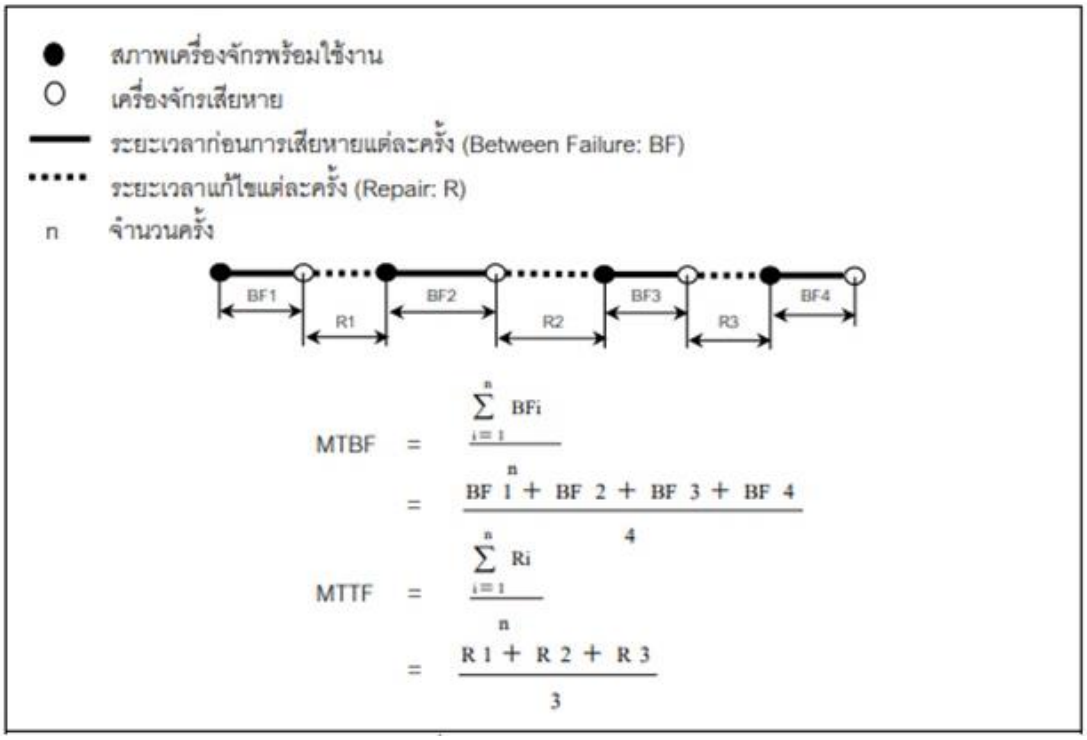
$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ยก่อนเหตุขัดข้อง} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเดินทั้งหมด}}{\text{จำนวนครั้งที่เครื่องจักรชำรุด}} \qquad (2.5)$$

MTTR (Mean Time To Repair) คือ ระยะเวลาเฉลี่ย ตั้งแต่เครื่องจักรชำรุด จนใช้งานได้ในแต่ละครั้ง ค่า MTTR เป็นการวัด ค่าสมรรถนะการบำรุงรักษาได้ ซึ่งสมรรถนะการบำรุงรักษาได้ วัดจาก ค่าเฉลี่ยของเวลาในการซ่อมแซมเครื่องจักร ค่า MTTR จะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความชำนาญ ของช่างซ่อมบำรุงรักษา ถ้าสมรรถนะการบำรุงรักษาที่ได้ มีค่าสูง หมายถึงค่า MTTR ที่สั้น คือใช้เวลาสั้นในการซ่อมแซมเครื่องจักรน้อย ค่าจำกัดความของสมรรถนะการบำรุงรักษาได้อย่างเป็นทางการคือ ความหมายของเครื่องจักรภายใต้ สภาพการใช้งานตามกำหนด สามารถกลับคืน สู่สภาพเดิมได้ หลังจากเริ่มการบำรุงรักษา ด้วยขั้นตอนและทรัพยากร ที่กำหนด ถ้าต้องการให้สมรรถนะความพร้อมใช้งานสูงขึ้น จำเป็นต้องเพิ่มสมรรถนะ ความ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เชื่อถือได้ สมรรถนะสนับสนุน การบำรุงรักษาและสมรรถนะการบำรุงรักษาได้ให้สูงขึ้น สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (2.6)

$$\text{ระยะเวลาเฉลี่ยในการซ่อม} = \frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรหยุด}}{\text{จำนวนครั้งที่ซ่อมเครื่องจักร}} \quad (2.6)$$



ภาพที่ 2.2 แสดงวิธีการคำนวณ MTBF และ MTTR (เกษม รุ่งเรือง, 2552)

จากภาพที่ 2.2 แสดงถึง สัญลักษณ์และสมการ ในการคำนวณค่า MTBF และ MTTR ซึ่งทั้ง 2 สมการนี้ มีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กันทางด้านคณิตศาสตร์ ซึ่งผลรวมของระยะเวลาก่อนการขัดข้องในแต่ละครั้ง (BF) หรือเรียกว่า ผลรวมของเวลาเดินเครื่องจักรส่วนด้วยจำนวนครั้งของการเกิดการขัดข้องคือ MTBF และผลรวมของเวลาในการซ่อมทั้งหมด ส่วนด้วย จำนวนครั้งในการซ่อม คือ MTTR

เมื่อคำนวณหาค่า MTBF และ MTTR แล้ว การวัดประสิทธิผลเครื่องจักรจะทำได้ โดยใช้อัตราความพร้อมใช้งานของเครื่องจักรและอัตราการเสีย ซึ่งความพร้อมของเครื่องจักร จะแสดงให้เห็นว่า ถ้าจัดเวลาให้เครื่องจักรทำงาน (Loading) เครื่องจักรที่มีความพร้อมในการทำงานหรือรับภาระงาน จะสามารถทำงานได้เป็น กี่เปอร์เซ็นต์ของเวลาที่มีทั้งหมด สามารถคำนวณได้ ดังสมการที่ (2.7)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

$$\text{ความพร้อมใช้งานเครื่องจักร} = \frac{\text{เวลารับภาระเครื่องจักร} - \text{เวลาเครื่องจักรหยุด}}{\text{เวลารับภาระเครื่องจักร}} \quad (2.7)$$

- เวลารับภาระงาน คือ เวลาที่ใช้เดินเครื่องจักร+เวลาทำความสะอาด+เวลาหยุดตามแผน
- เวลาเครื่องจักรหยุด คือ เวลาที่เครื่องจักร หยุดซ่อมฉุกเฉิน

2.6.1 อัตราการเสีย (Failure Rate)

เป็นตัวบอก อัตราการเสื่อมสภาพของเครื่องจักร ในแต่ละช่วงเวลา ซึ่งจะมีอัตราการเสียที่แตกต่างกัน อัตราการเสีย จะเป็นส่วนกลับของค่า MTBF เพื่อแสดงให้เห็น ถึงความถี่ของการเ (2.8) ในช่วงเวลา ใดเวลาหนึ่งๆ สามารถคำนวณได้ดังสมการที่ (2.8)

$$\text{อัตราการเสีย} = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

เมื่อปรับปรุงเสร็จแล้ว จะมีค่าอัตราการเสีย (Failure Rate) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าก่อนปรับปรุง

2.7 การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้แนวความคิดของ 7 QC Tools

7 QC Tools ช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา ช่วยในการรวบรวมแนวทางต่างๆเพื่อช่วยในการค้นหาและวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาอย่างแท้จริง เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้อง และเป็นแนวทางในการจัดทำมาตรฐานเพื่อควบคุมและติดตามผลอย่างต่อเนื่อง การประยุกต์ใช้เครื่องมือ 7 QC Tools เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาทางด้านคุณภาพในการทำงาน จะช่วยศึกษาสภาพทั่วไปของปัญหา ในงานวิจัยเรื่องการลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดกาศ จะเลือกใช้ Tools ดังนี้ การวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ Why -Why Analysis และแผนภูมิพาราโต (Pareto Diagram)

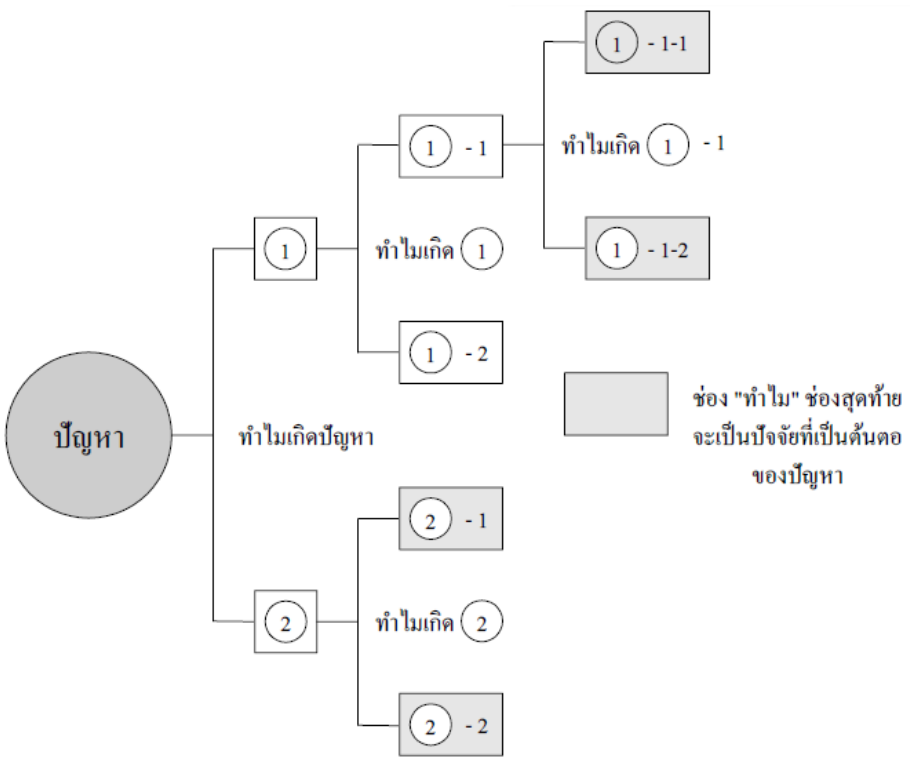
2.7.1 การวิเคราะห์หาปัญหาด้วยหลักการ Why-Why Analysis

การวิเคราะห์ Why-Why Analysis เป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุ ที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปัญหาของเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้อย่างเป็นระบบ และใช้เป็นแนวทางในการค้นหาสาเหตุและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการเปรียบเทียบปัญหาที่เกิด จากนั้นกำหนดแนวทางและตั้งคำถาม ว่า “ทำไม ทำไม” ไปเรื่อยๆ เพื่อค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาออกมาให้ได้ โดยอาศัยจากหลักเกณฑ์และทฤษฎี เป็นการมองปัญหา เริ่มต้นจากการทำความเข้าใจกับหลักเกณฑ์และจากทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของเครื่องจักรนั้นๆ การมองปัญหาทั้งสองแบบ มีข้อแตกต่างหรือข้อควรระมัดระวังดังนี้

- กรณีที่เกิดปัญหาหรือที่เกิดขึ้น เข้าใจไม่ยาก หรือมีสาเหตุของปัญหาเพียงหนึ่งสาเหตุ ควรใช้วิธีการมองปัญหาจากสภาพที่ควรจะเป็น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

- ในกรณีที่ปัญหาหรือสาเหตุ ที่เกี่ยวข้องกับกลไกของเครื่องจักร มีความเข้าใจที่เข้าใจยุ่งยากซับซ้อน หรือมีต้นเหตุของปัญหาหลายๆ สาเหตุ ควรเลือกใช้วิธีการมองปัญหา จากหลักเกณฑ์และทฤษฎีพร้อมกัน วิธีการคิดของ Why -Why Analysis ดังแสดงในภาพที่ 2.3

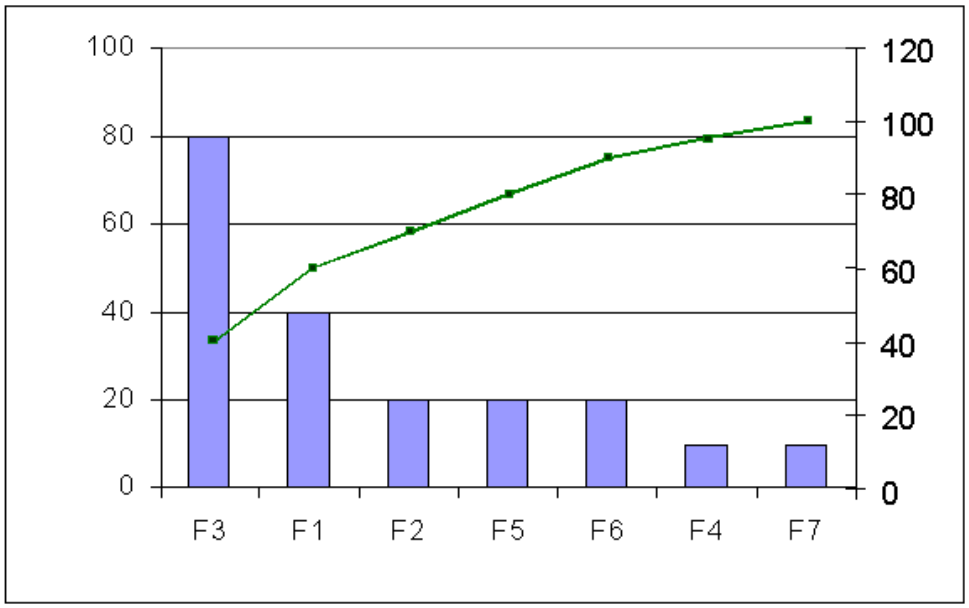


ภาพที่ 2.3 แนวทางการวิเคราะห์ Why-Why Analysis (ณัฐพงษ์ คงประเสริฐ, 2562)

2.7.2 แผนภูมิพาเรโต (Pareto Diagrams)

แผนภูมิพาเรโต คือผังหรือแผนภูมิหรือกราฟแท่ง ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าหรือขนาดหรือความถี่ในการตรวจพบหรือหน่วยวัดหรือลักษณะจำเพาะควบคุมใดๆ ที่มีการจำแนกประเภทออกจากกันและเขียนต่อกันโดยเรียงลำดับตามสำคัญ เพื่อแสดงให้เห็นถึงรายการ จำนวนประเภทหรือชนิดต่างๆ ของปัญหาหรือสถานการณ์อันไม่พึงประสงค์ต่างๆ พร้อมกับระบุขนาดของความสำคัญของแต่ละปัจจัย ที่นำเสนอนั้นควรจะเรียงลำดับ ความสำคัญ จากมากสุดไว้ทางซ้ายสุด แล้วเรียงลดหลั่น กันไปทางขวา แท่งสุดท้าย เป็นแท่งแทนสาเหตุอื่นๆ ที่มิได้จำแนกไว้ แต่ต้องแน่ใจว่า ไม่มีค่ามากเกินไปนัก ดังแสดงในภาพที่ 2.4

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนภูมิพาเรโต (สมาคมนิวเคลียร์แห่งประเทศไทย, สืบค้น www.nst.or.th)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์ (2564) ได้ทำการศึกษา การลดการขัดข้องของเครื่องจักร ในกระบวนการผลิตเบาะรถยนต์ โดยผู้วิจัยใช้หลักการ บำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหา และทำการพยากรณ์เชิงป้องกัน ผลการวิจัยพบว่าสามารถลดระยะเวลา ในการซ่อมเครื่องจักร ส่งผลให้กระบวน การผลิตมีประสิทธิภาพเพิ่มสูงขึ้น โดยมีค่าความพร้อมการใช้งานเครื่องจักร เพิ่มสูงขึ้น ค่าเวลาเฉลี่ยการซ่อมแซม ลดลง

พงษ์ณัฐฐ์ สุทธิกุลสมบัติ (2563) ได้ทำการศึกษาการลดความสูญเสียจากเวลาหยุดเดินเครื่องจักรด้วยการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและควบคุมอัตราความเร็วในกระบวนการพิมพ์แบบออฟเซ็ท โดยรวบรวมข้อมูลจากการสังเกต แบบมีส่วนร่วมและการสัมภาษณ์เชิงลึก ร่วมกับการสนทนากลุ่ม และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภูมิการไหลของงาน วิเคราะห์เวลาที่สูญเสีย พบว่าค่าอัตราการเดินเครื่องเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 90.55 เป็น 91.27 อัตราสมรรถนะในการเดินเครื่องเฉลี่ย เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 77.09 เป็น 80.12 และอัตราคุณภาพเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 97.29 เป็น 98.80 ทำให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 72.25 และสามารถเพิ่มอัตราความเร็วได้มากถึง 0.38 นาทีต่อชิ้นงาน

หัสดี ผึ้งสุข (2562) ได้ทำการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ ในงานซ่อมบำรุงของเครื่องมือวัดและเครื่องจักร ที่สำคัญในโรงงานผลิตเหล็ก โดยผู้วิจัยศึกษาข้อมูลการชำรุดเสียหาย ของเครื่องจักรทุกกระบวนการผลิต พบว่า เครื่องวัดความหนา มีข้อมูลจำนวนการชำรุดทั้งหมด 287 ครั้ง และเวลาที่เครื่องจักรเสีย 6,334.53 ชั่วโมง จึงได้ทำการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ จึงนำค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาและ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ค่าใช้จ่ายอื่นๆ วิเคราะห์หาค่าความคุ้มค่าทุนในการลงทุน จากการวิเคราะห์พบว่า การลงทุนเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่ มีค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงรักษาเครื่องจักรรายปีต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงในปัจจุบัน สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 98.30 % และมีมูลค่าเทียบเท่ารายปี ลดลงจากเดิมประมาณ 94.52% จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

ธนกฤต แสงสินธุ์ (2562) ได้ทำการศึกษาเพื่อการขจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิตริงเกียร์ ผู้วิจัยได้นำแนวคิด การบำรุงรักษาทวีผล โดยทุกคนมีส่วนร่วม มาใช้ในการขจัดความสูญเสียในกระบวนการผลิต จากการศึกษาพบว่ามีปัญหาประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรต่ำ จึงได้ประยุกต์ใช้ การปรับปรุงเฉพาะเรื่อง การบำรุงรักษาด้วยตัวเองการบำรุงรักษาเชิงวางแผนการศึกษาและฝึกอบรม และการบำรุงรักษาคุณภาพเพื่อแก้ปัญหาเครื่องจักรหยุดบ่อย และปัญหาด้านคุณภาพ ผลจากการปรับปรุง พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มขึ้นเป็น 88.12% จาก 81.25%

วสันต์ จันทร์นวล (2562) ได้ทำการศึกษา การลดการชำรุดของเครื่องจักรและเพิ่มค่าเวลาเฉลี่ยก่อน การชำรุดของเครื่องจักร โดยมุ่งเน้นเครื่องจักรที่ส่งผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิต โดย ศึกษาและทำการรวบรวมข้อมูลเครื่องจักร โดยใช้ 7QC Tools ประยุกต์ใช้ระบบ TPM รวมถึงมีการวิเคราะห์ปัญหา โดยใช้วิธีการแบบการตั้งคำถาม ทำไม ทำไม ในการหาวิธีแก้ไขปัญหาของเครื่องจักร ผลการศึกษาจากการคำนวณพบว่า อัตราการชำรุดของเครื่องจักรน้อยลง เครื่องจักรมีค่า MTBF โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น, MTTR โดยเฉลี่ยลดลง, มีค่าความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้น และมีอัตราการชำรุดเครื่องจักรลดลง

พงศ์สุพัฒน์ ศรีคำแหง (2561) ได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแผนงานซ่อมบำรุงเครื่องจักร ในสายงานบรรจุตามวิธีการซ่อมบำรุงเชิงวางแผน เพื่อพัฒนาเครื่องจักร โดยเก็บรวบรวมข้อมูลการซ่อมบำรุงแบบไม่ได้วางแผน จัดทำระบบการบันทึกข้อมูล การซ่อมบำรุงขึ้นใหม่ และวิเคราะห์ข้อมูลของประสิทธิภาพโดยรวมเครื่องจักร จากนั้น นำข้อมูลการขัดข้องของเครื่องจักร มาสร้างแผนภูมิพาเรโต เพื่อหาความสำคัญของปัญหาแล้วนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา เพื่อทำการและวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร โดยใช้แผนภูมิก้างปลาและ หลักการวิเคราะห์แบบ ตั้งคำถาม ทำไม ทำไม เพื่อหาสาเหตุของปัญหา การศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องจักรในสายการผลิตกระป๋องเพิ่มขึ้น 2.67% และถุงรีทอร์ดเพ้าเพิ่มขึ้น 2.69%

อุกฤษ ธารารัตน์พิสัย (2560) ได้ทำการศึกษา การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการผลิต มาทำการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง ตามเสาหลักที่ 1 และพัฒนาต่อยอดไปจนถึงเสาหลักที่ 2 ถึงเสาที่ 5 ซึ่งได้แก่ การบำรุงรักษาด้วยตนเอง การบำรุงรักษาตามแผน การบำรุงรักษาเพื่อคุณภาพ การศึกษาและฝึกอบรม ตามลำดับ เพื่อลดอัตราการเกิดเหตุขัดข้องจนเครื่องจักรหยุดทำงานให้น้อยที่สุด หลังการปรับปรุงพบว่า สามารถเพิ่มเวลาเฉลี่ยระหว่างการเสียหายได้ 253.95 ชั่วโมงต่อครั้ง โดยก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงมีค่า 94.72 และ 348.67 ชั่วโมงต่อครั้ง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อภิชาติ นาควิมล (2560) ได้ทำการศึกษาเพื่อลดปัญหาเครื่องจักรหยุดกะทันหัน โดยการนำการบำรุงแบบ TPM และโปรแกรมซ่อมบำรุงมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ไขปัญหา โดยกำหนดมาตรฐานวิธีการดูแลรักษาเครื่องจักร โดยใช้ค่า OEE เป็นตัววัดผลความสำเร็จของงานวิจัย จากการวิจัย พบว่าความถี่การหยุดเครื่องและเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่อง มีค่าลดลง มีประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรมีค่าเพิ่มขึ้น และค่าอัตราความพร้อมในการใช้งานของเครื่องจักรเพิ่มขึ้น

ชัยยะเนตร ถาพินนา (2560) ได้ทำการศึกษาการลดอัตราการสูญเสีย ที่เกิดจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์ โดยการประยุกต์ใช้ ทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ นำมาวางแผนบำรุงรักษา แบบเชิงป้องกัน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องจักรและทำการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์เชิงวิศวกรรม เพื่อเปรียบเทียบกับการซื้อเครื่องจักรใหม่ทดแทน โดยศึกษาจากการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการผลิต/บรรจุสินค้าประจำวัน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยแผนภาพพาเรโตและแผนผังก้างปลา สถิติที่ใช้ในการวิจัย ผลการวิจัยพบว่า อัตราการสูญเสียที่เกิดจากกระบวนการบรรจุสาร ละลายโซลเว้นท์ หลังการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ ลดลงคิดเป็นร้อยละ 99.27 การบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีความน่าเชื่อถือ สามารถเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับเครื่องจักรหลังการปรับปรุงคิดเป็นร้อยละ 41.7 ด้านเศรษฐศาสตร์เชิงวิศวกรรม พบว่าการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานวิศวกรรมความน่าเชื่อถือใช้เงินลงทุนเท่ากับ 151,500 บาท คิดเป็นมูลค่าเทียบเท่ารายปี ทั้งสิ้นโครงการ 5 ปี ณ อัตราลดร้อยละ 8 เท่ากับ 11,957.70 บาทต่อปี มีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 9 เดือน 25 วัน ซึ่งมีความคุ้มค่า มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวแทนซึ่งมีมูลค่าเทียบเท่าไรปีเท่ากับ 66,313.61 บาทต่อปี

Panagiotis H. Tsarouhas (2019) ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การประเมินประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรแบบอัตโนมัติ ในสายการผลิตไอศกรีม กรณีศึกษา” โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักร รวมถึงเทคนิคการจัดการเชิงกลยุทธ์ โดยการประเมินประสิทธิผล โดยรวมของเครื่องจักร จากนั้นทำการวิเคราะห์และประเมินประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร โดยใช้หลักการ การลดการสูญเสียหลัก 6 ประการ ผลการวิจัยสามารถระบุปัญหาที่สำคัญ ที่ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงานหรือเกิดความขัดข้องของเครื่องจักรได้ สามารถตรวจสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวม ของเครื่องจักรในสายการผลิตไอศกรีมได้

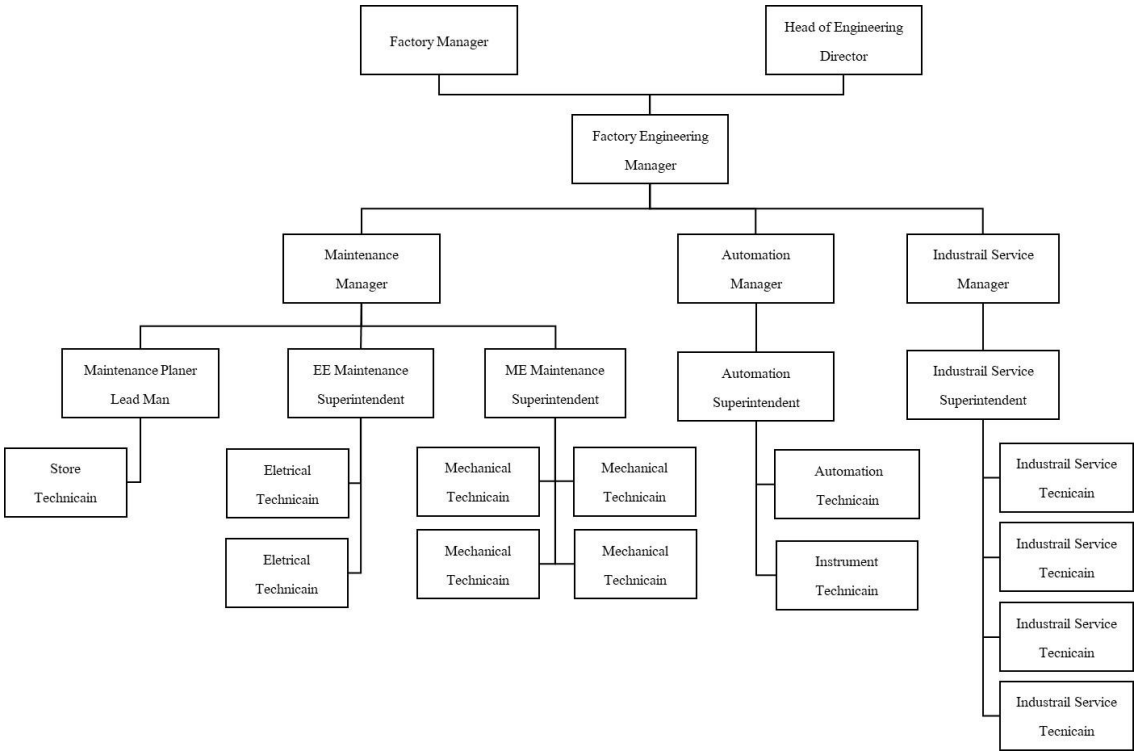
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
ระเบียบวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาโดยการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล อัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ จากสมุดบันทึกการทำงานของช่าง (Log Book) หน่วยงาน Industrial Service และข้อมูลจากฝ่ายการผลิต นำมาวิเคราะห์ข้อมูล

จากนั้นดำเนินการศึกษางานวิจัยโดยมีระเบียบวิจัยในการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหา ดังนี้

3.1 โครงสร้างของหน่วยงาน



ภาพที่ 3.1 แผนผังองค์กรในบริษัทที่ทำในกรณีศึกษา

ภาพที่ 3.1 แสดงถึงโครงสร้างของฝ่ายวิศวกรรม ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับ ระบบบริหารงานทางด้านงานวิศวกรรมมีทั้งหมดอยู่ 3 ส่วนงาน คือ ส่วนของงานซ่อมบำรุงเครื่องจักรการผลิต ส่วนของงานออโตเมชั่น และส่วนงานของ Industrial Service ซึ่งทั้งสามส่วนงานนี้ต้องทำงานร่วมกัน เช่นการวางแผนงาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บำรุงรักษาเครื่องจักรต่างๆ การวางแผนงานเรื่องกำลังคนและการวางแผนคนช่วยเหลือในกรณีกำลังคนไม่เพียงพอ และการวางแผนการสั่งซื้ออะไหล่เครื่องจักร เป็นต้น

3.2 ศึกษากระบวนการของเครื่องอัดอากาศ

การศึกษาในครั้งนี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตของเครื่องอัดอากาศและระบบอัดอากาศของบริษัทผลิตน้ำดื่ม ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 จนถึง วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ประกอบด้วยข้อมูลดังนี้

อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ สาเหตุและปัญหาของเครื่องอัดอากาศ วิธีการซ่อมแซมและอะไหล่ที่ใช้งาน เวลาที่ใช้ในการซ่อมแซม การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลปริมาณเครื่องอัดอากาศและการใช้งานในโรงงานผลิตน้ำดื่มรวมทั้งสิ้น 9 เครื่อง โดยเครื่องอัดอากาศจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทการใช้งาน คือ

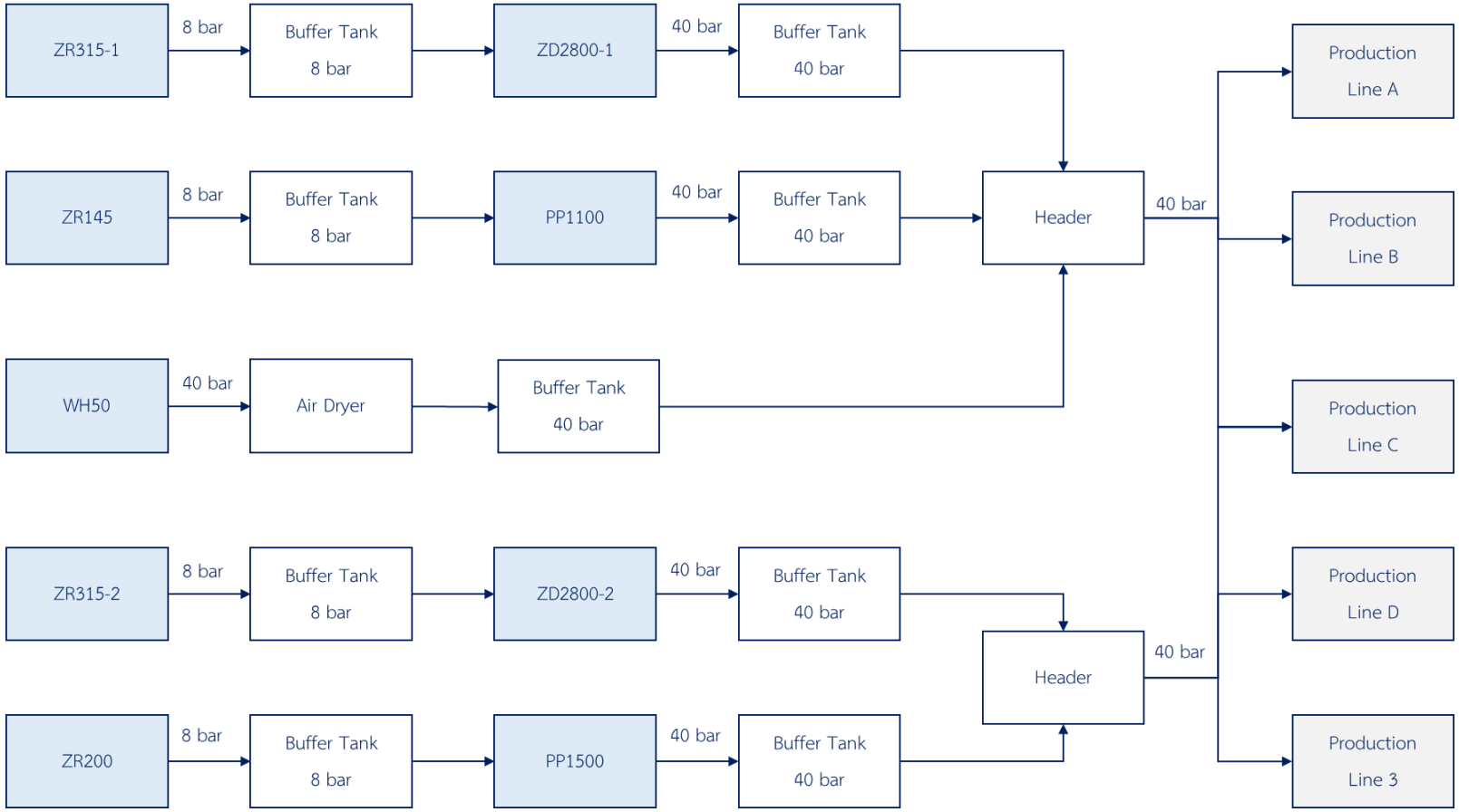
(1) เครื่องอัดอากาศ แรงดันใช้งาน 8 บาร์ จำนวน 4 เครื่อง

(2) เครื่องอัดอากาศ แรงดันใช้งาน 40 บาร์ จำนวน 5 เครื่อง

3.2.1 หลักการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยรวม

โดยมีหลักการทำงานของเครื่องอัดอากาศโดยรวมคือ เครื่องอัดอากาศแรงดัน 8 บาร์ จะผลิตอากาศให้ได้ ที่แรงดัน 7 ถึง 8 บาร์ หลังจากนั้น เครื่องอัดอากาศแรงดันสูงจะดึงอากาศจากถังพักแรงดัน 8 บาร์ เข้าไปทำการผลิตอากาศให้ได้แรงดันที่ใช้งาน คือ 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัด จะถูกส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำการผลิตน้ำดื่ม และเครื่องอัดอากาศ WH50 จะมีหลักการทำงาน อยู่ 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คอมเพรสเซอร์จะทำการผลิตอากาศอัดให้ได้ที่แรงดัน 1 ถึง 3 บาร์ จากนั้น จะถูกส่งไปยังคอมเพรสเซอร์ตัวที่สอง เพื่อทำการผลิตอากาศอัดจากแรงดัน 3 บาร์ ให้ได้อากาศที่ 10 ถึง 15 บาร์ และหลังจากนั้น อากาศอัดจะถูกส่งไปยังคอมเพรสเซอร์ตัวที่สาม เพื่อทำการผลิตอากาศอัดจากแรงดัน 15 บาร์ ขึ้นเป็น 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัดจะถูกส่งผ่านเครื่องทำอากาศแห้ง เพื่อดึงเอาความชื้นในอากาศอัด แล้วส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.2

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.2 แผนภูมิกระบวนการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2.2 หลักการทำงานของอัดอากาศ ZR315-01 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-01

โดยมีหลักการทำงานคือ เครื่องอัดอากาศ ZR315-1 ทำการอัดอากาศให้ได้แรงดันอากาศอัดประมาณ 7 ถึง 8 บาร์ หลังจากนั้น เครื่องอัดอากาศแรงดันสูง ZD2800-1 จะดึงอากาศอัดจากถังพักแรงดัน 8 บาร์ เข้าไปทำการผลิตอากาศอัด ให้ได้แรงดันที่ใช้งาน คือ 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัด จะถูกส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำการผลิตน้ำดื่มต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 เครื่องอัดอากาศ ZR315-01 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-01

3.2.3 หลักการทำงานของอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100

โดยมีหลักการทำงานคือ เครื่องอัดอากาศ ZR145 ทำการอัดอากาศให้ได้แรงดันอากาศอัดประมาณ 7 ถึง 8 บาร์ หลังจากนั้น เครื่องอัดอากาศแรงดันสูง PP1100 จะดึงอากาศอัดจากถังพักแรงดัน 8 บาร์ เข้าไปทำการผลิตอากาศอัด ให้ได้แรงดันที่ใช้งาน คือ 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัด จะถูกส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิต เพื่อทำการผลิตน้ำดื่มต่อไป ดังแสดงใน
ภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 เครื่องอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

3.2.4 หลักการทำงานของอัดอากาศ WH50 และเครื่องทำอากาศแห้ง

เครื่องอัดอากาศ WH50 จะมีหลักการทำงาน อยู่ 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คอมเพรสเซอร์จะทำการผลิตอากาศอัดให้ได้ที่แรงดัน 1 ถึง 3 บาร์ จากนั้น จะถูกส่งไปยังคอมเพรสเซอร์ตัวที่สอง เพื่อทำการผลิตอากาศอัดจากแรงดัน 3 บาร์ ให้ได้อากาศที่ 10 ถึง 15 บาร์ และหลังจากนั้น อากาศอัดจะถูกส่งไปยังคอมเพรสเซอร์ตัวที่สาม เพื่อทำการผลิตอากาศอัดจากแรงดัน 15 บาร์ ขึ้นเป็น 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัดจะถูกส่งผ่านเครื่องทำอากาศแห้ง เพื่อดึงเอาความชื้นในอากาศอัด แล้วส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.5

ภาพที่ 3.5 เครื่องอัดอากาศ WH50 และเครื่องทำอากาศแห้ง

3.2.5 หลักการทำงานของอัดอากาศ ZR315-02 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-02

โดยมีหลักการทำงานคือ เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ทำการอัดอากาศให้ได้แรงดันอากาศอัดประมาณ 7 ถึง 8 บาร์ หลังจากนั้น เครื่องอัดอากาศแรงดันสูง ZD2800-02 จะดึงอากาศอัดจากถังพักแรงดัน 8 บาร์ เข้าไปทำการผลิตอากาศอัด ให้ได้แรงดันที่ใช้งานคือ 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัดจะถูกส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำการผลิตน้ำดื่ม ดังแสดงในภาพที่ 3.6

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.6 เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 และ เครื่องอัดอากาศ ZD2800-02

3.2.6 หลักการทำงานของอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100

โดยมีหลักการทำงานคือ เครื่องอัดอากาศ ZR200 ทำการอัดอากาศให้ได้แรงดันอากาศอัดประมาณ 7 ถึง 8 บาร์ หลังจากนั้น เครื่องอัดอากาศแรงดันสูง PP1500 จะดึงอากาศอัดจากถังพักแรงดัน 8 บาร์ เข้าไปทำการผลิตอากาศอัด ให้ได้แรงดันที่ใช้งาน คือ 40 บาร์ จากนั้นอากาศอัด จะถูกส่งไปยังเครื่องจักรในกระบวนการผลิตเพื่อทำการผลิตน้ำดื่มต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 3.7

ภาพที่ 3.7 เครื่องอัดอากาศ ZR145 และ เครื่องอัดอากาศ PP1100

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

(1) เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิบลูทูธแบบเก็บค่าได้ ยี่ห้อ ORIA

- ช่วงอุณหภูมิ: -20-60 ° C มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ: ± 0.5 °C
- ช่วงความชื้น: 0-99 % RH มีค่าความถูกต้องของความชื้น: ± 5% RH

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.8 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิบลูทูธแบบเก็บค่าได้ ยี่ห้อ ORIA

ที่มา: https://www.lazada.co.th/products/i1367670630s5277348454.html?urlFlag=true&mp=1

(2) เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ (Data logger) Testo 174H

- ช่วงอุณหภูมิ: -20-70 ° C มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ: ± 0.5 °C
- ช่วงความชื้น: 0-100 % RH มีค่าความถูกต้องของความชื้น: ± 3% RH

ภาพที่ 3.9 เครื่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ (Data logger) Testo 174H

ที่มา: https://www.testo.com/en-TH/testo-174-h/p/0572-6560

3.3.2 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)

(1) เครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ KKMOON

- ช่วงการตรวจวัด : 0-30 m/s มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ: ± 5%
- ช่วงอุณหภูมิ: -10-45 ° C มีค่าความแม่นยำของอุณหภูมิ: ± 2 °C

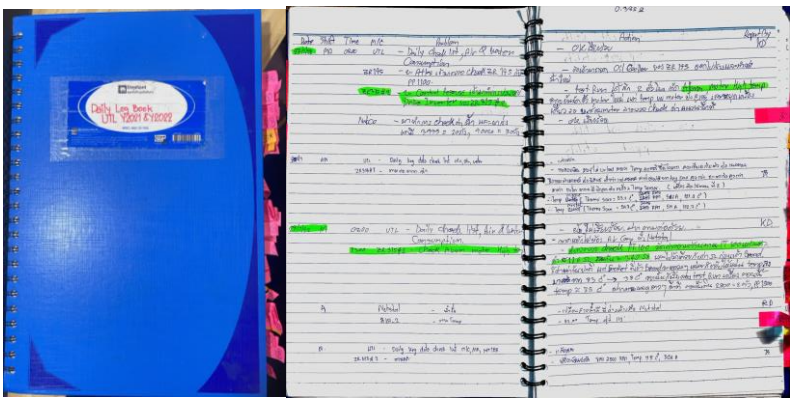
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.10 เครื่องวัดความเร็วลมยี่ห้อ KKMOON

ที่มา : https://www.lazada.co.th/products/i569882641s1046120557.html?urlFlag=true&mp=1

3.3.3 ข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์จาก Log Book ของช่างจากหน่วยงาน Industrial Service

สมุดบันทึกการทำงานของช่างหน่วยงาน Industrial Service ฝ่ายงานวิศวกรรม ระหว่างปี พ.ศ. 2564 ถึงปี พ.ศ. 2565



ภาพที่ 3.11 สมุดบันทึก Log Book ช่าง หน่วยงาน Industrial Service

3.3.3 โปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวข้อง

โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป Sensor Blue ที่ใช้สำหรับดึงข้อมูลจากเครื่องเทอร์โมมิเตอร์

ในการศึกษาเรื่องการลดอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโรงงานผลิตน้ำดื่มกรณีศึกษานี้ ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล จากรายงานการบันทึกของช่างหน่วยงาน Industrial Service จากนั้น ผู้ทำการวิจัยได้นำมารวบรวมบันทึก ปัญหาต่างๆ จากรายงานการบันทึกของช่าง รวบถึงการแก้ไขเบื้องต้นของช่างในแต่ละวัน โดยรวบรวมปัญหาของเครื่องอัดอากาศ ระหว่างวันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 15 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สิงหาคม 2565 เพื่อรวบรวมข้อมูลที่ได้ แล้วนำปัญหาที่ได้มาวิเคราะห์ปัญหา เพื่อให้ทราบถึงรากเหง้าของปัญหา และเป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางการป้องกันปัญหา

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

โดยได้ทำการรวบรวมข้อมูลอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศรวมถึงเวลาที่เครื่องจักรชำรุด ระหว่างวันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 15 เดือน สิงหาคม 2565 ได้ดังนี้

3.4.1 ทำการเก็บรวบรวมจากรายงานการบันทึกของช่างหน่วยงาน Industrial Service จากนั้นผู้ทำการวิจัยได้นำมารวบรวมบันทึก ปัญหาต่างๆ จากรายงานการบันทึกของช่าง รวบถึงการแก้ไขเบื้องต้นของช่างในแต่ละวัน โดยรวบรวมปัญหาของเครื่องอัดอากาศทั้งข้อมูล
เวลาที่ใช้ในการซ่อม และเวลาหยุดซ่อมของเครื่องอัดอากาศโดยรวม จึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลเป็นตารางไว้ตั้งแต่ตารางที่ 3.1 จนถึง ตารางที่ 3.21 โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 อายุการใช้งานของเครื่องจักร (สำรวจเดือนตุลาคม 2565)

ลำดับที่	เครื่องจักร	แรงดันใช้งาน (บาร์)	เครื่องจักรติดตั้ง	อายุการใช้งาน
1	ZR315-01	8	เมษายน 2551	14 ปี 4 เดือน
2	ZD2800-01	40	เมษายน 2551	14 ปี 4 เดือน
3	ZR315-02	8	เมษายน 2553	12 ปี 4 เดือน
4	ZD2800-02	40	เมษายน 2553	12 ปี 4 เดือน
5	WH50	40	เมษายน 2564	1 ปี 4 เดือน
6	ZR200	8	มีนาคม 2548	17 ปี 5 เดือน
7	PP1500	40	มีนาคม 2548	17 ปี 5 เดือน
8	ZR145	8	พฤษภาคม 2536	29 ปี 3 เดือน
9	PP1100	40	พฤษภาคม 2536	29 ปี 3 เดือน

หมายเหตุ. สำรวจเครื่องอัดอากาศในโรงงานเมื่อปี พ.ศ. 2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.2 จำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโดยรวม ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวนครั้ง	เวลา (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	5	270
2	ธันวาคม 2564	3	170
3	มกราคม 2565	5	450
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	0
5	มีนาคม 2565	6	335
6	เมษายน 2565	5	411
7	พฤษภาคม 2565	10	3,510
8	มิถุนายน 2565	6	495
9	กรกฎาคม 2565	8	13,330
10	สิงหาคม 2565	5	10,470
รวมทั้งสิ้น (ครั้ง)		**53**	**29,441**

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่า อัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน ได้รวบรวมจากรายงานการบันทึกประจำวันของช่าง แล้วนำมารวบรวมข้อมูลในแต่ละเดือน

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรทั้งหมด ระหว่างวันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน 2564 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2565

ลำดับที่	วันที่เครื่องจักรขัดข้อง	ชื่อเครื่องจักร	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	3 พฤศจิกายน 2564	ZR200	Condensate Drain No.2	60
2	13 พฤศจิกายน 2564	ZD2800-02	Alarm Fault Converter	40
3	15 พฤศจิกายน 2564	WH50	Low Flow	60
4	15 พฤศจิกายน 2564	ZR315-01	Fault Converter	35
5	21 พฤศจิกายน 2564	ZR315-02	Condensate Drain RC Fault	75
6	2 ธันวาคม 2564	ZD2800-01	Low Oil Pressure	40

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	วันที่เครื่องจักรขัดข้อง	ชื่อเครื่องจักร	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
7	15 ธันวาคม 2564	WH50	Auto Drain Leak	90
8	28 ธันวาคม 2564	ZD2800-01	Low Oil Pressure	40
9	19 มกราคม 2565	ZR145	Element 1 Outlet high temp.	90
10	19 มกราคม 2565	ZR315-02	Earth Fault	120
11	20 มกราคม 2565	ZR145	Element 1 Outlet high temp.	60
12	27 มกราคม 2565	ZR315-02	Motor High Temp.	120
13	28 มกราคม 2565	ZR315-02	Motor High Temp.	60
14	22 มีนาคม 2565	ZR315-02	Fault no communication	60
15	26 มีนาคม 2565	ZR315-02	Fault Converter	35
16	26 มีนาคม 2565	ZR315-02	Motor overload	60
17	27 มีนาคม 2565	ZR315-02	Fault no communication	60
18	29 มีนาคม 2565	ZR315-02	Fault no communication	30
19	30 มีนาคม 2565	ZD2800-01	Dryers Rotating error	90
20	17 เมษายน 2565	ZR315-01	Motor High Temp.	120
21	19 เมษายน 2565	ZR200	Low Oil Pressure	60
22	24 เมษายน 2565	ZD2800-01	Motor High Temp.	51
23	24 เมษายน 2565	ZD2800-02	Motor High Temp.	60
24	24 เมษายน 2565	ZD2800-02	Motor High Temp.	120
25	13 พฤษภาคม 2565	ZD2800-01	Oil High Temp	90
26	14 พฤษภาคม 2565	ZR315-01	ABB Driver high temp.	60

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	วันที่เครื่องจักรขัดข้อง	ชื่อเครื่องจักร	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
27	21 พฤษภาคม 2565	PP1500	Element 1 Outlet high temp.	90
28	21 พฤษภาคม 2565	PP1500	Element 1 Outlet high temp.	75
29	21 พฤษภาคม 2565	ZR145	Low Oil Pressure	90
30	21 พฤษภาคม 2565	ZR315-01	Inter Cooler	90
31	22 พฤษภาคม 2565	ZR315-01	Inter Cooler	30
32	22 พฤษภาคม 2565	ZR315-01	Fault Converter	45
33	22 พฤษภาคม 2565	ZR315-02	Dryers Rotating error	60
34	31 พฤษภาคม 2565	ZD2800-02	Belt ขาด	2,880
35	5 มิถุนายน 2565	ZR315-01	Auto Drain AC	60
36	6 มิถุนายน 2565	ZR315-01	Auto Drain AC	60
37	6 มิถุนายน 2565	WH50	High Dew Point	90
38	8 มิถุนายน 2565	ZR315-01	Auto Drain AC	120
39	20 มิถุนายน 2565	WH50	High Dew Point	45
40	24 มิถุนายน 2565	ZD2800-01	Motor overload	120
41	8 กรกฎาคม 2565	ZR315-01	Fault Converter	35
42	11 กรกฎาคม 2565	ZR315-02	Earth Fault	120
43	14 กรกฎาคม 2565	ZD2800-01	Motor overload	120
44	15 กรกฎาคม 2565	ZR145	Element 1 Outlet high temp.	60
45	18 กรกฎาคม 2565	ZD2800-02	High Dew Point	5,760
46	22 กรกฎาคม 2565	PP1100	Oil Low Temp	35
47	23 กรกฎาคม 2565	ZD2800-02	High Dew Point	5,760
48	27 กรกฎาคม 2565	ZD2800-02	High Dew Point	1,440
49	1 สิงหาคม 2565	ZR315-02	Dryers Rotating error	90
50	4 สิงหาคม 2565	ZR145	Auto Drain AC	60

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ลำดับที่	วันที่เครื่องจักรขัดข้อง	ชื่อเครื่องจักร	ปัญหาเครื่องจักรขัดข้อง	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
51	4 สิงหาคม 2565	ZR315-01	Earth Fault	120
52	8 สิงหาคม 2565	PP1100	High Dew Point	10,080
53	13 สิงหาคม 2565	WH50	High discharge air temp.	120

ตารางที่ 3.4 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวนเครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	1	35
2	ธันวาคม 2564	-	120
3	มกราคม 2565	-	60
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	90
5	มีนาคม 2565	-	30
6	เมษายน 2565	1	45
7	พฤษภาคม 2565	4	60
8	มิถุนายน 2565	3	60
9	กรกฎาคม 2565	1	120
10	สิงหาคม 2565	1	35
รวมทั้งสิ้น		**11**	**775**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.5 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	Auto Drain AC	3	240
2	Fault Converter	3	115
3	Inter Cooler	2	120
4	Eart Fault	1	120
5	Motor High Temp.	1	120
6	VSD Driver high temp.	1	60
รวมทั้งสิ้น		**11**	**775**

จากตารางที่ 3.5 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 6 ประเภทด้วยกัน

ตารางที่ 3.6 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	-	-
2	ธันวาคม 2564	2	80
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	1	90
6	เมษายน 2565	1	51
7	พฤษภาคม 2565	1	90
8	มิถุนายน 2565	1	120
9	กรกฎาคม 2565	1	120
10	สิงหาคม 2565	-	
รวมทั้งสิ้น		**7**	**551**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.7 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	**Alarm/Fault**	**จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)**	**เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)**
1	Motor overload	2	240
2	Low Oil Pressure	2	80
3	Motor High Temp.	1	51
4	Dryers Rotating error	1	90
5	Oil High Temp	1	90
รวมทั้งสิ้น		**7**	**551**

จากตารางที่ 3.7 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 5 กลุ่ม

ตารางที่ 3.8 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	**จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)**	**เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)**
1	พฤศจิกายน 2564	1	75
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	3	300
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	5	245
6	เมษายน 2565	-	-
7	พฤษภาคม 2565	1	60
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	1	120
10	สิงหาคม 2565	1	90
รวมทั้งสิ้น		**12**	**890**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.9 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	Fault no communication	3	150
2	Earth Fault	2	240
3	Motor High Temp.	2	180
4	Dryers Rotating error	2	150
5	Condensate Drain RC Fault	1	75
6	Motor overload	1	60
7	Fault Converter	1	35
รวมทั้งสิ้น		**12**	**890**

จากตารางที่ 3.9 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 7 กลุ่ม

ตารางที่ 3.10 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	1	40
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	2	180
7	พฤษภาคม 2565	1	2,880
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	3	12,960
10	สิงหาคม 2565	-	-
รวมทั้งสิ้น		**7**	**16,060**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.11 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	High Dew Point	3	12,960
2	Motor High Temp.	2	180
3	Motor belt ขาด	1	2,880
4	Alarm Fault Converter	1	40
รวมทั้งสิ้น		**7**	**16,060**

จากตารางที่ 3.11 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม

ตารางที่ 3.12 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	1	60
2	ธันวาคม 2564	1	90
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	-	-
7	พฤษภาคม 2565	-	-
8	มิถุนายน 2565	2	135
9	กรกฎาคม 2565	-	-
10	สิงหาคม 2565	1	120
รวมทั้งสิ้น		**5**	**405**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.13 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ WH50 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	High Dew Point	2	135
2	High discharge air temp.	1	120
3	Low Flow	1	60
4	Auto Drain Leak	1	90
รวมทั้งสิ้น		**5**	**405**

จากตารางที่ 3.13 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 4 กลุ่ม

ตารางที่ 3.14 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR200 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	1	60
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	1	60
7	พฤษภาคม 2565	-	-
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	-	-
10	สิงหาคม 2565	-	-
รวมทั้งสิ้น		**2**	**120**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.15 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR200 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	Low Oil Pressure	1	60
2	Condensate Drain No.2	1	60
รวมทั้งสิ้น		**2**	**120**

จากตารางที่ 3.15 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม

ตารางที่ 3.16 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1500 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	-	-
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	-	-
7	พฤษภาคม 2565	2	165
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	-	-
10	สิงหาคม 2565	-	-
รวมทั้งสิ้น		**2**	**165**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.17 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1500 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวนเครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	Element 1 Outlet high temp.	2	165
รวมทั้งสิ้น		**2**	**165**

จากตารางที่ 3.17 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 1 กลุ่ม

ตารางที่ 3.18 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR145 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวนเครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลาเครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	-	-
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	2	150
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	-	-
7	พฤษภาคม 2565	1	90
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	1	60
10	สิงหาคม 2565	1	60
รวมทั้งสิ้น		**5**	**360**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.19 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ZR145 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	Element 1 Outlet high temp.	3	210
2	Low Oil Pressure	1	90
3	Auto Drain AC	1	60
รวมทั้งสิ้น		**5**	**360**

จากตารางที่ 3.19 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 3 กลุ่ม

ตารางที่ 3.20 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1100 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	เดือน	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	พฤศจิกายน 2564	-	-
2	ธันวาคม 2564	-	-
3	มกราคม 2565	-	-
4	กุมภาพันธ์ 2565	-	-
5	มีนาคม 2565	-	-
6	เมษายน 2565	-	-
7	พฤษภาคม 2565	-	-
8	มิถุนายน 2565	-	-
9	กรกฎาคม 2565	1	35
10	สิงหาคม 2565	1	10,080
รวมทั้งสิ้น		**2**	10,115

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.21 การจำแนกการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ PP1100 ก่อนการปรับปรุง

ลำดับที่	Alarm/Fault	จำนวน เครื่องจักรขัดข้อง (ครั้ง)	เวลา เครื่องจักรขัดข้อง (นาที)
1	High Dew Point	1	10,080
2	Oil Low Temp	1	35
รวมทั้งสิ้น		**2**	**10,115**

จากตารางที่ 3.21 สามารถแบ่งประเภทของอัตราการขัดข้องได้ทั้งหมด 2 กลุ่ม

3.5 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไขปัญหา

3.5.1 การแบ่งกลุ่มของเครื่องจักร

จากการวิเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ จากตารางที่ 3.1 จนถึง ตารางที่ 3.21 จึงทำการสรุปข้อมูลของเครื่องอัดอากาศและสามารถแบ่งกลุ่มของเครื่องอัดอากาศได้ โดยการพิจารณาการจัดเรียงลำดับอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศจากมากที่สุดเป็นอันดับแรก และเวลาขัดข้องของเครื่องอัดอากาศเป็นลำดับที่สอง โดยใช้การพิจารณาจากกราฟโพเรโต จึงสามารถแบ่งรายละเอียดต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.22 อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโดยแยกเป็นรายเครื่องจักร ก่อนการปรับปรุง

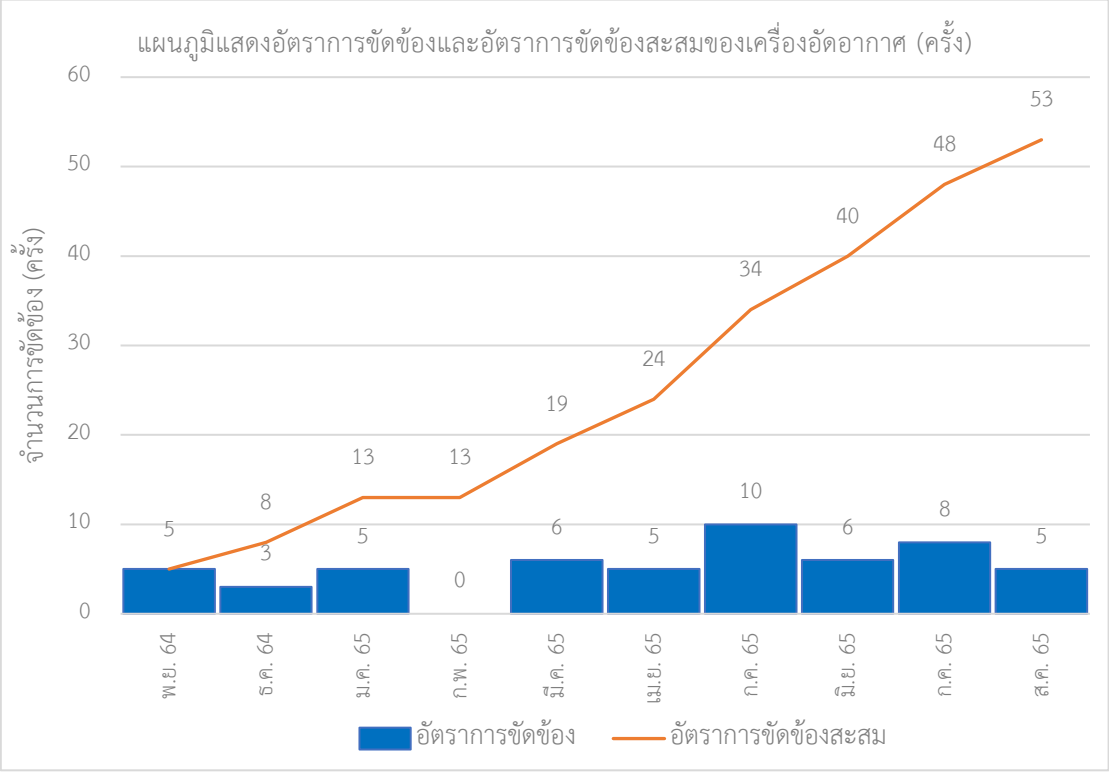
ลำดับที่	ชื่อเครื่องจักร	จำนวนอัตราการขัดข้อง ของเครื่องอัดอากาศ (ครั้ง)	เวลาขัดข้อง ของเครื่องอัดอากาศ (นาที)
1	ZR315-02	12	890
2	ZR315-01	11	775
3	ZD2800-02	7	16,060
4	ZD2800-01	7	551
5	WH50	5	405
6	ZR145	5	360
7	PP1100	2	10,115
8	PP1500	2	165

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.22 (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อเครื่องจักร	จำนวนอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ (ครั้ง)	เวลาขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ (นาที)
9	ZR200	2	120
รวมทั้งสิ้น		**53**	**29,441**

จากตารางที่ 3.22 แสดงอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศโดยแยกเป็นรายเครื่องจักร จะเห็นได้ว่า เครื่องจักรทั้ง 9 เครื่อง โดยการจัดเรียงลำดับอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศจากมากที่สุดเป็นอันดับแรก



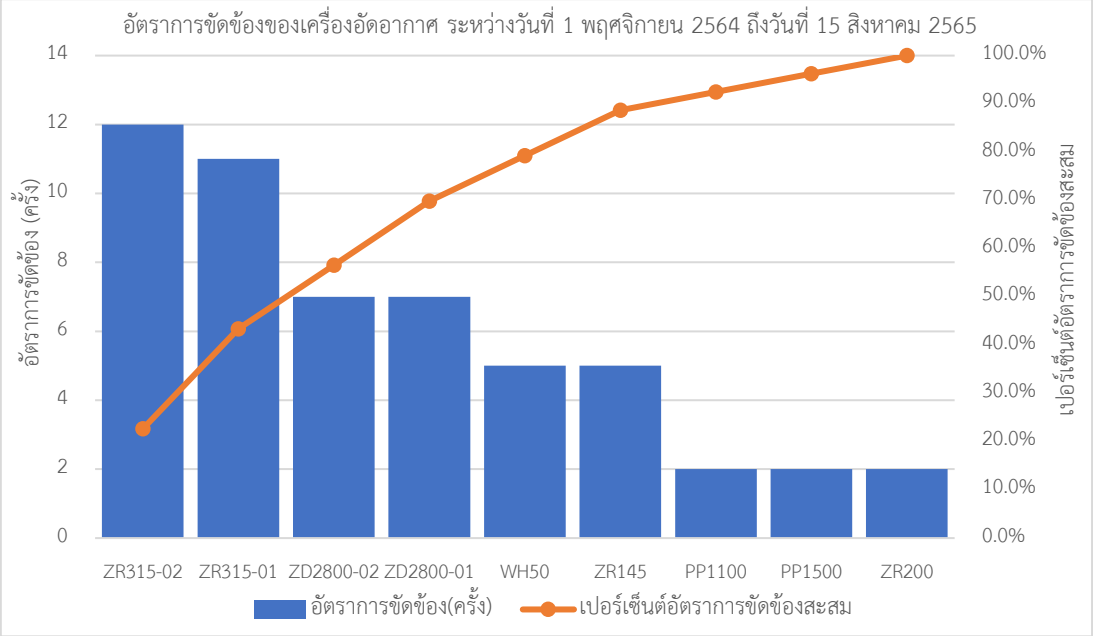
ภาพที่ 3.12 แผนภูมิ แสดงอัตราการขัดข้องและอัตราการขัดข้องสะสมของเครื่องอัดอากาศ (ครั้ง)ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2565

จากภาพที่ 3.12 แสดงถึงข้อมูลอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศและความถี่ของเครื่องอัดอากาศ แสดงให้เห็นว่า ในแต่ละเดือนนั้น มีอัตราการชำรุดหรืออัตราการขัดข้องของเครื่องจักรในแต่ละเดือน

จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ในระหว่างวันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน 2564 จนถึงวันที่ 15 เดือน สิงหาคม 2565 จากการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า เครื่องอัดอากาศนั้น มีอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศสะสมมากถึง 53 ครั้ง และมีอัตราการชำรุดสูงสุด 10 ครั้งในหนึ่งเดือน หรือคิดเป็นอัตราการชำรุดเฉลี่ยต่อเดือน คือ 5.3 ครั้งต่อเดือน

3.5.2 การจัดเรียงอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้ นำมาวิเคราะห์และจัดเรียงลำดับอัตราการขัดข้องมาพิจารณาเป็นลำดับแรกก่อน เมื่อมีอัตราการขัดข้องที่เท่ากัน จะพิจารณาเวลาในการซ่อมมาก มาพิจารณาเป็นลำดับก่อนต่อจากอัตราการขัดข้องมากที่สุด โดยใช้กราฟพาเรโต ดังแสดง กราฟที่ 3.2 แสดงการเรียงลำดับอัตราการขัดข้องของเครื่องจักรที่เกิดการขัดข้องมากที่สุด



ภาพที่ 3.13 แผนภูมิพาเรโตแสดงอัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ (ครั้ง) ข้อมูลระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 จนถึง วันที่ 15 สิงหาคม 2565

จากภาพที่ 3.13 จะเห็นได้ว่า เครื่องอัดอากาศมีอัตราการขัดข้องทั้งสิ้น 53 ครั้ง โดยมีอัตราการขัดข้องลำดับที่หนึ่งคือ เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 มีอัตราการขัดข้องอยู่ที่ 12 ครั้ง อัตราการขัดข้อง ลำดับที่สองคือ เครื่องอัดอากาศ ZR315-01 มีอัตราการขัดข้องอยู่ที่ 11 ครั้ง อัตราการขัดข้องลำดับที่สาม มีจำนวน 2 เครื่อง คือเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 และ ZD2800-02 มีอัตราการขัดข้องเครื่องอัดอากาศ เครื่องละ 7 ครั้ง อัตราการขัดข้องลำดับที่สี่ มีจำนวนเครื่องอัดอากาศ 2 เครื่อง คือเครื่องอัดอากาศ WH50 และ ZR145 มี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อัตราการขัดข้องเครื่องอัดอากาศ เครื่องละ 5 ครั้ง และอัตราการขัดข้องลำดับที่ห้า มีจำนวนเครื่องอัดอากาศขัดข้องจำนวน 3 เครื่อง คือเครื่องอัดอากาศ PP1500, PP1100 และ ZR200 มีอัตราการขัดข้อง เครื่องละ 2 ครั้ง ตามลำดับ

3.5.3 คำนวนหาค่า MTBF และ MTTR ของเครื่องอัดอากาศ

นำข้อมูลจากตารางที่ 3.22 ทำการคำนวณหาค่า MTBF และ MTTR ก่อนการปรับปรุง ทั้งการคำนวณเครื่องอัดอากาศโดยรวมและการคำนวณโดยแยกแต่ละเครื่อง และทำการคำนวณหาอัตราผลรวมและค่าเฉลี่ยของการทำการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุดโดยรวม ของทุกเครื่องอัดอากาศ โดยใช้สมการที่ (2.5) ในการคำนวณหาค่า MTBF, สมการที่ (2.6) ในการคำนวณหาค่า MTTR, สมการที่ (2.7) ในการคำนวณหาค่าอัตราความพร้อม และสมการที่ (2.8) ในการคำนวณหาอัตราการเสียของเครื่องอัดอากาศ

ตารางที่ 3.23 ค่า MTTR , MTBF อัตราความพร้อมและอัตราการเสียโดยรวม (ก่อนการปรับปรุง)

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)	อัตราความพร้อม	อัตราการเสีย (ครั้ง/ล้านนาที)
2564	พ.ย.	43,200	270	5	8,640.0	54.0	99.38%	120
	ธ.ค.	43,200	170	3	14,400.0	56.7	99.61%	70
2565	ม.ค.	38,880	450	5	7,776.0	90.0	98.84%	130
	ก.พ.	38,880	0	0	38,880.0	0.0	100.00%	0
	มี.ค.	44,640	335	6	7,440.0	55.8	99.25%	130
	เม.ย.	36,000	411	5	7,200.0	82.2	98.86%	140
	พ.ค.	43,200	3,510	10	4,320.0	351.0	91.88%	230
	มิ.ย.	41,760	495	6	6,960.0	82.5	98.81%	140
	ก.ค.	43,200	13,330	8	5,400.0	1,666.3	69.14%	190
	ส.ค.	21,600	10,470	5	4,032.0	2,094.0	48.07%	250
ผลรวม		**394,560**	**29,441**	**53.0**	**-**	**-**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**2,944.1**	**5.3**	**7,444.50**	**555.49**	**92.51%**	**135**

หมายเหตุ. ตารางที่ 3.23 ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการ ผลิตไม่นับรวมวันหยุด ตามประเพณีที่บริษัทได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากตารางที่ 3.23 การคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการทำการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุด โดยรวมของทุกเครื่องอัดอากาศ ก่อนทำการปรับปรุง โดยมีการบันทึกเวลาซ่อม เวลาการผลิต ค่าเฉลี่ยก่อนการซ่อมก่อนการชำรุดของแต่ละเดือน ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมของแต่ละเดือน

ตารางที่ 3.24 ค่า MTTR , MTBF ของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 และ ZD2800-01 (ก่อนการปรับปรุง)

การคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุด เครื่องอัดอากาศZR315-01 และ ZD2800-01 จะทำงานควบคู่กัน หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุดทำงาน ก็จะส่งผลให้อีกเครื่องไม่สามารถทำงานได้

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)
2564	พ.ย.	43,200	35	1	43,200	35
	ธ.ค.	43,200	200	2	21,600	100
2565	ม.ค.	38,880	60	-	38,880	-
	ก.พ.	38,880	90	-	38,880	-
	มี.ค.	44,640	120	1	44,640	120
	เม.ย.	36,000	96	2	18,000	48
	พ.ค.	43,200	150	5	8,640	30
	มิ.ย.	41,760	180	4	10,440	45
	ก.ค.	43,200	240	2	21,600	120
	ส.ค.	21,160	35	1	20,160	35
ผลรวม		**394,560**	**1,206**	**20**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**120.6**	**2.0**	**19,728**	**60.3**

หมายเหตุ. ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการผลิตไม่นับรวมวันหยุด ตามประเพณีที่บริษัทได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.25 ค่า MTTR , MTBF ของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 และ ZD2800-02(ก่อนการปรับปรุง)

การคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุด เครื่องอัดอากาศZR315-02 และ ZD2800-02 จะทำงานควบคู่กัน หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุดทำงาน ก็จะส่งผลให้อีกเครื่องไม่สามารถทำงานได้

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)
2564	พ.ย.	43,200	115	2	21,600	58
	ธ.ค.	43,200	-	-	43,200	-
2565	ม.ค.	38,880	300	3	12,960	100
	ก.พ.	38,880	-	-	38,880	-
	มี.ค.	44,640	245	5	8,928	49
	เม.ย.	36,000	180	2	18,000	90
	พ.ค.	43,200	2,940	2	21,600	1,470
	มิ.ย.	41,760	-	-	41,760	-
	ก.ค.	43,200	13,080	4	10,800	3,270
	ส.ค.	21,600	90	1	20,160	90
ผลรวม		**394,560**	**16,950**	**19.0**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**2,421**	**2.7**	**20,766**	**892.1**

หมายเหตุ. ตารางที่ 3.25 ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการผลิตไม่นับรวมวันหยุด ตามประเพณีที่บริษัทได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.26 ค่า MTTR , MTBF ของเครื่องอัดอากาศ WH50 (ก่อนการปรับปรุง)

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)
2564	พ.ย.	43,200	60	1	43,200	60
	ธ.ค.	43,200	90	1	43,200	90
2565	ม.ค.	38,880	-	-	38,880	-
	ก.พ.	38,880	-	-	38,880	-
	มี.ค.	44,640	-	-	44,640	-
	เม.ย.	36,000	-	-	36,000	-
	พ.ค.	43,200	-	-	43,200	-
	มิ.ย.	41,760	135	2	20,880	68
	ก.ค.	43,200	-	-	43,200	-
	ส.ค.	21,600	120	1	20,160	120
ผลรวม		**394,560**	**405**	**5.0**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**101**	**1.3**	**78,912**	**81.0**

หมายเหตุ. ตารางที่ 3.26 ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการผลิตไม่นับรวมวันหยุดประเพณีตามที่บริษัทได้กำหนดไว้

จากตารางที่ 3.26 แสดงการคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการทำการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุดของเครื่องอัดอากาศ WH50 ตั้งแต่วันที่ 1 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2564 จนถึงวันที่ 15 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2565 ก่อนทำการปรับปรุง โดยมีการบันทึกเวลาซ่อม เวลาการผลิต ค่าเฉลี่ยก่อนการซ่อมก่อนการชำรุดของแต่ละเดือน ค่าเวลาเฉลี่ยในการซ่อมในแต่ละเดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.27 ค่า MTTR , MTBF ของเครื่องอัดอากาศ ZR200 และ PP1500 (ก่อนการปรับปรุง)

การคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุด เครื่องอัดอากาศZR200 และ PP1500 จะทำงานควบคู่กัน หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุดทำงาน ก็จะส่งผลให้อีกเครื่องไม่สามารถทำงานได้

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)
2564	พ.ย.	43,200	60	1	43,200	60
	ธ.ค.	43,200	-	-	43,200	-
2565	ม.ค.	38,880	-	-	38,880	-
	ก.พ.	38,880	-	-	38,880	-
	มี.ค.	44,640	-	-	44,640	-
	เม.ย.	36,000	60	1	36,000	60
	พ.ค.	43,200	165	2	21,600	83
	มิ.ย.	41,760	-	-	41,760	-
	ก.ค.	43,200	12,960	3	14,400	4,320
	ส.ค.	21,600	-	-	20,160	-
ผลรวม		**394,560**	**13,245**	**7.0**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**3,311.3**	**1.8**	**56,366**	**1,892.1**

หมายเหตุ. ตารางที่ 3.27 ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการผลิตไม่นับรวมวันหยุดประเพณีตามที่บริษัทได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 3.28 ค่า MTTR , MTBF ของเครื่องอัดอากาศ ZR145 และ PP1100 (ก่อนการปรับปรุง)

การคำนวณผลรวมและค่าเฉลี่ยของการซ่อมเครื่องอัดอากาศที่ชำรุด เครื่องอัดอากาศZR145 และ PP1100 จะทำงานควบคู่กัน หากเครื่องใดเครื่องหนึ่งหยุดทำงาน ก็จะส่งผลให้อีกเครื่องไม่สามารถทำงานได้

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)
2564	พ.ย.	43,200	-	-	43,200	-
	ธ.ค.	43,200	-	-	43,200	-
2565	ม.ค.	38,880	150	2	19,440	75
	ก.พ.	38,880	-	-	38,880	-
	มี.ค.	44,640	-	-	44,640	-
	เม.ย.	36,000	-	-	36,000	-
	พ.ค.	43,200	90	1	43,200	90
	มิ.ย.	41,760	-	-	41,760	-
	ก.ค.	43,200	95	2	21,600	48
	ส.ค.	21,600	10,140	2	10,080	5,070
ผลรวม		**394,560**	**10,475**	**7.0**	**-**	**-**
ค่าเฉลี่ย		**39,456**	**2,619**	**1.8**	**56,366**	**1,496.4**

หมายเหตุ. ตารางที่ 3.28 ใช้เวลาการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน 7 วันต่อสัปดาห์ และเวลาการผลิตไม่นับรวมวันหยุดประเพณีตามที่บริษัทได้กำหนดไว้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 วิเคราะห์ปัญหาและการแก้ไขชั่วคราว

จากการศึกษาและการเก็บรวบรวมปัญหาจากบันทึกการทำงาน Log Book ของช่าง จากนั้นรวบรวมปัญหาแนวทางการแก้ไขในแต่ละวัน เวลาที่ใช้ในการซ่อมและเวลาหยุดซ่อมของเครื่องอัดอากาศระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2565 ได้ทั้งสิ้น 53 ครั้ง จากนั้นได้ นำปัญหาที่ได้นำมาจัดลำดับความสำคัญของปัญหาโดยใช้แผนภูมิพาเรโต

จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของปัญหา โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1 ปัญหาอุณหภูมิมอเตอร์สูง (Motor Over Temperature)

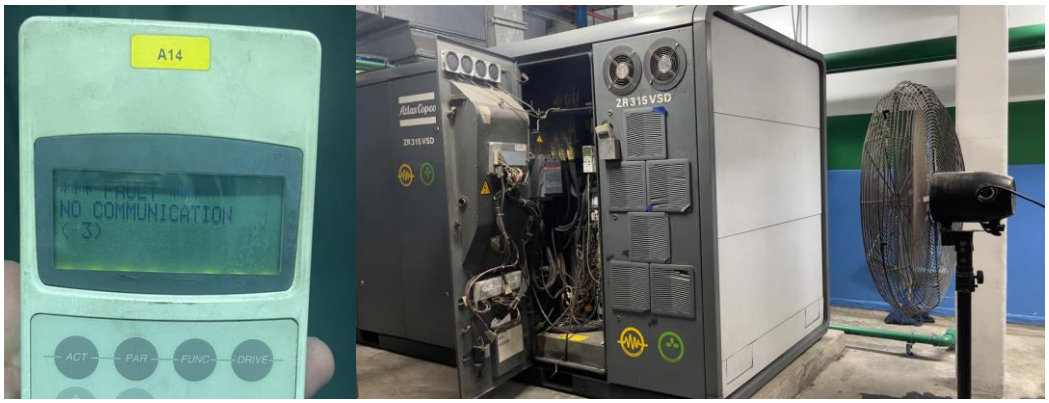
หน้าจอควบคุมหรือ Key Pad แสดงปัญหาที่เกิดจากอุณหภูมิสูง ทำให้มอเตอร์หยุดทำงานอันเนื่องจากปัญหาของอุณหภูมิภายในมอเตอร์สูง ซึ่งเกิดจากปัญหาจากระบบระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอ ทำให้มอเตอร์เกิดความร้อนสะสม จึงเกิดปัญหามอเตอร์ตัดการทำงานในระหว่างการผลิต การแก้ไขเบื้องต้น คือ ทำการเปิดประตูเพื่อระบายความร้อนและการเปิดพัดลมในการระบายความร้อนของมอเตอร์ เป็นการชั่วคราว เพื่อลดผลกระทบกับการผลิตและสามารถให้เครื่องอัดอากาศทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ปัญหาอุณหภูมิมอเตอร์สูง (Motor Over Temperature)

4.1.2 ปัญหาที่เกิดจากการสื่อสารของอุปกรณ์ (Fault Communication)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปัญหาที่เกิดจากการสื่อสารจากบอร์ดควบคุมการทำงาน เกิดความผิดพลาดในการสื่อสารอันเนื่องจาก ความร้อนสะสมภายในห้องเครื่องอัดอากาศ จึงเกิดปัญหาบอร์ดควบคุมร้อน และเกิดการสื่อสารอื่นๆ ล้มเหลวตามไปด้วย การแก้ไขเบื้องต้น คือ ทำการเปิดประตูเพื่อระบายความร้อนและการเปิดพัดลมในการระบายความร้อนของมอเตอร์ เป็นการชั่วคราว เพื่อลดผลกระทบกับการผลิตและสามารถให้เครื่องอัดอากาศทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.2

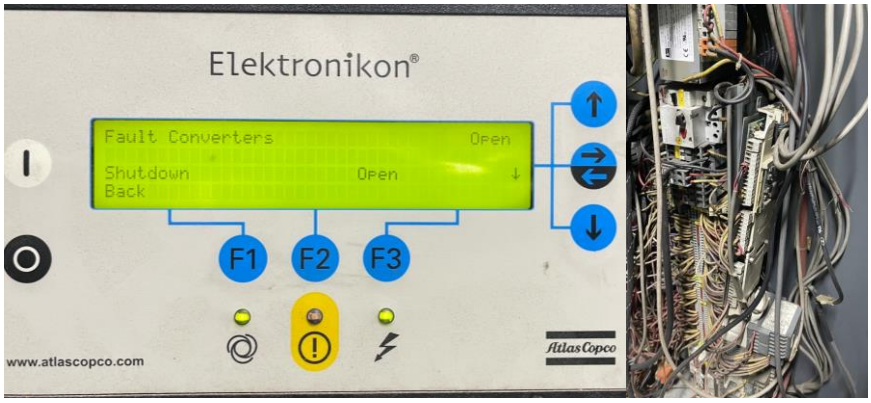


ภาพที่ 4.2 ปัญหาที่เกิดจากการสื่อสารของอุปกรณ์ (Fault Communication)

4.1.3 ปัญหาที่เกิดจากการรับส่งข้อมูล-แปลงสัญญาณของอุปกรณ์ (Fault Converter)

ปัญหาที่เกิดจากการสื่อสารข้อมูลระหว่างบอร์ดควบคุมการทำงานและหน้าจอควบคุม ไม่การสื่อสารระหว่างกันได้ ทำให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงาน อันเนื่องจากความร้อนสะสมภายในห้องควบคุมจึงเกิดปัญหาบอร์ดควบคุมร้อนและเป็นสาเหตุที่ทำอุปกรณ์เสื่อมสภาพ จึงทำให้เกิดการสื่อสารล้มเหลวในการทำงานของเครื่องอัดอากาศ การแก้ไขเบื้องต้น คือ ทำการเปิดประตูเพื่อระบายความร้อนและการเปิดพัดลมในการระบายความร้อนของมอเตอร์ เป็นการชั่วคราว เพื่อลดผลกระทบกับการผลิตและสามารถให้เครื่องอัดอากาศทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.3

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.3 ปัญหาที่เกิดจากการรับส่งข้อมูล-แปลงสัญญาณของอุปกรณ์ (Fault Converter)

4.1.4 ปัญหาที่เกิดจาก Earth Fault และ Motor Over Load

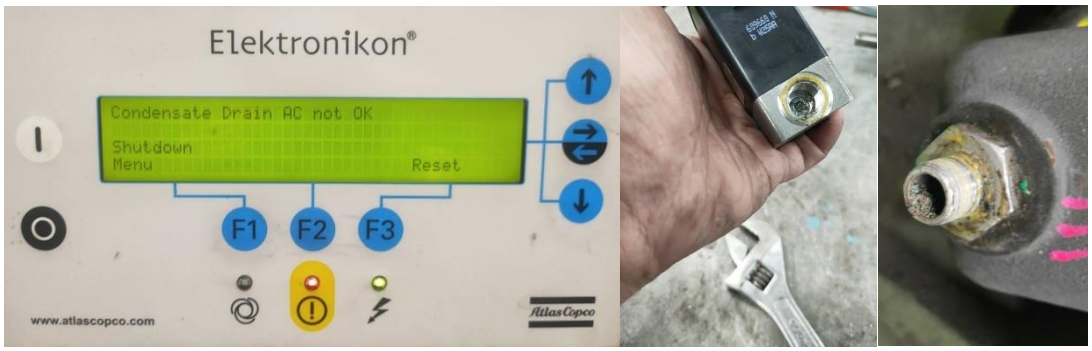
ปัญหาเกิดจาก CT ตัวแปลงค่ากระแสไฟฟ้า ไปยัง VSD เพื่อตรวจจับกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าสูงเกิน หาก CT อ่านค่าเกินพิกัดที่ตั้งค่าไว้ VSD จะสั่งหยุดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศทันที เพื่อป้องกันมอเตอร์เกิดความเสียอันเนื่องจากกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์สูงเกิน การแก้ไข คือ ทำการตรวจสอบค่าความต้านทานของ CT โดยการวัดค่าโอห์มเปรียบเทียบ ทั้ง 3 เฟส หากมีค่าความแตกต่างกัน นั่นหมายถึงว่า การแปลงค่ากระแสไฟฟ้าก็จะผิดพลาดเช่นเดียวกัน ดังนั้นช่างจึงทำการแก้ไขโดยการเปลี่ยน CT ใหม่ เพื่อให้เครื่องอัดอากาศสามารถทำงานได้และไม่เกิดผลกระทบต่อกระบวนการผลิต ดังแสดงในภาพที่ 4.4

ภาพที่ 4.4 ปัญหาที่เกิดจาก Earth Fault และ Motor Over Load

4.1.5 ปัญหาที่เกิดจากระบบเดรน (Auto Drain not OK)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Solenoid Valve คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่ในการเปิด-ปิด การทำงานของระบบ เดรนน้ำออกจากระบบอัดอากาศแบบอัตโนมัติ ซึ่งรับคำสั่งจากอุปกรณ์หรือจากบอร์ดควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งหากอุปกรณ์ดังกล่าวไม่ทำงาน จะส่งผลให้น้ำในระบบอัดอากาศสะสมจำนวนมาก เมื่อเกิดการสะสมจำนวนมากแล้ว อุปกรณ์ตรวจจับระบบน้ำจะสั่งหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศ ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงานลง ซึ่งระบบป้องกันน้ำปนกับระบบอากาศอัดเพื่อป้องกันระบบวาล์วและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชำรุดเสียหาย ดังแสดงในภาพที่4.5

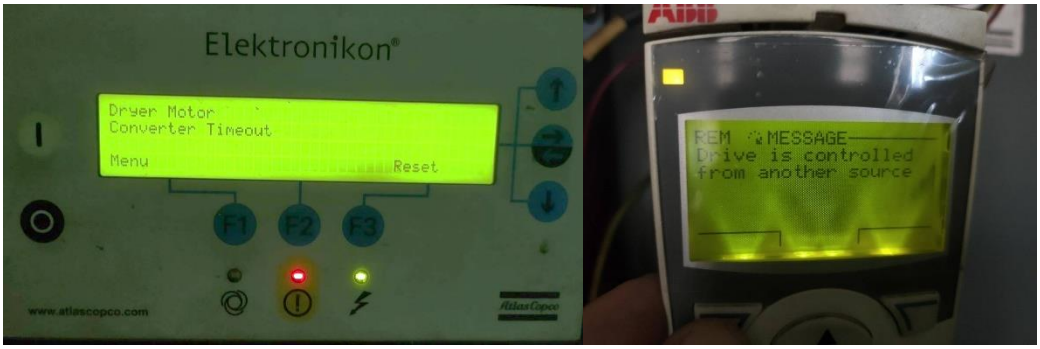


ภาพที่ 4.5 ปัญหาที่เกิดจาก Auto Drain not OK

4.1.6 ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ (Variable Speed Drive : VSD)

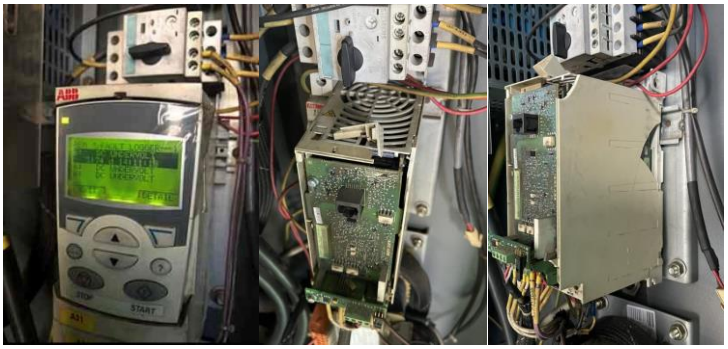
ปัญหาเกิดจาก VSD เช่น Dryer Motor converter time out, Drive is not control, Drive not responding, Dryer Rotating Error not rotating เป็นต้น VSD คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยวิธีการปรับเปลี่ยนความถี่ (Frequency) การใช้งานของมอเตอร์ไฟฟ้า ให้ทำงานเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับการควบคุมของ VSD และค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักรนั้นๆ ให้สอดคล้องกับการทำงาน ณ ขณะนั้น หาก VSD ทำงานผิดพลาดก็จะส่งผลให้ชุดบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศสั่งหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศทันที เพื่อป้องกันความเสียที่เกิดขึ้น จากการทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ ดังแสดงในภาพที่ 4.6 ถึงภาพที่ 4.8

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.6 ปัญหาที่เกิดจาก VSD: Dryer Motor converter time out

ภาพที่ 4.7 ปัญหาที่เกิดจาก VSD Drive not responding

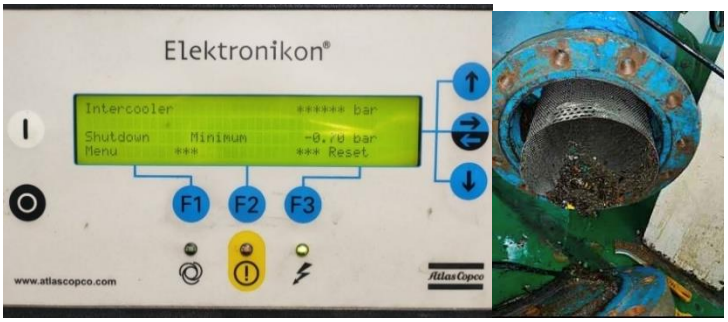


ภาพที่ 4.8 ปัญหาที่เกิดจาก VSD ชำรุดเสีย และเสื่อมสภาพ

4.1.7 ปัญหาที่เกิดจาก Inter cooler และ Element outlet high temperature

ปัญหาเกิดจาก Inter cooler เช่น Pressure transmitter ชำรุดเสียหาย และการเกิดจากระบบหล่อเย็นมีตะกรันอุดตันที่ Y-Stainer และรวมไปถึง inter cooler มีตะกรันในระบบ จึงเป็นสาเหตุให้เครื่องอัด

อากาศหยุดการทำงาน เนื่องจากระบบน้ำหล่อเย็นมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนออกจากระบบ inter cooler หากระบบน้ำหล่อเย็นมีปัญหา จะส่งผลให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงานลงทันที เนื่องจากเกิดความร้อน สะสมภายในระบบ inter cooler ระบายออกไม่ทัน ดังแสดงในภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 ปัญหาที่เกิดจาก Inter cooler และ Element outlet high temperature

4.1.8 ปัญหาที่เกิดจาก Transmitter ต่างๆ

Transmitter คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้ในการวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วส่งสัญญาณในรูปแบบ 0-10 โวลต์ หรือในรูปแบบของ 4-20 มิลลิแอมแปร์ จากนั้นจะถูกแปลงค่าด้วย Converter และแสดงค่าออกมา เป็นเชิงตัวเลข หากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เสียหรือชำรุด จะส่งผลให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงานลง จึงส่งผลให้กระบวนการผลิตหยุดชงักลง ดังแสดงในภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10 ปัญหาที่เกิดจาก Transmitter ต่างๆ

4.1.9 ปัญหาที่เกิดจากระบบระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust)

ปัญหาเครื่องอัดอากาศหยุดการทำงาน นั้น สาเหตุโดยหลักมาจาก การทำงานของระบบระบายอากาศภายในห้องอัดอากาศ และการระบายอากาศในห้องเครื่องอัดอากาศนั้น ไม่เพียงพอ ทำให้เกิดความร้อน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สะสมภายในเครื่องอัดอากาศ ส่งผลให้อุปกรณ์เครื่องอัดอากาศภายในเครื่องนั้น หยุดการทำงานลงอย่างกะทันหันและยังเป็นสาเหตุ ที่ทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เสื่อมสภาพการทำงานและเกิดการชำรุดเสียหายตามมาภายหลัง ส่วนการระบายความร้อนภายในห้องอัดอากาศ ก็มีการระบายความร้อนไม่ทั่วถึง ในบางพื้นที่ภายในห้องไม่มีอากาศหมุนเวียนที่ทั่วถึง เป็นสาเหตุอีกประการที่ทำให้อุณหภูมิทั้งภายในเครื่องและภายนอกเครื่องอัดอากาศสูงขึ้น เกิดความร้อนสะสม จึงทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานหนักและเกิดการชำรุดเสียหายตามมา ประการที่สองคือ การระบายอากาศภายในห้องอัดอากาศดึงเอาความร้อนภายในห้อง ไปทำการระบายอากาศ จึงเป็นการนำความร้อนภายในห้องไประบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศ จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ภายในเครื่องอัดอากาศมีอุณหภูมิสูง ดังนั้น ปัญหาหลักที่ส่งผลให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชำรุดเสียหายและทำให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงานลงอย่างกระทันหัน นั้นสาเหตุหลัก เกิดจากการระบายอากาศที่ไม่เหมาะสม ดังแสดงในภาพที่ 4.11

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.11 ปัญหาที่เกิดจากระบบระบายอากาศ (Ventilation and Exhaust)

4.2 การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ

จากการวิเคราะห์ปัญหา เมื่อทราบถึงปัญหาของเครื่องอัดอากาศครบถ้วนแล้ว ผู้วิจัยจึงนำหลักการวิเคราะห์ปัญหาด้วย Why Why Analysis เพื่อกำจัดรากเหง้าของปัญหาเพื่อให้ ไม่ต้องเสียเวลาแก้ไขปัญหาที่ไม่ใช่สาเหตุหลัก และกำหนดมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างถูกต้องและเป็นมาตรการเพื่อป้องกันปัญหาเกิดขึ้นมาซ้ำอีกครั้ง จึงทำการวิเคราะห์ปัญหาได้ดังนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(1) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZR315-01

ตารางที่ 4.1 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR315-01

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Fault Converter**	Board control ไม่สามารถรับ-ส่ง สัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้	ชุดควบคุมภายใน main board control Alarm	Board control เสื่อมสภาพและชำรุดแตกหัก	Board control มีอายุการใช้งานเกินกว่า10 ปี	-	Board control เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยน	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board Control เป็นประจำทุก 3 เดือน 2. สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์
					Board contro มีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศเป็นประจำทุก 3 เดือน
2	**Fault:** **Earth Fault**	ABB Drive ส่ง สัญญาณเพื่อตัดการทำงานมอเตอร์	สัญญาณควบคุมการทำงานของมอเตอร์ผิดปกติ	การต่อสาย PT100 ไม่แน่น	-	-	ขั้ว PT100 หลวม	ทำการย้ำสายสัญญาณให้แน่น	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
3	**Fault:** **Motor High** **Temperature**	ABB Drive ส่งสัญญาณเพื่อตัดการทำงานมอเตอร์	มอเตอร์และขดลวดมีอุณหภูมิสูงเกิน 40 องศาเซลเซียส	ภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอ	-	ระบบระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศเป็นประจำทุก 3 เดือน
4	**Fault:** **Auto Drain**	Auto drain Alarm	Auto drain ไม่ทำงาน	Auto drain เสีย	ขาดการตรวจสอบ	-	ขาดการตรวจสอบ	จัดทำแผนงานบำรุงรักษาและสั่งซื้อเปลี่ยน Auto drain ใหม่	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Auto drain ทุก 3 ปี 2. สั่งซื้อ Auto drain และจัดเก็บเข้าสโตร์
				Auto drain ค้างและปิดไม่สนิท	มีตะกรันไปติดขัดวาล์วเปิด-ปิดของ Auto drain	-	มีตะกรันติดขัด Auto drain	ถอดล้างทำความสะอาด	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาเปลี่ยนทำความสะอาดและการตรวจสอบ ทุก 3 เดือน
5	**Fault:** **Inter Cooler**	อุณหภูมิ Inter Cooler ขาออกสูง	ท่อ Inter Cooler รั่ว	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	-	-	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	1. จัดทำแผนบำรุงรักษาและถอดล้างทำความสะอาดและอุดท่อที่รั่ว 2. สั่งซื้อและเปลี่ยน Inter Cooler	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบและการล้างทำความสะอาดทุก 1 ปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZD2800-01

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZD2800-01

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Low Oil Pressure**	แรงดัน Oil Pressurer ต่ำ	Pressure Transmitter อ่านค่าไม่ตรง	Pressure Transmitter เสื่อมสภาพและมีอายุ การใช้งานนาน	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	-	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Transmitter	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการ เปลี่ยน Pressure Transmitter ทุก 3 ปี 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบทุก 3 เดือน
2	**Fault:** **Motor overload**	VSD ตัดการทำงาน มอเตอร์ของ เครื่องอัดอากาศ	VSD ตรวจพบกระแส ไฟฟ้าของมอเตอร์ ทั้ง 3 เฟส ไม่สมดุล	CT อ่านค่าไม่ตรง	CT เสื่อมสภาพ และมีอายุการใช้งาน เกินกว่า10 ปี	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน CT	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบ CT เป็นประจำทุก 3 เดือน 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน CT ทุก ๆ 3 ปี 3. สั่งซื้อ CT และจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
3	**Fault:** **Dryers Rotating error**	VSD MD Dryers ไม่ทำงาน	Board control ไม่สามารถ รับ-ส่งสัญญาณ ข้อมูลกับ VSD ได้	VSD MD Dryers ชำรุดกแตกหัก	VSD MD Dryers เสื่อมสภาพ	-	VSD MD Dryers เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่ จัดเก็บในสโตร์	สั่งซื้อ VSD MD Dryers และวางแผนเปลี่ยน	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน VSD MD Dryers ทุก 5 ปี 2. สั่งซื้อ VSD MD Dryers และจัดเก็บเข้าสโตร์
					VSD MD Dryers มีความร้อนสะสม	การระบายอากาศ ภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศ ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบ ระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบ VSD ทุก 3 เดือน
4	**Fault:** **Motor High** **Temperature**	ABB Drive ส่งสัญญาณเพื่อ ตัดการทำงานมอเตอร์	มอเตอร์และขดลวด มีอุณหภูมิสูง	ภายในห้องเครื่องอัด อากาศมีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายใน ห้องเครื่องอัดอากาศไม่ เพียงพอ	-	ระบบระบายอากาศ ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบ ระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบระบบระบายอากาศ เป็นประจำทุก 3 เดือน
5	**Fault:** **Oil High Temp**	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น เครื่องอัดอากาศสูง	Y-Stainer ตัน	เศษตะกรันอุดตันที่ Y-Stainer	ความถี่แผนการ บำรุงรักษานานเกินไป (ล้างทุก 6 เดือน)	-	ความถี่แผนการบำรุงรักษา นานเกินไป	ปรับปรุงแผนงาน บำรุงรักษาและถอดล้างทำ ความสะอาด Y-Stainer	1. ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษา การล้างทำความสะอาดทุก 3 เดือน 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การล้างทำความสะอาด Cooling tower เป็นประจำทุก 6 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(3) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZR315-02

ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR315-02

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1	สาเหตุ 2	สาเหตุ 3	สาเหตุ 4	สาเหตุ 5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **No communication**	Board control ไม่สามารถรับ-ส่งสัญญาณข้อมูลระหว่าง board control หน้าจอ HMI และ Keypad ได้	ชุดควบคุมภายใน main board control มี Alarm	Board control เสื่อมสภาพและชำรุดแตกหัก	Board control มีอายุการใช้งานเกินกว่า 10 ปี	-	Board control เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยน	1. สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board control เป็นประจำทุก 3 เดือน
					Board control มีความร้อนสะสม	การระบายอากาศภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน
2	**Fault:** **Earth Fault**	ABB Drive ส่ง สัญญาณเพื่อตัดการทำงานมอเตอร์	สัญญาณควบคุมการทำงานของมอเตอร์ผิดปกติ	การต่อสาย PT100 ไม่แน่น	-	-	ขั้ว PT100 หลวม	ทำการย้ำสายสัญญาณ PT100 ให้แน่น	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1	สาเหตุ 2	สาเหตุ 3	สาเหตุ 4	สาเหตุ 5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
3	**Fault:** **Motor High Temperature**	ABB Drive ส่งสัญญาณเพื่อตัดการทำงานมอเตอร์	มอเตอร์และขดลวดมีอุณหภูมิสูง	ภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอ	-	ระบบระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน
4	**Fault:** **Dryers Rotating error**	VSD MD Dryers ไม่ทำงาน	Board control ไม่สามารถ รับ-ส่งสัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้	VSD MD Dryers ชำรุดกแตกหัก	VSD MD Dryers เสื่อมสภาพ	-	VSD MD Dryers เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	จัดทำแผนงานบำรุงรักษาสั่งซื้อและเปลี่ยน VSD MD Dryers	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการเปลี่ยน VSD MD Dryers ทุก 5 ปี 2. สั่งซื้อ VSD MD Dryers และจัดเก็บเข้าสโตร์
					VSD MD Dryers มีความร้อนสะสม	การระบายอากาศภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ VSD ทุก 3 เดือน
5	**Fault:** **Motor overload**	VSD ตัดการทำงานมอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศ	VSD ตรวจพบกระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ทั้ง 3 เฟส ไม่สมดุล	CT อ่านค่าไม่ตรง	CT เสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานเกินกว่า10 ปี	-	CT เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	จัดทำแผนงานบำรุงรักษาสั่งซื้อและเปลี่ยน CT ใหม่	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ CT เป็นประจำทุก 3 เดือน 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการเปลี่ยน CT ทุก ๆ 3 ปี 3. สั่งซื้อ CT และจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1	สาเหตุ 2	สาเหตุ 3	สาเหตุ 4	สาเหตุ 5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
6	**Fault:** **Fault Converter**	Board control ไม่สามารถรับ-ส่ง สัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้	ชุดควบคุมภายใน main board control Alarm	Board control เสื่อมสภาพและชำรุดแตกหัก	Board control มีอายุการใช้งานเกินกว่า 10 ปี	-	Board control เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยน	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board Control เป็นประจำทุก 3 เดือน 2. สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์
					Board contro มีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน
7	**Fault:** **Auto Drain**	Auto drain Alarm	Auto drain ไม่ทำงาน	Auto drain เสีย	ขาดการตรวจสอบ	-	ขาดการตรวจสอบ	จัดทำแผนงานบำรุงรักษาสั่งซื้อและเปลี่ยน Auto drain	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาเปลี่ยน Auto drain ทุก 3 ปี 2.สั่งซื้อ Auto drain และจัดเก็บเข้าสโตร์
				Auto drain ค้างและปิดไม่สนิท	มีตะกรันไปติดขัดวาล์วเปิด-ปิดของ Auto drain	-	มีตะกรันติดขัด Auto drain	ถอดล้างทำความสะอาด	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาเปลี่ยนทำความสะอาดและการตรวจสอบ ทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(4) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02

ตารางที่ 4.4 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZD2800-02

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Fault Converter**	Board control ไม่สามารถรับ-ส่ง สัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้	ชุดควบคุมภายใน main board control Alarm	Board control เสื่อมสภาพและชำรุดแตกหัก	Board control มีอายุการใช้งานเกินกว่า10 ปี	-	Board control เสื่อมสภาพและไม่มีอะไหล่จัดเก็บในสโตร์	สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยน	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board Control เป็นประจำทุก 3 เดือน 2. สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์
					Board contro มีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องไม่เพียงพอ	ระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศเป็นประจำทุก 3 เดือน
2	**Fault:** **Motor High Temperature**	ABB Drive ส่งสัญญาณเพื่อตัดการทำงานมอเตอร์	มอเตอร์และขดลวดมีอุณหภูมิสูง	ภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีความร้อนสะสมสูง	การระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอ	-	ระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ	วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ	1. ปรับปรุงระบบระบายอากาศ 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
3	**Fault:** **High Dew Point**	Pressure Dew Point มีความชื้นในอากาศอัดสูง (น้ำในระบบอัดอากาศ)	ระบบ MD Dryers ทำงานไม่เต็ม ประสิทธิภาพ	เสื่อมสภาพการใช้งาน	ไม่มีแผนงานบำรุงรักษา	-	ไม่มีแผนงานการ บำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน MD Dryers	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน MD Dryer ทุก 5 ปี โดย OEM 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำ ทุก 1 ปี โดย OEM
4	**Belt ขาด**	สายพานขับของเครื่อง อัดอากาศขาด	สายพานหย่อน	ขาดการตรวจสอบ	-	-	ไม่มีแผนงานการ ตรวจสอบ	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา และปรับตั้งสายพานใหม่ สั่งซื้อและเปลี่ยนสาย พานใหม่	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบทุก 3 เดือน โดยผู้รับเหมา OEM 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน Belt ทุก 1 ปี โดย OEM 3. สั่งซื้อ Belt และจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(5) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ WH50

ตารางที่ 4.5 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง WH50

No.	Alarm/Fault	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	สาเหตุ 5 Why-5	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **High Dew Point**	เครื่องทำลมแห้ง Alarm	มีความชื้นในอากาศอัดสูง (น้ำในระบบอัดอากาศ)	ระบบเดรนน้ำอัตโนมัติ ไม่ทำงาน	ท่อเดรนน้ำมีน้ำแข็ง อุดตันท่อเดรน (Ice blocked)	ท่อเดรนมีขนาดเล็ก ทำให้เดรนไม่ทัน	ท่อเดรนมีขนาดเล็ก	แก้ไขเปลี่ยนท่อเดรน ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	1.เพิ่มการตรวจสอบประจำวัน และทดสอบการทำงาน ลงใน Log sheet
2	**Fault:** **High disschange air** **temp.**	อุณหภูมิอากาศอัด ขาออกสูง	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นสูง	น้ำใน Cooling tower แห้ง	ช่างเดรนน้ำทิ้งไว้ แล้วทำ ให้น้ำเติมไม่ทัน	ไม่มีระบบเดรนน้ำอัตโนมัติ	ไม่มีระบบเดรนน้ำอัตโนมัติ	เดรนน้ำ โดยการเปิดวาล์ว น้ำ 20% และทำการล็อควาล์วน้ำ	1. ของงบประมาณติดตั้งระบบเดรน น้ำอัตโนมัติ
3	**Fault:** **Auto Drain Leak**	Auto drain ทำงาน ตลอดเวลา	O-ring ขาด	ขาดการบำรุงรักษา	-	-	ขาดการบำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เพิ่มการตรวจสอบประจำวัน สั่งซื้อและเปลี่ยน O-ring ใหม่	1.เพิ่มการตรวจสอบประจำวัน และทดสอบการทำงาน ลงใน Log sheet 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบทุก 3 เดือน โดย OEM 3. สั่งซื้อ ชุด Kits O-ring และจัดเก็บเข้าสโตร์
4	**Fault:** **Low Flow**	Flow transmiter สั่งตัด การทำงาน	มีอากาศเข้าในระบบน้ำหล่อ เย็น	Inter cooler รั่ว	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	-	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา ทำการอุดท่อ inter cooler	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบและการล้าง ทำความสะอาดทุก 1 ปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(6) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZR200

ตารางที่ 4.6 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR200

No.	ปัญหา Root cause	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Auto Drain**	Auto drain Alarm	Auto drain ไม่ทำงาน	Auto drain เสีย	ขาดการตรวจสอบ	ขาดการตรวจสอบ	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Auto drain	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Auto drain ทุก 3 ปี 2. สั่งซื้อ Auto drain และจัดเก็บเข้าสโตร์
				Auto drain ค้างและปิดไม่สนิท	มีตะกรันไปติดขัด วาล์วเปิด-ปิดของ Auto drain	ตะกรันติดขัด Auto drain	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา ถอดล้างทำความสะอาด	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการ ทำความสะอาดประจำทุก 3 เดือน
2	**Fault:** **Low Oil Pressure**	แรงดัน Oil Pressurer ต่ำ	Pressure Transmitter อ่านค่าไม่ตรง	Pressure Transmitter เสื่อมสภาพและมีอายุ การใช้งานนาน	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	ไม่มีแผนการ บำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Transmitter ใหม่	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน Pressure Transmitter ประจำทุก 3 ปี 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน 3. สั่งซื้อ Pressure transmitter และจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(7) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ PP1500

ตารางที่ 4.7 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง PP1500

No.	ปัญหา Root cause	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	Root Cause	แนวทางการแก้ปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Element 1 Outlet** **high temp.**	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเครื่องอัดอากาศสูง	Y-Stainer ตัน	เศษตะกรันอุดตันที่ Y-Stainer	ความถี่แผนการบำรุงรักษานานเกินไป (ล้างทุก 6 เดือน)	ความถี่แผนการบำรุงรักษานาน	ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษาและถอดล้างทำความสะอาด Y-Stainer	1. ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษาการล้างทำความสะอาดทุก 3 เดือน 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการล้างทำความสะอาด Cooling tower เป็นประจำทุก 6 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(8) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ ZR145

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง ZR145

No.	ปัญหา Root cause	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	Root Cause	การแก้ไขปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Element 1 Outlet high temp.**	อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเครื่องอัดอากาศสูง	Y-Stainer ตัน	เศษตะกรันอุดตันที่ Y-Stainer	ความถี่แผนการบำรุงรักษานานเกินไป (ล้างทุก 6 เดือน)	ความถี่แผนการบำรุงรักษานาน	ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษาและถอดล้างทำความสะอาด Y-Stainer	1. ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษา การล้างทำความสะอาดทุก 3 เดือน 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การล้างทำความสะอาด Cooling tower เป็นประจำทุก 6 เดือน
2	**Fault:** **Low Oil Pressure**	แรงดัน Oil Pressurer ต่ำ	Pressure Transmitter อ่านค่าไม่ตรง	Pressure Transmitter เสื่อมสภาพและมีอายุการใช้งานนาน	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Transmitter	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาเปลี่ยน Pressure Transmitter ประจำทุก 3 ปี 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน 3. สั่งซื้อ Pressure transmitterและจัดเก็บเข้าสโตร์
3	**Fault:** **Auto Drain**	Auto drain Alarm	Auto drain ไม่ทำงาน	Auto drain เสีย	ขาดการตรวจสอบ	ขาดการตรวจสอบ	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Auto drain	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Auto drain ทุก 3 ปี 2. สั่งซื้อ Auto drain และจัดเก็บเข้าสโตร์
				Auto drain ค้างและปิดไม่สนิท	มีตะกรันไปติดขัดวาล์วเปิด-ปิดของ Auto drain	ตะกรันติดขัด Auto drain	จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการและถอดล้างทำความสะอาด Auto drain	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการทำความสะอาดประจำทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(9) การวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศ PP1100

ตารางที่ 4.9 การวิเคราะห์ปัญหาและวิธีการแก้ไขเครื่องอัดอากาศขัดข้อง ของเครื่อง PP1100

No.	ปัญหา Root cause	สาเหตุ 1 Why-1	สาเหตุ 2 Why-2	สาเหตุ 3 Why-3	สาเหตุ 4 Why-4	Root Cause	การแก้ไขปัญหา	แนวทางการป้องกัน
1	**Fault:** **Oil Low Temp**	แรงดัน Oil Pressurer ต่ำ	Pressure Transmitter อ่านค่าไม่ตรง	Pressure Transmitter เสื่อมสภาพและมีอายุ การใช้งานนาน	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	ไม่มีแผนการบำรุง รักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Transmitter	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Pressure Transmitter ประจำทุก 3 ปี 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำ ทุก 3 เดือน 3. สั่งซื้อ Pressure transmitter และจัดเก็บเข้าสโตร์
2	**Fault:** **High Dew Point**	Pressure Dew Point อ่านค่าไม่ตรง	Pressure Dew Point เสื่อมสภาพ	ไม่มีแผนการบำรุงรักษา	-	ไม่มีแผนการ บำรุงรักษา	จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Dew point	1. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Pressure Dew point ประจำทุก 3 ปี 2. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การสอบเทียบประจำทุก 1 ปี 3. จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบและทำความ สะอาดประจำทุก 3 เดือน 4. สั่งซื้อ Pressure dew point และจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.3 ลักษณะของปัญหาที่เกิดขึ้น

4.3.1 ปัญหา Fault Converter สาเหตุเกิดจาก บอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศเกิดการชำรุดเสื่อมสภาพและ Inverter Temp สูง เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องควบคุมมีอุณหภูมิที่สูง จึงเป็นสาเหตุให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงาน เนื่องจากบอร์ดควบคุม มีความร้อนสะสมสูงและ ส่งผลให้ Inverter ร้อน

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยน โดย OEM

(2) วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ

- แนวทางการป้องกัน คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board Control เป็นประจำทุก 3 เดือน โดย OEM

(2) สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์

(3) ปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในเครื่องอัดอากาศและเพิ่มจัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศประจำทุก 3 เดือน

4.3.2 ปัญหา Earth Fault สาเหตุเกิดจาก อุปกรณ์ PT100 เสื่อมสภาพจากการใช้งานอันเนื่องมาจากปัญหาอุณหภูมิภายในมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิสะสมสูง เป็นเหตุให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพและ ทำให้ Converter อ่านค่าได้ไม่ถูกต้อง

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาและทำการย้ำสายสัญญาณให้แน่น

- แนวทางการป้องกัน คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน

(2) ดำเนินการติดตั้งระบบ IOT เข้ามาช่วยในการตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนและอุณหภูมิของมอเตอร์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบ ช่วยติดตามและเป็นข้อมูลการพิจารณาวางแผนบำรุงรักษาต่อไป

4.3.3 ปัญหา Fault Motor High Temperature สาเหตุเกิดจาก ขดลวดมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงเมื่ออุณหภูมิภายในมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิสะสมสูง เป็นเหตุให้บอร์ดควบคุมและตัวควบคุม VSD สั่งหยุดการทำงานของมอเตอร์เครื่องอัดอากาศ เพื่อป้องกันความเสียหายจากมอเตอร์ไหม้

- แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ

(1) วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำทุก 3 เดือน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) ดำเนินการติดตั้งระบบ IOT เข้ามาช่วยในการตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนและอุณหภูมิของผิวมอเตอร์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบ ช่วยติดตามและเป็นข้อมูลการพิจารณาวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

4.3.4 ปัญหา Fault Auto Drain สาเหตุเกิดจาก Auto Drain ค้างและปิดไม่สนิท เนื่องจากมีเศษตะกรันไปติดขัดที่ Auto Drain ทำให้ปิดไม่สนิท จึงทำให้บอร์ดควบคุมสั่งหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศเพื่อป้องกันน้ำปนเข้าไปในระบบอากาศอัด

- แนวทางการแก้ไขปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Auto drain โดย OEM

(2) ถอดล้างทำความสะอาด โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยนทำความสะอาดและการตรวจสอบ ทุก 3 เดือน โดย OEM

(2) สั่งซื้อ Auto drain และจัดเก็บเข้าสโตร์

(3) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา เปลี่ยน Auto drain ทุก 3 ปี โดย OEM

4.3.5 ปัญหา Fault Inter Cooler สาเหตุเกิดจาก Inter Cooler ทำให้อุณหภูมิอากาศขาออกของเครื่องอัดอากาศสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ ทำให้บอร์ดควบคุมตัดการทำงานของเครื่องอัดอากาศเพื่อป้องกันเครื่องอัดอากาศเสียหายจากการใช้งานที่เกินกว่าค่ามาตรฐานของเครื่องอัดอากาศทำงาน

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา ถอดล้างทำความสะอาดและอุดท่อที่รั่ว โดย OEM

(2) สั่งซื้อและเปลี่ยน Inter Cooler โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบและการล้างทำความสะอาดทุก 1 ปี โดย OEM

4.3.6 ปัญหา Fault Low Oil Pressure สาเหตุเกิดจาก Oil Pressure Transmitter เสื่อมสภาพ อ่านค่าไม่ตรง ทำให้บอร์ดควบคุมสั่งหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน Pressure Transmitter โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบทุก 3 เดือน โดย OEM

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการ เปลี่ยน Pressure Transmitter ทุก 3 ปี โดย OEM

(3) สั่งซื้อ Pressure Transmitter และจัดเก็บเข้าสโตร์

4.3.7 ปัญหา Fault Motor overload สาเหตุเกิดจาก CT (Current transformer) อ่านค่าไม่ตรง เนื่องจากเสื่อมสภาพ อันเนื่องมาจากการระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอและทำให้เสื่อมสภาพการใช้งาน เป็นเหตุให้ VSD สั่งหยุดการทำงานของเครื่องอัดอากาศ

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน CT โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ CT เป็นประจำทุก 3 เดือน

(2) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการเปลี่ยน CT ทุก ๆ 3 ปี โดย OEM

(3) สั่งซื้อ CT และจัดเก็บเข้าสโตร์

4.3.8 ปัญหา Fault Oil High Temp สาเหตุเกิดจาก เศษตะกรันในระบบน้ำหล่อเย็นไปติดขัดที่ Y-Stainer ทำให้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น เข้า-ออก มีอุณหภูมิสูง ทำให้บอร์ดควบคุมตัดการทำงาน ของเครื่องอัดอากาศเพราะป้องกันเครื่องอัดอากาศเสียหาย จากการใช้งานที่เกินกว่าค่ามาตรฐานของเครื่องอัดอากาศ

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษาและถอดล้างทำความสะอาด Y-Stainer

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) ปรับปรุงแผนงานบำรุงรักษาการล้างทำความสะอาดทุก 3 เดือน

(2) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการล้างทำความสะอาด Cooling tower เป็นประจำทุก 6 เดือน โดย OEM

4.3.9 ปัญหา Fault No Communication สาเหตุเกิดจากการเสื่อมสภาพของบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศเกิดการชำรุดและเสื่อมสภาพ เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องควบคุมมีอุณหภูมิที่สูง จึงเป็นสาเหตุให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงาน เนื่องจากบอร์ดควบคุม มีความร้อนร้อนสะสมสูง

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อ Board Control และวางแผนเปลี่ยนโดย OEM

(2) วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบ Board control เป็นประจำทุก 3 เดือน โดย OEM

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) สั่งซื้อ Board control และจัดเก็บเข้าสโตร์

(3) ปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในเครื่องอัดอากาศและเพิ่มจัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศประจำทุก 3 เดือน

4.3.10 ปัญหา Fault Dryers Rotating Error สาเหตุเกิดจาก Board control ไม่สามารถ รับ-ส่งสัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้ เนื่องจาก VSD ของชุด MD Dryers เสื่อมสภาพการใช้งาน อันเนื่องมาจากสาเหตุหลักคือ การระบายอากาศภายในห้องเครื่องอัดอากาศไม่เพียงพอและส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพการใช้งานเป็นสาเหตุให้เครื่องอัดอากาศหยุดการทำงาน

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน VSD MD Dryers โดย OEM

(2) วางแผนปรับปรุงระบบระบายอากาศ

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการเปลี่ยน VSD MD Dryers ทุก 5 ปี โดย OEM

(2) สั่งซื้อ VSD MD Dryers และจัดเก็บเข้าสโตร์

(3) ปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในเครื่องอัดอากาศและเพิ่มจัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบระบบระบายอากาศประจำทุก 3 เดือน

4.3.11 ปัญหา Fault High Dew Point สาเหตุเกิดจาก Motor MD Dryers เสื่อมสภาพจากการใช้งานที่นานและแผนงานบำรุงรักษาที่ไม่ชัดเจน

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยน MD Dryers โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การเปลี่ยน MD Dryer ทุก 5 ปี โดย OEM

(2) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา การตรวจสอบประจำ ทุก 1 ปี โดย OEM

4.3.12 ปัญหาสายพานขาด สาเหตุเกิดจาก สายพานขับของเครื่องอัดอากาศหย่อนและขาดการตรวจสอบการใช้งาน

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษา สั่งซื้อและเปลี่ยนสายพานใหม่ โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการตรวจสอบทุก 3 เดือน โดย OEM

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

(2) จัดทำแผนงานบำรุงรักษาการเปลี่ยน Belt ทุก 1 ปี โดย OEM

(3) สั่งซื้อ Belt และจัดเก็บเข้าสโตร์

4.3.13 ปัญหา Fault High Dew Point สาเหตุเกิดจาก มีน้ำแข็งอุดตัน (ice block) บริเวณท่อเดรนของเครื่องทำลมแห้ง (Air dryers) เนื่องจากขนาดของท่อเดรนไม่เหมาะสม ส่งผลให้มีการอุดตันของท่อเดรน ส่งผลให้น้ำปนเข้าไปกับลม

- แนวทางการแก้ไขปัญหา คือ

(1) แก้ไขเปลี่ยนท่อเดรนให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดย OEM

- แนวทางการป้องกันปัญหาคือ

(1) เพิ่มหัวข้อการตรวจสอบประจำวันและทดสอบการทำงานของ Auto drain ลงใน Log sheet ช่าง

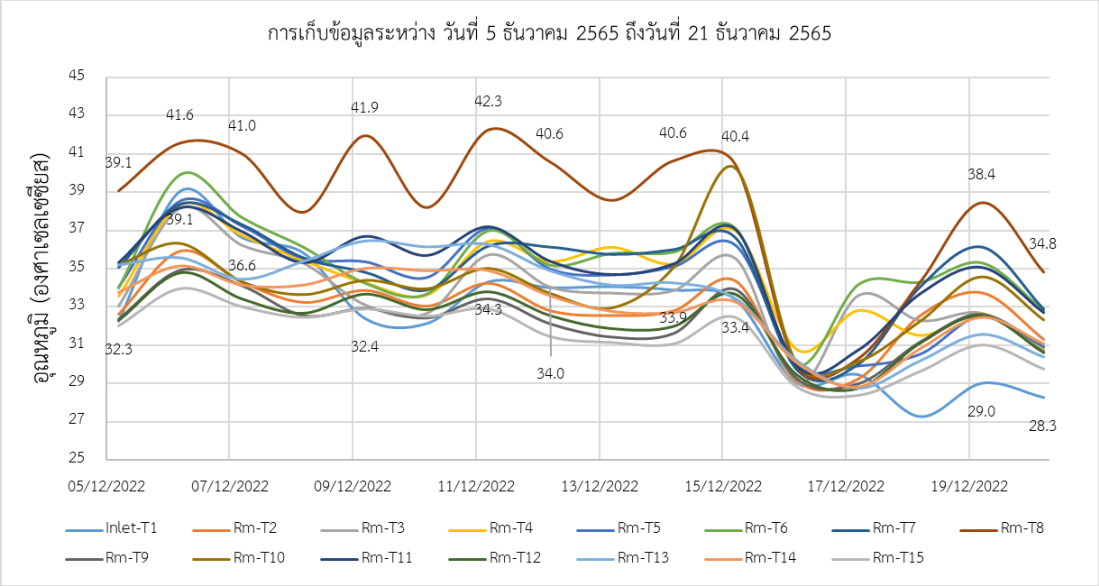
4.4 การปรับปรุงอุณหภูมิห้องอัดอากาศ

จากการวิเคราะห์ปัญหาเครื่องอัดอากาศที่มีอัตราการขัดข้องและเป็นสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เครื่องอัดอากาศหยุดขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง จึงได้ ศึกษาและดำเนินการปรับปรุง ระบบระบายอากาศ เพื่อช่วยระบายอากาศในห้องอัดอากาศให้ดีขึ้น จะส่งผลให้เครื่องอัดอากาศทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น และยังรวมไปถึง ช่วยยืดอายุการใช้งานอไหล่และระบบอิเล็กทรอนิกส์ภายในเครื่องอัดอากาศด้วย

4.4.1 การปรับปรุงห้องอัดอากาศ ห้องที่ 2

จากการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ Why Why Analysis พบว่า เครื่องอัดอากาศขัดข้องมาจากสาเหตุของระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ เป็นสาเหตุหลัก ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง จากการดำเนินการตรวจวัดอุณหภูมิก่อนการปรับปรุง ข้อมูลตรวจวัด วันที่ 5 ธันวาคม 2565 ถึงวันที่ 21 ธันวาคม 2565 ดังแสดงในภาพที่ 4.12

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



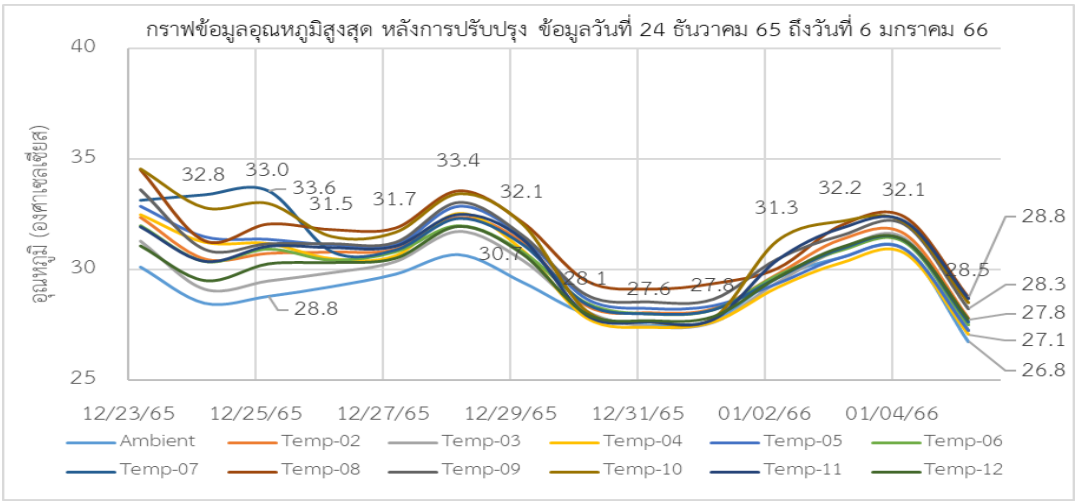
ภาพที่ 4.12 กราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ก่อนการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 2

จากภาพที่ 4.12 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดก่อนการปรับปรุง พบว่าอุณหภูมิความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกห้องอัดอากาศและอุณหภูมิภายในห้องอัดอากาศ มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันเฉลี่ย อยู่ที่ 4.4-9.6 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 42.3 องศาเซลเซียส

จากการกราฟข้อมูลระหว่างวันที่ 16-17 ธันวาคม 2565 มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก เนื่องจากเครื่องอัดอากาศถูกปิดการใช้งาน เนื่องจากไม่มีแผนการผลิต

หลังจากการตรวจวัดข้อมูลอุณหภูมิของห้องอัดอากาศก่อนการปรับปรุง ทำให้ทราบว่า ห้องอัดอากาศมีอุณหภูมิห้องสูง ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 42.3 องศา จึงได้ดำเนินการปรับปรุงห้องอัดอากาศ โดยการปรับปรุงและติดตั้งระบบระบายอากาศใหม่ จากนั้นทำการตรวจวัดข้อมูลอุณหภูมิหลังการปรับปรุง ข้อมูลตรวจวัดหลังการปรับปรุง วันที่ 24 ธันวาคม 2565 ถึงวันที่ 6 มกราคม 2566 ดังแสดงในภาพที่ 4.13

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.13 กราฟข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย หลังการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 2

จากภาพ 4.13 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดหลังการปรับปรุง พบว่าอุณหภูมิมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกห้องอัดอากาศและอุณหภูมิภายในห้องอัดอากาศ อยู่ระหว่าง อยู่ที่ 1.4-4.9 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 33.4 องศาเซลเซียส

จากการกราฟข้อมูลระหว่างวันที่ 31 ธันวาคม 2565 ถึงวันที่ 2 มกราคม 2566 มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก เนื่องจากเครื่องอัดอากาศหยุดทำงาน เนื่องจากไม่มีแผนการผลิต และเป็นวันหยุดประจำปี จากภาพที่ 4.14 ภาพเปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศก่อนและหลังการปรับปรุง

ภาพที่ 4.14 เปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.4.2 คำนวณการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 2

(1) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน การระบายอากาศก่อนการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2

ข้อมูลก่อนการปรับปรุง		**kWh**	**m^3/hr**
	ข้อมูลการเติมอากาศ	5.80	30,460
	ข้อมูลการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง	0.75	4,500
	ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนออกนอกห้อง	5.35	39,420
	ผลรวม	**11.90**	**74,380**
ลำดับ	**รายละเอียดข้อมูล**	**กำลังไฟฟ้า (kW)**	**อัตราการระบายอากาศ (m^3/hr)**
1	Fresh Air-เติมอากาศ PP1500	1.30	12,460
2	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 1	1.50	6,000
3	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 2	1.50	6,000
4	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 3	1.50	6,000
5	พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในห้อง PP1500	0.25	1,500
6	พัดลมหมุนเวียนอากาศภายในห้อง ZR315	0.25	1,500
7	พัดลมระบายความร้อนตู้ควบคุมเครื่อง ZR315	0.25	1,500
8	Blower ดูดอากาศภายในเครื่องจักร (FSA-500)	1.50	10,000
9	Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive	0.75	1,500
10	Exhaust-ระบายอากาศ	1.30	12,460
11	Exhaust-ระบายอากาศ	1.30	12,460
12	Exhaust-ระบายอากาศ	0.25	1,500
13	Exhaust-ระบายอากาศ	0.25	1,500
กำลังไฟฟ้ารวม		**11.90**	**74,380**

จากตารางที่ 4.10 สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้ารวม ก่อนการปรับปรุงได้ที่ 11.90 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

(2) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน การระบายอากาศหลังการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 4.11

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2

ข้อมูลหลังการปรับปรุง		kWh	m^3/hr
	ข้อมูลการเติมอากาศ	7.50	129,600
	ข้อมูลการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง	2.25	85,800
	ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนออกนอกห้อง	6.70	137,100
	ผลรวม	**16.45**	**352,500**
ลำดับ	**รายละเอียดข้อมูล**	**กำลังไฟฟ้า (kW)**	**อัตราการระบายอากาศ (m^3/hr)**
1	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 1	1.50	55,800
2	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 2	1.50	55,800
3	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 1	1.50	6,000
4	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 2	1.50	6,000
5	Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 3	1.50	6,000
6	Circulation พัดลมหมุนเวียนอากาศ ZAH-1000F (36")	0.75	30,000
7	Circulation พัดลมหมุนเวียนอากาศ ZAH-1530 (56")	1.50	55,800
8	Blower ดูดอากาศภายในเครื่องจักร (FSA-500)	1.50	10,000
9	Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive (CF250H)	2.20	6,300
10	Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1530 (56")	1.50	55,800
11	Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1100 (40")	0.75	32,500
12	Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1100 (40")	0.75	32,500
กำลังไฟฟ้ารวม		**16.45**	**352,500**

จากตารางที่ 4.11 สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้ารวมหลังการปรับปรุงได้ที่ 16.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

(3) คำนวณและเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุง

ข้อมูล

กำลังไฟฟ้ารวม ก่อนการปรับปรุง 11.90 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

กำลังไฟฟ้ารวม หลังการปรับปรุง 16.45 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คำนวณ

กำลังไฟฟ้า หลังการปรับปรุง = 16.45 - 11.90

= 4.55 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เวลาทำงานทั้งปีเฉลี่ย 350 วันต่อปี, 24 ชั่วโมงต่อวัน, ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.50 บาทต่อหน่วย

คำนวณ พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายทั้งปี

การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี = (4.50 x 350 x 24)

= 38,220 หน่วยต่อปี

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปี = 38,220 x 4.50

= 171,990 บาทต่อปี

(4) คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงาน

เนื่องจากการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในระบบเครื่องอัดอากาศได้ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการประหยัดพลังงานจากการปรับปรุงระบบระบายอากาศ โดยการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ ได้ดังสมการที่ (4.1) ดังนี้

$$kW_{th} = 1.2054\ (T_1 - T_2)\left[\left(\frac{P2}{P1}\right)^{0.2086} - 1\right](FAD)_{comp} \qquad (4.1)$$

kW_{th} คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้อัดอากาศ มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW)

1.2054 คือ ค่าความหนาแน่นของอากาศ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีหน่วยเป็น (kg/m^3)

T_1 คือ อุณหภูมิ ก่อนการปรับปรุง มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

T_2 คือ อุณหภูมิ หลังการปรับปรุง มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส (°C)

P_1 คือ ความดันอากาศที่ผลิต (abs.) มีหน่วยเป็น บาร์ (bar)

P_2 คือ ความดันอากาศขาเข้า (abs.) มีหน่วยเป็น บาร์ (bar)

FAD คือ อัตราการผลิตอากาศอัด (Free Air Delivery) มีหน่วยเป็น (m^3/s)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZR315-01 และ ZD2800-01

เครื่องอัดอากาศ	**ZR315-01**	315	kWh
	ZD2800-01	470	kWh
Free Air Delivery	**FAD**	2,800	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	42.30	42.30
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	33.40	33.40
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	31.00	31.403
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	98.42%	98.42%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.7778	0.7778
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 40C	k	kg/m3	1.1270	1.127
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	500,000	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**13.029**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**109,444.59**		**kWh/Year**
			492,500.64		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.127\ (42.3 - 33.4)\left(\left(\frac{31.403}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right)(0.7778)$$

$$kW_{th} = 13.029\ kW$$

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 13.029 x 350 x 24 = 109,444.59 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 109,444.59 x 4.50 = 492,500.64 บาทต่อปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZR200และ PP1500

เครื่องอัดอากาศ	**ZR200**	200	kWh
	PP1500	110	kWh
Free Air Delivery	**FAD**	1,500	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	42.30	42.30
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	33.40	33.40
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	31.00	31.403
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	80.0%	80.0%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.4167	0.4167
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 40C	k	kg/m3	1.1270	1.127
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	12	12.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	500,000	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**6.980**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**29,315.51**		**kWh/Year**
			131,919.81		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.127\ (42.3\text{-}33.4)\left[\left(\frac{31.403}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.4167)$$

$$kW_{th} = 6.980\ kW$$

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 6.98 x 350 x 12 = 29,315.51 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 29,315.51 x 4.50 = 131,919.81 บาทต่อปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZT55-01

เครื่องอัดอากาศ	ZT55-01	55	kWh
Free Air Delivery	FAD	530	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	42.30	42.30
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	33.40	33.40
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	8.50	8.6105
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	100.00%	100.00%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.1472	0.1472
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 40C	k	kg/m3	1.1270	1.127
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	500,000.00	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**1.247**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**10,471.88**		**kWh/Year**
			47,123.45		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.127\ (42.30-33.4)\left[\left(\frac{8.6105}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.1472)$$

$$kW_{th} = 1.247\ kW$$

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 1.247 x 350 x 24 = 10,470.88 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 10,470.88 x 4.50 = 47,123.45 บาทต่อปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZT55-02

เครื่องอัดอากาศ	ZT55-02	55	kWh
Free Air Delivery	FAD	530	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	ºC	42.30	42.30
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	ºC	33.40	33.40
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	8.50	8.6105
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	100.00%	100.00%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.1472	0.1472
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 40C	k	kg/m3	1.1270	1.127
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	500,000.00	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**1.247**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**10,471.88**		**kWh/Year**
			47,123.45		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.127\ (42.3-33.4)\left[\left(\frac{8.6105}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.1472)$$

kW_{th} = 1.247 kW

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 1.247 x 350 x 24 = 10,470.88 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 10,470.88 x 4.50 = 47,123.45 บาทต่อปี

(4) คำนวณค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ดังตารางที่ 4.16 และการคำนวณหาค่า NPV และ IRR ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.16 ค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 2

รายละเอียด รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Fresh Air-เติมอากาศ ZT55 ตัวที่ 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Circulation พัดลมหมุนเวียนอากาศ ZAH-1000F (36")	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,100)
Blower ดูดอากาศภายในเครื่องจักร (FSA-500)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(27,225)
Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive (CF250H)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(27,225)
Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1530 (56")	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1100 (40")	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Exhaust Fan-พัดลมดูดอากาศ ZAH-1100 (40")	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
ค่าสายพาน	-	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	-
ค่าบำรุงรักษาและเปลี่ยนสายพาน	-	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	-
เงินลงทุน	(500,000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าไฟฟ้า	-	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)	(171,990)
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZR315&ZD2800-01	-	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64	492,500.64
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZR200&PP1500	-	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81	131,919.81
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZT55-01	-	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZT55-02	-	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45	47,123.45
รายจ่าย (บาท)	(500,000)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(184,390)	(536,540)
รายรับ (บาท)	-	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667	718,667
กำไร (บาท)	(500,000)	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	546,677.35	182,127.35

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.17 ค่า NPV และ IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยคำนวณ MARR ที่ 10%

ปี	**รายจ่ายทั้งหมด (บาท)**	**รายรับทั้งหมด (บาท)**	**รายได้ต่อปี (บาท)**	**กระแสเงินสด (บาท)**
ปีที่ 0	(500,000.00)	-	(500,000.00)	(500,000.00)
ปีที่ 1	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	46,677.35
ปีที่ 2	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	593,354.71
ปีที่ 3	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	1,140,032.06
ปีที่ 4	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	1,686,709.41
ปีที่ 5	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	2,233,386.76
ปีที่ 6	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	2,780,064.12
ปีที่ 7	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	3,326,741.47
ปีที่ 8	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	3,873,418.82
ปีที่ 9	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	4,420,096.17
ปีที่ 10	(536,540.00)	718,667.35	182,127.35	4,602,223.53

จากตารางที่ 4.17 คำนวณค่าจาก EXCEL พบว่า เมื่อกำหนดความคาดหวังที่ 10.0% จะได้ค่า NPV = 2,471,405.34 บาท และมีค่า IRR = 109.22 % โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 500,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.18 ค่า NPV และ IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 2 โดยคำนวณ MARR ที่ 15%

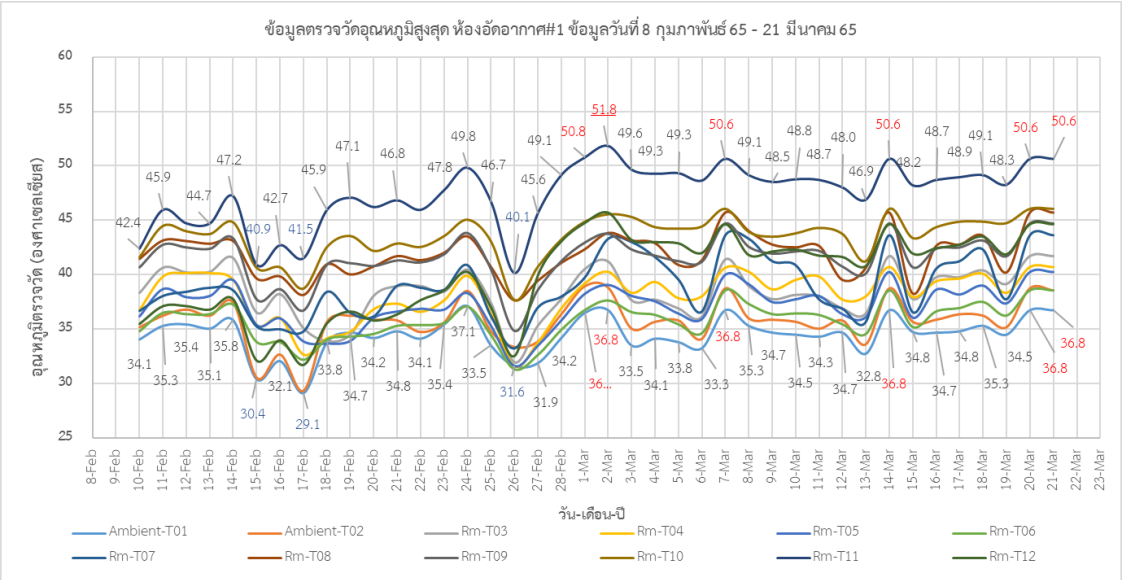
ปี	รายจ่ายทั้งหมด (บาท)	รายรับทั้งหมด (บาท)	รายได้ต่อปี (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)
ปีที่ 0	(500,000.00)	-	(500,000.00)	(500,000.00)
ปีที่ 1	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	46,677.35
ปีที่ 2	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	593,354.71
ปีที่ 3	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	1,140,032.06
ปีที่ 4	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	1,686,709.41
ปีที่ 5	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	2,233,386.76
ปีที่ 6	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	2,780,064.12
ปีที่ 7	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	3,326,741.47
ปีที่ 8	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	3,873,418.82
ปีที่ 9	(171,990.00)	718,667.35	546,677.35	4,420,096.17
ปีที่ 10	(536,540.00)	718,667.35	182,127.35	4,602,223.53

จากตารางที่ 4.18 คำนวณค่าจาก EXCEL พบว่า เมื่อกำหนดความคาดหวังที่ 15.0% จะได้ค่า NPV = 1,872,639.97 บาท และมีค่า IRR = 109.22% โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 500,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.4.3 การปรับปรุงห้องอัดอากาศ ห้องที่ 1

จากการวิเคราะห์ปัญหาด้วยหลักการ Why Why Analysis พบว่า เครื่องอัดอากาศขัดข้องมาจากสาเหตุของระบบระบายอากาศไม่เพียงพอ เป็นสาเหตุหลักส่งผลให้เครื่องอัดอากาศขัดข้องอยู่บ่อยครั้ง จากการดำเนินงานได้ดำเนินการตรวจวัดอุณหภูมิก่อนการปรับปรุง ข้อมูลตรวจวัด วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2566 ถึงวันที่ 21 มีนาคม 2566 ดังแสดงในภาพที่ 4.15



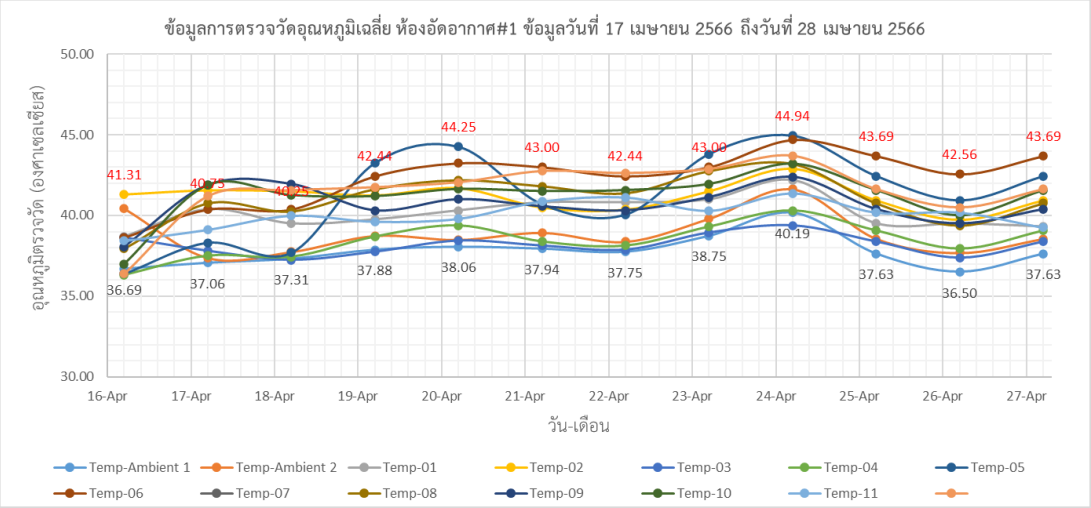
ภาพที่ 4.15 กราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุด ก่อนการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 1

จากภาพที่ 4.15 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดก่อนการปรับปรุง พบว่าอุณหภูมิความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกห้องอัดอากาศและอุณหภูมิภายในห้องอัดอากาศ มีอุณหภูมิที่แตกต่างกันเฉลี่ย อยู่ที่ 8.32-16.13 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 51.8 องศาเซลเซียส

จากการกราฟข้อมูลระหว่างวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2566 มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอก เนื่องจาก เครื่องอัดอากาศหยุดทำงาน เนื่องจาก ไม่มีแผนการผลิต

หลังจากการตรวจวัดข้อมูลอุณหภูมิของห้องอัดอากาศก่อนการปรับปรุง ทำให้ทราบว่า ห้องอัดอากาศมีอุณหภูมิห้องสูง ซึ่งมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณ 51.8 องศา จึงได้ดำเนินการปรับปรุงห้องอัดอากาศ โดยการปรับปรุงและติดตั้งระบบระบายอากาศใหม่ จากนั้นทำการตรวจวัดข้อมูลอุณหภูมิหลังการปรับปรุง ข้อมูลตรวจวัดหลังการปรับปรุง วันที่ 17 เมษายน 2565 ถึงวันที่ 28 เมษายน 2566 ดังแสดงในภาพที่ 4.16

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.16 กราฟข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ย หลังการปรับปรุง ห้องอัดอากาศห้องที่ 1

จากภาพ 4.16 แสดงกราฟข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดหลังการปรับปรุง พบว่าอุณหภูมิมีค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายนอกห้องอัดอากาศและอุณหภูมิภายในห้องอัดอากาศ อยู่ระหว่าง อยู่ที่ 4.62-6.19 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิสูงสุดหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 44.94 องศาเซลเซียส

หลังจากปรับปรุงได้ทำการภาพเปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศก่อนและหลังการปรับปรุง ดังแสดงในภาพที่ 4.17

ภาพที่ 4.17 เปรียบเทียบการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.4.4 คำนวณการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 1

(1) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน การระบายอากาศก่อนการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1

ข้อมูลก่อนการปรับปรุง		**kWh**	**m^3/hr**
	ข้อมูลการเติมอากาศ	3.00	12,000
	ข้อมูลการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง	0.00	0
	ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนออกนอกห้อง	4.50	24,500
	ผลรวม	**7.50**	**36,500**
ลำดับ	**รายละเอียดข้อมูล**	**กำลังไฟฟ้า (kW)**	**อัตราการระบายอากาศ (m^3/hr)**
1	Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 1	1.50	6,000
2	Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 2	1.50	6,000
3	Blower ดูดอากาศจาก ZR315	1.50	1,500
4	Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive ZR315	1.50	1,500
5	Blower ดูดอากาศภายในเครื่องจักร (FSA-500)	0.75	20,000
6	Exhaust-ระบายอากาศ ZR3	0.75	1,500
ผลรวม		**7.50**	**36,500**

จากตารางที่ 4.19 สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้ารวม ก่อนการปรับปรุงได้ที่ 7.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

(2) ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้พลังงาน การระบายอากาศหลังการปรับปรุง ได้ดังตารางที่ 4.20

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1

ข้อมูลหลังการปรับปรุง		kWh	m^3/hr
	ข้อมูลการเติมอากาศ	7.65	207,600.00
	ข้อมูลการหมุนเวียนอากาศภายในห้อง	2.60	88,300
	ข้อมูลการถ่ายเทความร้อนออกนอกห้อง	7.00	168,800.00
	ผลรวม	**17.25**	**464,700**
ลำดับ	**รายละเอียดข้อมูล**	**กำลังไฟฟ้า (kW)**	**อัตราการระบายอากาศ (m^3/hr)**
1	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 1	1.50	55,800
2	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 2	1.50	55,800
3	Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 1 (ตัวเก่า)	1.50	6,000
4	Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 2 (ตัวเก่า)	1.50	6,000
5	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 1	0.55	28,000
6	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 2	0.55	28,000
7	Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 3	0.55	28,000
8	Circulate-หมุนเวียนอากาศภายในห้อง ZAH-1530 (56") ตัวที่ 1	1.50	55,800
9	Circulate-หมุนเวียนอากาศภายในห้อง ZAH-1380 (40") ตัวที่ 2	1.10	32,500
10	Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive ZR315 ตัวที่ 1	1.50	6,300
11	Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 1	1.10	32,500
12	Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 2	1.10	32,500
13	Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 3	1.10	32,500
14	Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 4	1.10	32,500
15	Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 5	1.10	32,500
ผลรวม		**17.25**	**464,700**

จากตารางที่ 4.20 สามารถคำนวณกำลังไฟฟ้ารวมหลังการปรับปรุงได้ที่ 17.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

(3) คำนวณและเปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุง

ข้อมูล

กำลังไฟฟ้ารวม ก่อนการปรับปรุง 7.50 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

กำลังไฟฟ้ารวม หลังการปรับปรุง 17.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

คำนวณ

กำลังไฟฟ้า หลังการปรับปรุง = 17.25 – 7.50

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

= 9.75 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

เวลาทำงานทั้งปีเฉลี่ย 350 วันต่อปี, 24 ชั่วโมงต่อวัน, ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 4.50 บาทต่อหน่วย

คำนวณ พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายทั้งปี

การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี = (9.75 x 350 x 24)

= 81,900 หน่วยต่อปี

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปี = 81,900 x 4.50

= 368,550 บาทต่อปี

(4) คำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงาน

เนื่องจากการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในระบบเครื่องอัดอากาศได้ ซึ่งสามารถคำนวณอัตราการประหยัดพลังงานจากการปรับปรุงระบบระบายอากาศ โดยการลดอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ ได้ดังสมการที่ (4.1)

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZR315-02 และ ZD2800-02

เครื่องอัดอากาศ	ZR315-02	315	kWh
	ZD2800-02	470	kWh
Free Air Delivery	FAD	2,800	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	51.80	51.80
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	44.94	44.94
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	31.50	31.9095
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	98.00%	98.00%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.7778	0.7778
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 50C	k	kg/m3	1.0930	1.093
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	840,000	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**9.811**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**82,413.36**		**kWh/Year**
			370,860.13		**baht/year**

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

$$kW_{th} = 1.093\ (51.8-44.94)\left[\left(\frac{31.9095}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.7778)$$

$kW_{th} = 9.811$ kW

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 9.811 x 350 x 24 = 82,413.36 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 82,413.36 x 4.50 = 370,860.13 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ WH50

เครื่องอัดอากาศ	**WH50**	570	kWh
Free Air Delivery	**FAD**	3,200	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	ºC	51.80	51.80
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	ºC	44.94	44.94
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	32.00	32.416
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	100.0%	100.0%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.8889	0.8889
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 50C	k	kg/m3	1.0930	1.093
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	840,000	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**11.293**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**94,864.60**		**kWh/Year**
			426,890.72		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.093\ (51.8-44.94)\left[\left(\frac{32.416}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.8889)$$

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

kW_{th} = 11.293 kW

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 11.293 x 350 x 24 = 94,864.60 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 94,864.60 x 4.50 = 426,890.72 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZR145และ PP1100

เครื่องอัดอากาศ	ZR145	200	kWh
เครื่องอัดอากาศ	PP1100	110	m3/hr.
Free Air Delivery	**FAD**	1,000	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	51.80	51.80
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	44.94	44.94
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	31.00	31.403
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	50.00%	50.00%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.2778	0.2778
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 50C	k	kg/m3	1.0930	1.0930
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	8	8.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	150	150.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	840,000.00	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		**P_{saving}=**	**3.478**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**4,174.15**		**kWh/Year**
			18,783.70		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.093\ (51.8-44.94)\left[\left(\frac{31.403}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.2778)$$

kW_{th} = 3.478 kW

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 3.478 x 150 x 8 = 4,174.15 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 4,174.15 x 4.50 = 18,783.70 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลการคำนวณหา อัตราการประหยัดพลังงานหลังการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศ ZR3

เครื่องอัดอากาศ	ZR3	55	kWh
Free Air Delivery	FAD	355	m3/hr.

ลำดับ	รายละเอียดข้อมูล	สัญลักษณ์	หน่วย	ข้อมูลการตรวจวัด	คำนวณ
1	อุณหภูมิก่อนการปรับปรุง	T1	℃	51.80	51.80
2	อุณหภูมิหลังการปรับปรุง	T2	℃	44.94	44.94
3	ความดันอากาศที่ผลิต	P2	bar(g)	8.50	8.6105
4	ความดันอากาศขาเข้า	P1	bar(g)	1.013	1.013
5	สัดส่วนการทำงาน	$\%L_{DU}$	%	100.00%	100.00%
6	อัตราการไหลของอากาศอิสระ (FAD)	FAD	m^3/s	0.0986	0.0986
7	ความหนาแน่นของอากาศ @ 50C	k	kg/m3	1.0930	1.0930
8	เวลาทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อวัน	T_{Time}	hr/day	24	24.000
9	วันทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อปี	D	day/year	350	350.000
10	อัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยเฉลี่ย	FT	Baht/kWh	4.50	4.500
11	เงินลงทุน	Baht	-	840,000.00	
คำนวณการประหยัดพลังงาน		P_{saving}=	**0.624**		**kWh**
		$P_{saving\ Total}$=	**5,243.33**		**kWh/Year**
			23,595.00		**baht/year**

$$kW_{th} = 1.127\ (51.8-44.94)\left[\left(\frac{8.6105}{1.013}\right)^{0.2086} - 1\right](0.0986)$$

kW_{th} = 0.624 kW

คำนวณค่าพลังงานที่ประหยัดได้ = 0.624 x 350 x 24 = 5,243.33 kWh/year

คำนวณค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ = 5,243.33 x 4.50 = 23,595.00 บาทต่อปี

(4) คำนวณค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ดังตารางที่ 4.25 และการคำนวณหาค่า NPV และ IRR ดังตารางที่ 4.26 และ 4.27 เพื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.25 ค่าใช้จ่ายโครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ห้องที่ 1

รายละเอียด รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-1530 (56") ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 1 (ตัวเก่า)											
Fresh Air-เติมอากาศ WH50 ตัวที่ 2 (ตัวเก่า)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Fresh Air-เติมอากาศ ZAH-900 (30") ตัวที่ 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,100)
Circulate-หมุนเวียนอากาศภายในห้องZAH-1530(56") ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(27,225)
Circulate-หมุนเวียนอากาศภายในห้องZAH-1380(40") ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(27,225)
Blower ดูดอากาศจาก VSD Drive ZR315 ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(14,500)
Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(8,800)
Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 3	-	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	(2,400)	-
Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 4	-	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	(10,000)	-
Exhaust Fan ดูดระบายอากาศ ZAH-1380 (40") ตัวที่ 5	(500,000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าสายพาน	-	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	(6,000)	-
ค่าบำรุงรักษาอื่นๆ	-	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	(25,000)	-
เงินลงทุน	(840,000)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(250,000)
ค่าไฟฟ้า	-	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)	(368,550)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.25 (ต่อ)

รายละเอียด รายการ	ปีที่ 0	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5	ปีที่ 6	ปีที่ 7	ปีที่ 8	ปีที่ 9	ปีที่ 10
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZD2800-02	-	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13	370,860.13
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง WH50	-	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72	426,890.72
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง PP1100	-	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70	18,783.70
การประหยัดพลังงานจากเครื่อง ZR3	-	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595	23,595
รายจ่าย (บาท)	(840,000)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(399,550)	(844,750)
รายรับ (บาท)	-	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130	840,130
กำไร (บาท)	(840,000)	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54	440,579.54

จากตารางที่ 4.25 โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1 มีเงินลงทุนทั้งสิ้น 840,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม) มีรายรับจากการคำนวณหาอัตราการประหยัดพลังงานตั้งแต่ปีที่ 1-10 ปีละ 840,130 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและค่าไฟฟ้าตั้งแต่ปีที่ 1-10 ปีละ 399,550 บาท มีกำไรสุทธิตั้งแต่ปีที่ 1-10 ปีละประมาณ 440,580 บาท โครงการนี้มีอายุ 10 ปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.26 ค่า NPV และ IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1 โดยคำนวณ MARR ที่ 10%

ปี	รายจ่ายทั้งหมด (บาท)	รายรับทั้งหมด (บาท)	รายได้ต่อปี (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)
ปีที่ 0	(840,000.00)	-	(840,000.00)	(840,000.00)
ปีที่ 1	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	(399,420.46)
ปีที่ 2	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	41,159.09
ปีที่ 3	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	481,738.63
ปีที่ 4	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	922,318.18
ปีที่ 5	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	1,362,897.72
ปีที่ 6	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	1,803,477.26
ปีที่ 7	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	2,244,056.81
ปีที่ 8	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	2,684,636.35
ปีที่ 9	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	3,125,215.90
ปีที่ 10	(844,750.00)	840,129.54	(4,620.46)	3,120,595.44

จากตารางที่ 4.26 คำนวณค่าจาก EXCEL พบว่า เมื่อกำหนดความคาดหวังที่ 10.0% จะได้ค่า NPV = 1,541,387.91 บาท และมีค่า IRR = 51.17% โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 840,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

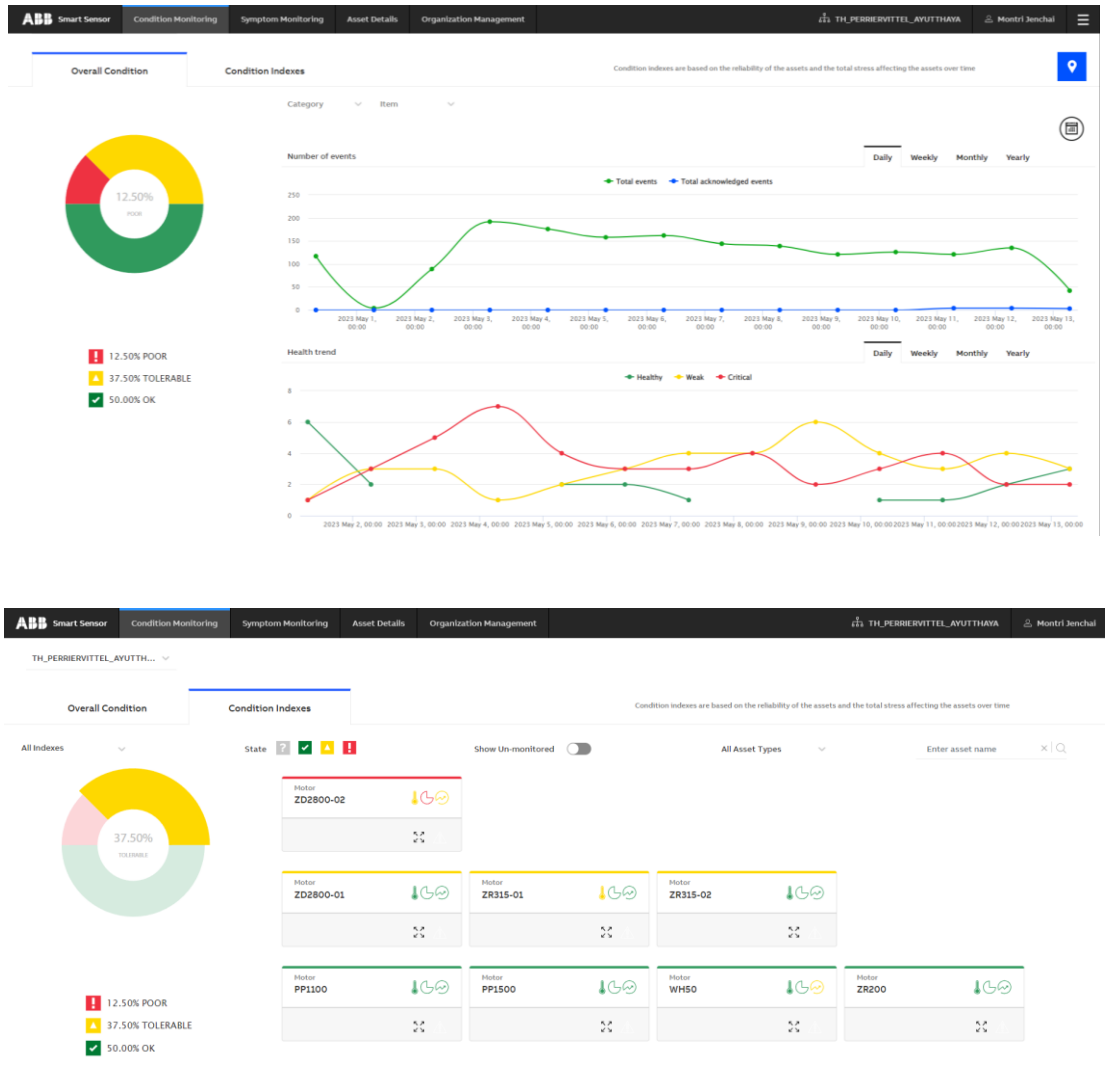
ตารางที่ 4.27 ค่า NPV และ IRR โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องที่ 1 โดยคำนวณ MARR ที่ 15%

ปี	รายจ่ายทั้งหมด (บาท)	รายรับทั้งหมด (บาท)	รายได้ต่อปี (บาท)	กระแสเงินสด (บาท)
ปีที่ 0	(840,000.00)	-	(840,000.00)	(840,000.00)
ปีที่ 1	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	(399,420.46)
ปีที่ 2	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	41,159.09
ปีที่ 3	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	481,738.63
ปีที่ 4	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	922,318.18
ปีที่ 5	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	1,362,897.72
ปีที่ 6	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	1,803,477.26
ปีที่ 7	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	2,244,056.81
ปีที่ 8	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	2,684,636.35
ปีที่ 9	(399,550.00)	840,129.54	440,579.54	3,125,215.90
ปีที่ 10	(844,750.00)	840,129.54	(4,620.46)	3,120,595.44

จากตารางที่ 4.27 คำนวณค่าจาก EXCEL พบว่า เมื่อกำหนดความคาดหวังที่ 15.0% จะได้ค่า NPV = 1,096,626.23 บาท และมีค่า IRR = 51.17% โดยมีเงินลงทุนทั้งสิ้น 840,000 บาท (ไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม)

4.5 การติดตั้งระบบ IOT-ABB Smart Sensor

เครื่องอัดอากาศเป็นเครื่องจักรในระบบสนับสนุนการผลิตหลัก ในกระบวนการผลิตน้ำดื่ม จึงมีการนำระบบ Smart Sensor มาดำเนินการติดตั้ง เพื่อเป็นเครื่องตรวจวัดค่าความสั่นสะเทือนของมอเตอร์และวัดอุณหภูมิที่ผิวของมอเตอร์เครื่องอัดอากาศ โดยได้นำมาติดตั้ง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลการสั่นของมอเตอร์และเพื่อการพยากรณ์การขัดข้องของมอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ ก่อนที่เครื่องอัดอากาศจะเกิดเหตุขัดข้อง ดำเนินการติดตั้งและนำมาใช้งานตั้งแต่วันที่ 15 ธันวาคม 2565 ดังแสดงในภาพที่ 4.18



ภาพที่ 4.18 ระบบ Smart Sensor เพื่อใช้ในการพยากรณ์เครื่องอัดอากาศ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

4.6 ผลการดำเนินงาน

จากการศึกษาและการเก็บรวบรวมปัญหาจากบันทึกการทำงาน Log Book ของช่าง จากนั้นรวบรวมปัญหาแนวทางการแก้ไขในแต่ละวัน เวลาที่ใช้ในการซ่อมและเวลาหยุดซ่อมของเครื่องอัดอากาศระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ถึงวันที่ 15 สิงหาคม 2565 ได้ทั้งสิ้น 53 ครั้ง จากนั้น คำนวณค่า MTBF โดยใช้สมการที่ (2.5), คำนวณค่า MTTR โดยใช้สมการที่ (2.6), คำนวณหาค่าอัตราความพร้อม โดยใช้สมการที่ (2.7) และคำนวณหาค่าอัตราการเสีย โดยใช้สมการที่ (2.8) ดังแสดงในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 แสดงค่า MTTR , MTBF, อัตราความพร้อมและอัตราการเสียโดยรวมก่อนการปรับปรุง

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม (ต่อเดือน)	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)	อัตราความพร้อม	อัตราการเสีย (ครั้ง/ล้านนาที)
2564	พ.ย.	43,200	270	5	8,640	54.0	99.38%	120
	ธ.ค.	43,200	170	3	14,400	56.7	99.61%	70
2565	ม.ค.	38,880	450	5	7,776	90.0	98.84%	130
	ก.พ.	38,880	0	0	38,880	0.0	100.00%	0
	มี.ค.	44,640	335	6	7,440	55.8	99.25%	130
	เม.ย.	36,000	411	5	7,200	82.2	98.86%	140
	พ.ค.	43,200	3,510	10	4,320	351.0	91.88%	230
	มิ.ย.	41,760	495	6	6,960	82.5	98.81%	140
	ก.ค.	43,200	13,330	8	5,400	1,666.3	69.14%	190
	ส.ค.	21,600	10,470	5	4,032	2,094.0	48.07%	250
ผลรวม		394,560	29,441	53.0	105,336	4,532	-	-
ค่าเฉลี่ย		39,456	2,944.1	5.3	7,444.50	555.49	92.51%	135

จากตารางที่ 4.28 พบว่าอัตราการขัดข้องสะสมของเครื่องอัดอากาศ โดยรวมทั้งสิ้น 53 ครั้ง มีอัตราการขัดข้องเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 5.3 ครั้งต่อเดือน มีค่าเฉลี่ย MTBF ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 7,444.50 นาทีต่อครั้ง มีค่าเฉลี่ย MTTR ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 555.49 นาทีต่อครั้ง มีอัตราความพร้อมก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 92.51 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการเสียเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 135 ครั้งต่อล้านนาที

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 4.29 แสดงค่า MTTR , MTBF, อัตราความพร้อมและอัตราการเสียโดยรวมหลังการปรับปรุง

ปี พ.ศ.	เดือน	เวลาผลิต (นาที)	เวลาหยุด (นาที)	จำนวนครั้งที่ซ่อม (ต่อเดือน)	MTBF (นาที/ครั้ง)	MTTR (นาที/ครั้ง)	อัตราความพร้อม	อัตราการเสีย (ครั้ง/ล้านนาที)
2565	พ.ย.	43,200	0	0	43,200	0.0	100.0%	23
	ธ.ค.	43,200	45	2	21,600	22.5	99.90%	46
2566	ม.ค.	41,760	0	0	41,760	0.0	100.0%	24
	ก.พ.	40,320	10	1	40,320	0.0	99.98%	25
	มี.ค.	43,200	30	2	21,600	15.0	99.93%	46
ผลรวม		211,680	85	5.0	164,880	47.50	-	-
ค่าเฉลี่ย		42,336	17	1.0	42,336	17.0	99.96%	24

จากตารางที่ 4.29 พบว่า อัตราการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศหลังการปรับปรุง พบว่าอัตราการขัดข้องลดลง เฉลี่ยอยู่ที่ 1.0 ครั้งต่อเดือน มีค่าเฉลี่ย MTBF หลังการปรับปรุงอยู่ที่ 42,336 นาทีต่อครั้ง มีค่าเฉลี่ย MTTR หลังการปรับปรุงอยู่ที่ 17 นาทีต่อครั้ง มีอัตราความพร้อมหลังการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 99.96 % และมีอัตราการเสียเฉลี่ยหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 24 ครั้งต่อล้านนาที

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การวางแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรหลังการปรับปรุงเทียบเคียง กับข้อมูลกรณีศึกษา ก่อนปรับปรุง การซ่อมแซมและบำรุงรักษาเป็นกิจกรรม เพื่อรักษาสภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ การเปลี่ยนอะไหล่เครื่องจักร การสร้างแผนบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ การบำรุงรักษาเชิงพยากรณ์ การตรวจสอบและการจัดเก็บอะไหล่เครื่องอัดอากาศให้มีความพร้อมสำหรับกรณีฉุกเฉิน รวมถึงการปรับปรุงระบบระบายอากาศภายในห้องอัดอากาศให้ดีขึ้น ส่งผลให้อัตราการชำรุดขัดข้องของเครื่องอัดอากาศลดลงและมีอัตราความพร้อมที่สูงขึ้น

ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดและหลักการทางทฤษฎีเกี่ยวกับการซ่อมบำรุง การวัดประสิทธิผลการซ่อมบำรุงและการใช้เครื่องมือคุณภาพ คือ แผนภูมิพาเรโตเพื่อหาปริมาณของสาเหตุ และการวิเคราะห์โดยการถาม “ทำไม ทำไม” มาใช้ถามเพื่อหาสาเหตุย่อยของแต่ละอาการที่ชำรุด ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือทราบสาเหตุของปัญหาที่ทำให้เครื่องอัดอากาศเสียและนำไปสู่การแก้ปัญหาที่ตรงจุดมากขึ้น

การวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร การตรวจสอบประจำวัน การเปลี่ยนอะไหล่ตามรอบการบำรุงรักษา การจัดเก็บอะไหล่ที่จำเป็นและเพียงพอ การวางแผนบำรุงรักษาตามแผนและเชิงพยากรณ์ รวมถึงการปรับปรุงระบบระบายอากาศ ส่งผลให้อัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศลดลงรวมถึงประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มสูงขึ้น มีอัตราความพร้อมของเครื่องอัดอากาศสูงขึ้น การตรวจสอบประจำวันนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ช่างหน่วยงานควรให้ความสำคัญเป็นลำดับเริ่มต้น หากสามารถตรวจพบก่อนที่เครื่องจักรเสีย จะได้รีบดำเนินการวางแผนเพื่อเปลี่ยนอะไหล่ และไม่ทำให้กระบวนการผลิตหยุด

การดำเนินการปรับปรุงระบบระบายอากาศของห้องอัดอากาศทั้ง 2 โครงการ เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาและแนวทางในการปรับปรุงเพื่อลดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศให้มีอัตราความพร้อมสูงขึ้นแล้วนั้น ยังส่งผลให้เครื่องอัดอากาศทำงานน้อยลง ยืดอายุการใช้งานของอะไหล่หรือชิ้นส่วนประเภทอิเล็กทรอนิกส์ให้นานมากขึ้น และการปรับปรุงอุณหภูมิก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศยังส่งผลให้เกิดการประหยัดด้านพลังงาน ดังแสดงในตารางที่ 5.1

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ตารางที่ 5.1 การวิเคราะห์โครงการปรับปรุงระบบระบายอากาศห้องอัดอากาศ

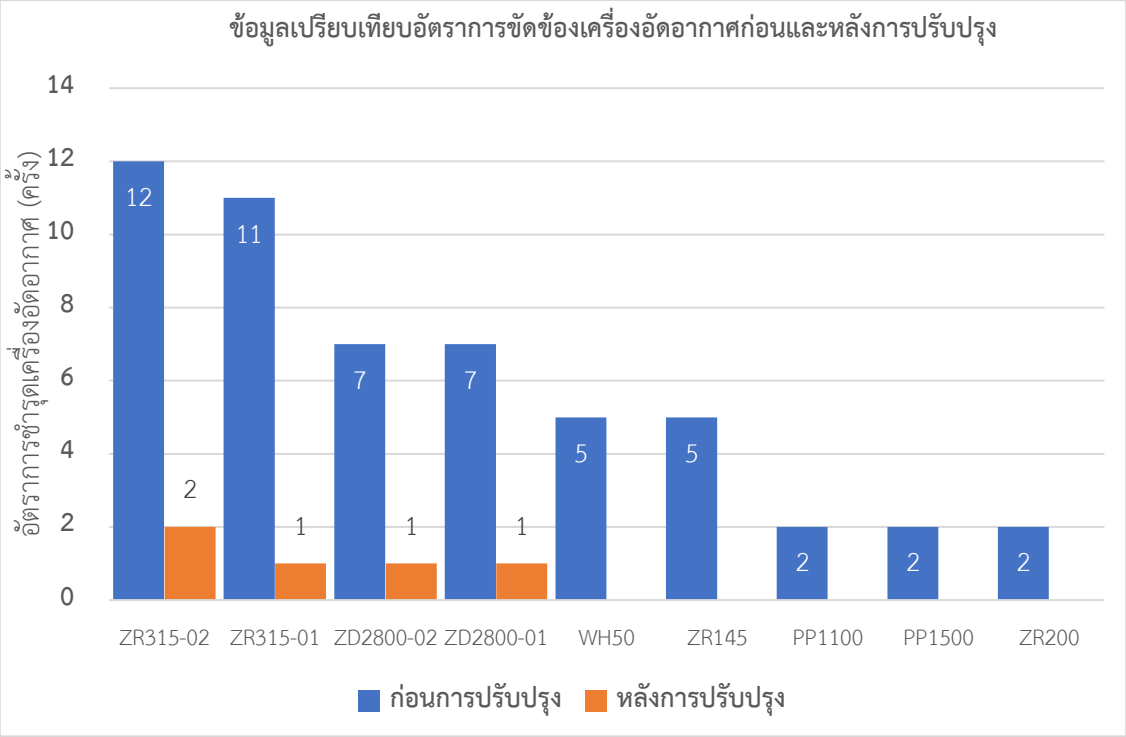
รายละเอียดข้อมูล	**ห้องอัดอากาศ ห้องที่ 1**	**ห้องอัดอากาศ ห้องที่ 2**
เงินลงทุนปรับปรุงระบบระบายอากาศ (บาท)	840,000	500,000
อุณหภูมิสูงสุดก่อนปรับปรุง (°C)	51.80	42.30
อุณหภูมิสูงสุดหลังปรับปรุง (°C)	44.94	33.40
อุณหภูมิที่ลดลง (°C)	6.86	8.90
กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (หน่วย/ปี)	186,695.45	159,703.86
ค่าพลังงานที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)	840,129.54	718,667.35
NPV (IRR=10%) (บาท)	1,541,387.91	2,471,405.34
NPV (IRR=15%) (บาท)	1,096,626.23	1,872,639.97
IRR อายุโครงการ 10 ปี (%)	51.17	109.22
จุดคุ้มทุนของโครงการ (ปี)	1.0	0.70

หมายเหตุ. อายุโครงการ 10 ปี, ค่าพลังงานไฟฟ้า 4.50 บาทต่อหน่วย

จากตารางที่ 5.1 สามารถสรุปได้ว่า ห้องอัดอากาศห้องที่ 1 มีอุณหภูมิสูงสุดก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 51.80 องศาเซลเซียส หลังการปรับปรุงมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 44.94 องศาเซลซียส ลดลง 6.86 องศาเซลเซียส สามารถประหยัดพลังงานปีละ 186,695.45 หน่วยต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานทั้งปีอยู่ที่ 840,129.54 บาทต่อปี และมีค่า IRR อยู่ที่ 51.17 %, ห้องอัดอากาศห้องที่ 2 มีอุณหภูมิสูงสุดก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 42.3 องศาเซลเซียส หลังการปรับปรุงมีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่ 33.40 องศาเซลซียส ลดลง 8.90 องศาเซลเซียส สามารถ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประหยัดพลังงานปีละ 159,703.86 หน่วยต่อปี คิดเป็นค่าพลังงานทั้งปีอยู่ที่ 718,667.35 บาทต่อปี และมีค่า IRR อยู่ที่ 109.22%



ภาพที่ 5.1 ข้อมูลเปรียบเทียบจำนวนการขัดข้องเครื่องอัดอากาศก่อนและหลังการปรับปรุงการ

ภาพที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่า เครื่องอัดอากาศมีจำนวนการขัดข้องลดลงทุกเครื่อง เครื่องอัดอากาศ ZR315-02 ก่อนการปรับปรุงมีจำนวนขัดข้อง 12 ครั้ง หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 2 ครั้ง เครื่องอัดอากาศ ZR315-01 ก่อนการปรับปรุงมีจำนวนขัดข้อง 11 ครั้ง หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 1 ครั้ง เครื่องอัดอากาศ ZD2800-01 และเครื่องอัดอากาศ ZD2800-02 ก่อนการปรับปรุง มีจำนวนขัดข้องเครื่องละ 7 ครั้ง หลังการปรับปรุงลดลงเหลือเครื่องละ 1 ครั้ง เครื่องอัดอากาศ WH50, ZR145, ZR200, PP1100, PP1500 หลังการปรับปรุง ไม่มีจำนวนการขัดข้องของเครื่องอัดอากาศ

ผลการวิจัยหลังการปรับปรุง โดยเริ่มทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2565 ถึงวันที่ 31 มีนาคม 2566 พบว่ามีอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ หลังการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0 ครั้งต่อเดือน มีค่าเฉลี่ย MTBF หลังการปรับปรุงอยู่ที่ 42,336 นาทีต่อครั้ง, มีค่าเฉลี่ย MTTR หลังการปรับปรุงอยู่ที่ 17.0

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

นาทีต่อครั้ง มีอัตราความพร้อมหลังการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 99.96% และมีอัตราการเสียเฉลี่ยหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 24 ครั้งต่อล้านนาที

ตารางที่ 5.2 สรุปผลการตรวจวัดอัตราการชำรุดของเครื่องอัดอากาศ ก่อนและหลังการปรับปรุง

ค่าที่ทำการวัด	**ก่อนการปรับปรุง**	**หลังการปรับปรุง**	**เปอร์เซ็นต์การปรับปรุง**
อัตราการชำรุดเฉลี่ย (ครั้ง/เดือน)	5.3	1.0	81.13
ค่าเฉลี่ย MTBF (นาที/ครั้ง)	7,444.5	42,336.0	568.69
ค่าเฉลี่ยเวลาในการซ่อม MTTR (นาที/ครั้ง)	555.49	17.0	96.94
อัตราความพร้อมใช้งานเครื่องจักร (%)	92.51	99.96	7.45
อัตราการเสียของเครื่องจักร (ครั้ง/ล้านนาที)	135	24	82.22

จากตารางที่ 5.2 สรุปได้ว่าเครื่องอัดอากาศ มีอัตราการชำรุดเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 5.3 ครั้งต่อเดือน หลังการปรับปรุงมีอัตราการชำรุดเฉลี่ยอยู่ที่ 1.0 ครั้งต่อเดือน ลดลง 81.13% ค่าเฉลี่ย MTBF ก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 7,444.50 นาทีต่อครั้ง หลังการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 42,336 นาทีต่อครั้ง เพิ่มขึ้น 568.69% ค่าเฉลี่ยเวลาในการซ่อม (MTTR) ก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 555.49 นาทีต่อครั้ง หลังการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 17.0 นาทีต่อครั้ง ลดลง 96.94% อัตราความพร้อมก่อนการปรับปรุงเฉลี่ยอยู่ที่ 92.51% อัตราความพร้อมเฉลี่ยหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 99.96% เพิ่มขึ้น 7.45% อัตราการเสียเฉลี่ยก่อนการปรับปรุงอยู่ที่ 135 ครั้งต่อล้านนาที อัตราการเสียเฉลี่ยหลังการปรับปรุงอยู่ที่ 24 ครั้งต่อล้านนาที ลดลง 82.22%

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การดำเนินการ แก้ไขปัญหาและการบำรุงรักษาช่วงแรก ต้องศึกษาและมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการค่อนข้างสูง เนื่องจากไม่มีการเปลี่ยนอะไหล่ตามรอบบำรุงรักษาเป็นเวลานานและมีระยะเวลาในการขนส่งสินค้านาน เนื่องจากปัญหาสงครามและช่วงเกิดปัญหาโรคระบาดทั่วโลก

5.2.2 การดำเนินการปรับปรุงระบบระบายอากาศมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องศึกษาและตรวจวัดอย่างละเอียด การนำเสนอข้อมูลเชิงลึก และการวางแผนของงบประมาณเพื่อการลงทุน ใช้เวลาค่อนข้างนาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.2.3 การดำเนินการแก้ไขชั่วคราวนั้น ก็เป็นสิ่งที่จำเป็น เนื่องจากปัญหาของเครื่องอัดอากาศมีอายุการใช้งานนานและประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องอัดอากาศต่ำ ดังนั้นการแก้ไขปัญหาชั่วคราว จึงจำเป็นต้องแก้ไขในระหว่างการรออะไหล่

5.2.4 การดำเนินการจัดเก็บอะไหล่ที่จำเป็นในช่วงแรกจะมีต้นทุนในการสั่งซื้อการจัดเก็บค่อนข้างสูง จึงต้องทำการวิเคราะห์ความจำเป็นในการนำอะไหล่มาจัดเก็บในสโตร์ของโรงงาน

5.2.5 การตรวจสอบประจำวัน การบำรุงรักษาและการเปลี่ยนอะไหล่ตามแผนงาน มีความจำเป็นและสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับหน่วยงานซ่อมบำรุงรักษา ไม่เพียงจะช่วยให้ลดจำนวนการขัดข้องแล้ว ยังสามารถยืดอายุการใช้งานของเครื่องอัดอากาศให้ยาวนานมากยิ่งขึ้น

5.2.6 การปรับปรุงระบบระบายอากาศ จำเป็นต้องมีการควบคุมคุณภาพอากาศก่อนเข้าห้องอัดอากาศด้วย เช่น การติดตั้งระบบกรองอากาศ เพื่อป้องกันฝุ่นและไอน้ำ เข้ามายังห้องอัดอากาศด้วย

5.2.7 ควรศึกษาและต่อยอดการนำเทคโนโลยีเกี่ยวกับการนำความร้อนจาก ระบบ Heat pump มาใช้งาน เพื่อเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานส่วนอื่นๆ ต่อไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

[1] โกศล ดีศีลธรรม, “วิศวกรรมความน่าเชื่อสำหรับงานบำรุงรักษา. เทคนิคไฟฟ้าเครื่องกล-อุตสาหการ 28” , 324 มีนาคม 2554.

[2] ชัยยะเนตร ถาพินนา, “การลดอัตราการสูญเสียจากกระบวนการบรรจุสารละลายโซลเว้นท์โดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกันบนพื้นฐานทฤษฎีวิศวกรรมความน่าเชื่อถือ” ,มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ,2560.

[3] ธนกฤต แสงสินธุ์, “การประยุกต์ใช้งานการจัดการบำรุงรักษาเชิงทวีผลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต” วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2562.

[4] บัณฑิต อินทรีย์มีศักดิ์, “การบำรุงรักษาเครื่องจักรเชิงป้องกัน กรณีศึกษาบริษัทผลิตเบาะรถยนต์” คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี , สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์.2564.

[5] พงศ์สุพัฒน์ ศรีคำแหง, “การปรับปรุงระบบบริหารงานซ่อมบำรุงรักษากรณีศึกษาโรงงานรับจ้างผลิตอาหารในบรรจุภัณฑ์ปิดสนิท” , การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ, ครั้งที่ 47, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 6 ธันวาคม 2561.

[6] พงษ์ณัฐฐ์ สุทธิกุลสมบัติ, “การลดความสูญเสียจากเวลาหยุดเดินเครื่องจักรด้วยการปรับปรุงประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรและควบคุมอัตราความเร็วในกระบวนการพิมพ์แบบออฟเซ็ท , วารสารการบัญชีและการจัดการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ปีที่ 12, ฉบับที่ 3, กรกฎาคม – กันยายน 2563.

[7] ภานุเดช แสนทวีสุข, “การปรับปรุงรอบระยะเวลาของการบำรุงรักษาเครื่องจักรสำหรับการผลิตมาสเตอร์แบตช์”, วารสารวิชาการและพัฒนา มจธ, ปีที่ 40. ฉบับที่ 3, หน้า 427-445, กรกฎาคม-กันยายน 2560.

[8] วัฒนา เชียงกุล เกรียงไกร ดำรงรัตน์ และ ดลดิษฐ์ เมืองแมน, “การจัดการบำรุงรักษา Reliability” , (1). กรุงเทพฯ: บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น, 2553.

[9] วสันต์ จันทร์นวล, “การลดการชำรุดของเครื่องจักร กรณีศึกษางานซ่อมบำรุงในสายการผลิตเครื่องประดับและอัญมณี”, วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2562.

[10] หัสดี ผึ้งสุข , “การวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือ สำหรับการจัดการซ่อมบำรุงเครื่องมือวัด กรณีศึกษากระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมเหล็ก, คณะวิศวกรรมอุตสาหการ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2562.

[11] อภิชาต นาควิมล, “การพัฒนาระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องจักรเพื่อลดการสูญเสียและเพิ่มประสิทธิผลในสายการผลิต” ,คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,2560.

[12] คู่มือประกอบการฝึกอบรมการพัฒนาบุคลากรภาคปฏิบัติเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ระบบอากาศอัด, “สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน”, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน: กระทรวงพลังงาน, 2559.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม (ต่อ)

[13] Gerald Kenechukwu Inyiama and Sunday Ayoola Oke, “Maintenance downtime evaluation in a process bottling plant” ,International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 38, No. 1, 2021, pp. 229-248,2018. https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJQRM-12-2018-0340/full/html

[14] Torbjörn Ylipää, Anders Skoogh, Jon Bokrantz and Maheshwaran Gopalakrishnan, “Identification of maintenance improvement potential using OEE Assessment” ,International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 66, No. 1, pp. 126-143, 2017, https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-01-2016-0028/full/html

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก

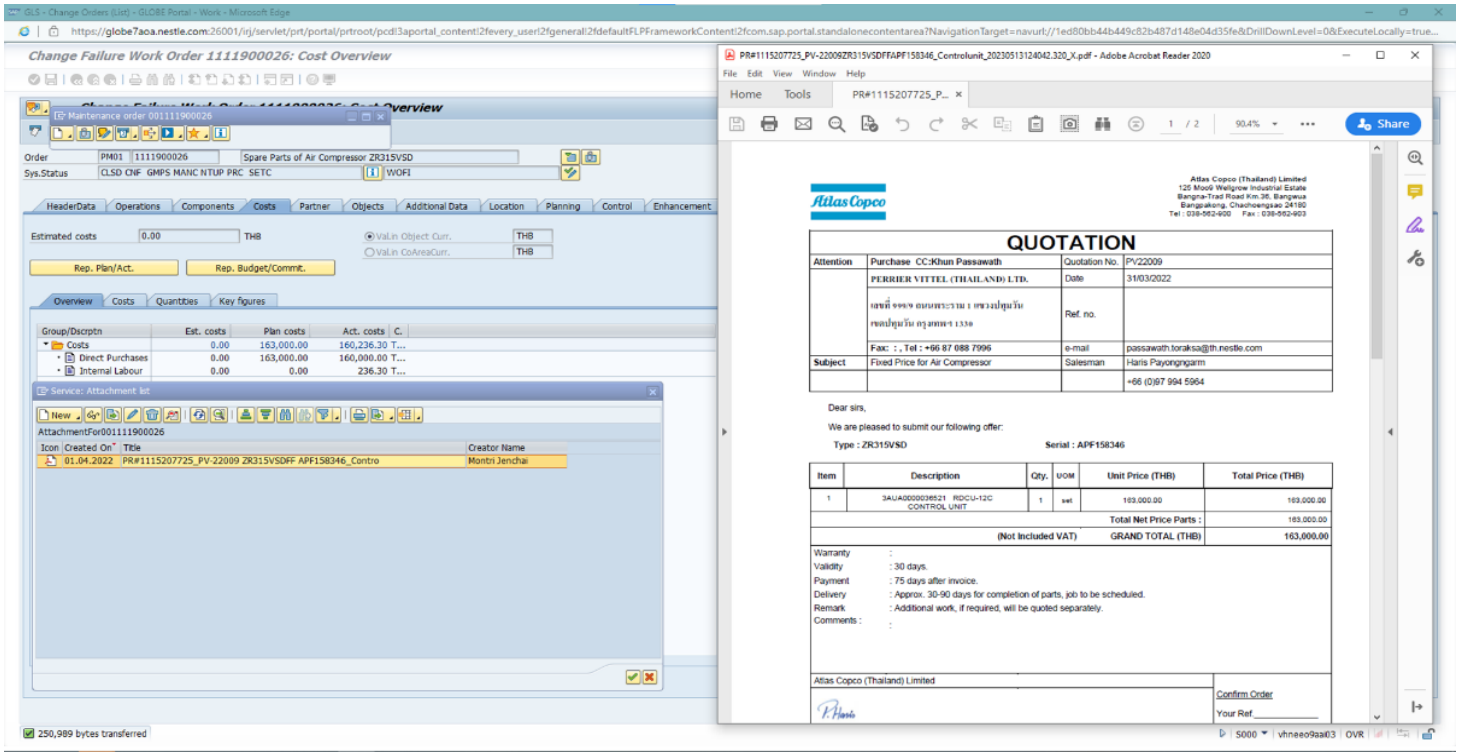
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก ก

การดำเนินการสั่งซื้ออะไหล่และดำเนินการแก้ไข

ก-1 สั่งซื้ออะไหล่ Board Control

เพื่อแก้ไขปัญหา Fault Converter สาเหตุเกิดจากบอร์ดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศเกิดการชำรุดเสื่อมสภาพ จึงดำเนินการสั่งซื้อ เพื่อนำมาเปลี่ยนดังภาพที่ ก. 1 และดำเนินการสั่งซื้อเพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์ ดังภาพที่ ก-2



ภาพที่ ก-1 การสั่งสั่งซื้อ Board Control เครื่องอัดอากาศ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

NESTLE Good Food, Good Life
Ayuttaya Factory

AMM Material Master Data Request Form

Classification : YELLOW
Document No.: ENG-F-TS-002-4
Issued date : 19-04-2010
Effective Date: 21-06-2010
Revesion : 01

Material Req No : 105301761

Request Type : ☑ : Create New ☐ : Change ☐ : Delete — Request Date : 25/10/2022
Request By : Montri J. — Plant : 0521 — Expectation Date : 01/11/2022

Technical Spare Part

Material Type : ~~UNBW~~ ERSA — Description : Control board unit ZR315 with modbus adapter
Manufacture : Atlas Original — Part No : 3AUA0000036521 — S/N :
Unit : 1 — ABC Indicator : A — MRP Controller :
Minimum Stock : 1 — Maximum Stock : 1 — Machine Name : ZR315
Lead Time : 45 — Unit per Price : 190,780.00 — Brand/Model : Atlas
FLOC or CCI : 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_6 . 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_8
Long Text : RDCU-12C CONTROL UNIT with KIT MODBUS ADAPTER, Control board ZR315
Foodgrade : ☐ Concern ☑ No concern
Request By : Montri J. — Date : 25/10/22 — Approve By : [signature] — Date 25/10/65

Sundry Material / UNBW

Material Type : — Description : — Cat No. : — Batch No. :
Manufacture : — ABC Indicator : — Maximum Stock : — MRP Controller : — Instrument Name :
Unit : — Minimum Stock : — Lead Time : — Unit per Price : — Brand/Model :
More Information : Filter after tank 8 bar - air com room 2
Foodgrade : ☐ Concern ☑ No concern
Product Supply : ☐ : Local ☑ : Import
Account Cost : ☑ : Single ☑ : Multiple
CC: — G/L: — %
Request By : — Date : — Approve By : — Date :

Purchase

Technical Purchase
Lead Time PR to PO : ____ Days
Lead Time PO to Delivery : ____ Days
Purchaser By : — Date : — Agree By : — Date :

Plane' & store

Technical store
Received date :
Create By : — Date : 27/10/22
Check By : DR — Date : 2/11/22

Maintenance planing
FLOC BOM ☑ YES ☐ NO
Create By : — Date :
Check By : — Date :

Requester ⟹ Store Supervisor ⟹ Maintenance planing ⟹ HOD ⟹ Store operation

---

Atlas Copco

Atlas Copco (Thailand) Limited
125 Moo9 Wellgrow Industrial Estate
Bangna-Trad Road Km.36, Bangwua
Bangpakong, Chachoengsao 24180
Tel : 038-562-900 Fax : 038-562-903

QUOTATION

Attention	Khun Passawath / Khun Montri	Quotation No.	PV22032
	PERRIER VITTEL (THAILAND) LTD.	Date	23/09/2022
	เลขที่ 999/9 ถนนพระราม 1 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 1330	Ref. no.	
	Fax: : , Tel : +66 88 0208069	e-mail	montri.jenchai@th.nestle.com
Subject	Fixed Price for Air Compressor	Salesman	Haris Payongngarm
			+66 (0)97 994 5964

Dear sirs,

We are pleased to submit our following offer:

Type : ZR315VSD FF **Serial : APF132898**

Item	Description	Qty.	UOM	Unit Price (THB)	Total Price (THB)
1	3AUA0000036521 RDCU-12C CONTROL UNIT	1	set	160,000.00	160,000.00
2	64606778 PCB KIT;RMBA-01 OPTION/SP KIT MODBUS ADAPTER	1	set	30,780.00	30,780.00
				Total Net Price Parts :	**190,780.00**
				(Not Included VAT) GRAND TOTAL (THB)	**190,780.00**

Warranty :
Validity : 30 days.
Payment : 75 days after invoice.
Delivery : Approx. 30 days for completion of parts, job to be scheduled.
Remark : Additional work, if required, will be quoted separately.
Comments :

Atlas Copco (Thailand) Limited

P. Haris

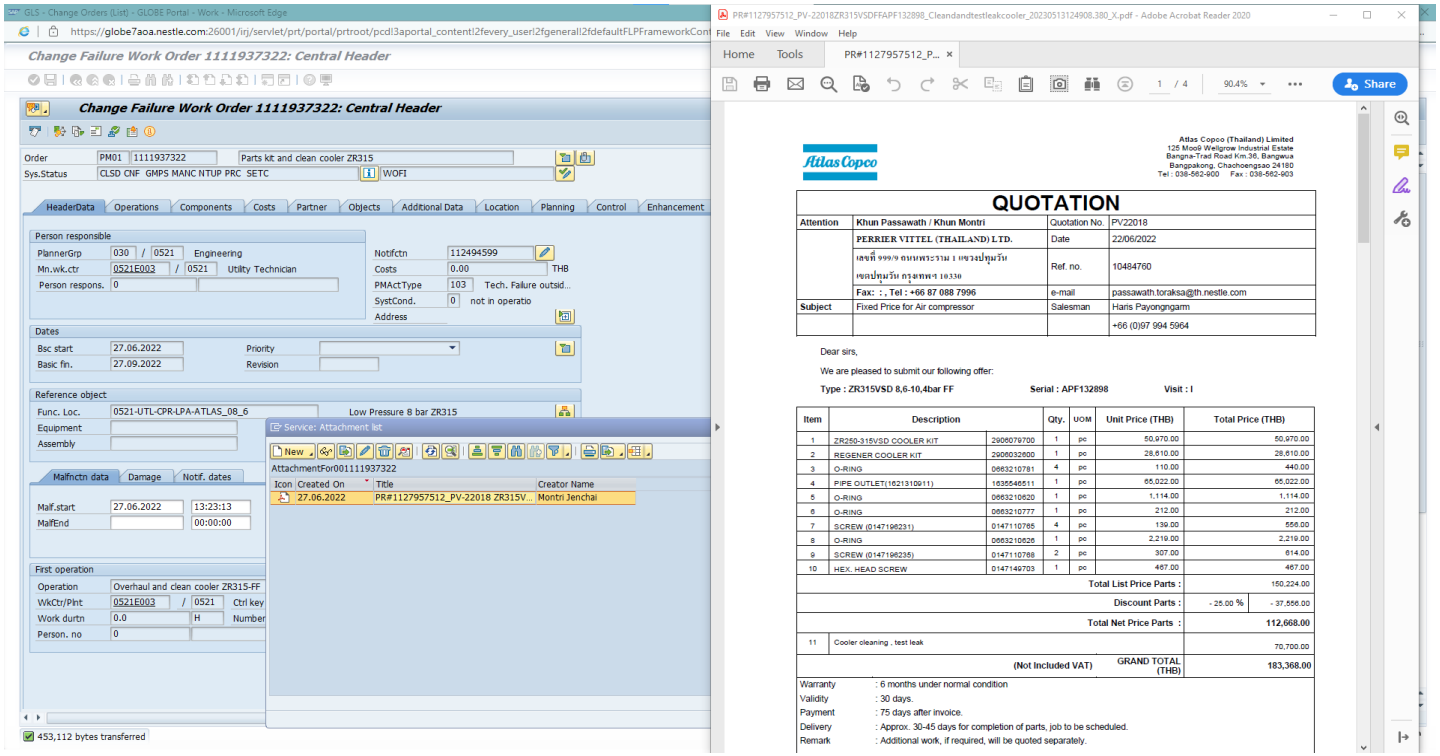
(หฤษฎ์ พยงการม) Tel: 097 9945964
E-Mail :haris.payongngarm@atlascopco.com
Key Account Manager CTS

Confirm Order
Your Ref._____
_____
Signature
Date ___/___/_____

ภาพที่ ก-2 ดำเนินการสั่งซื้อ Board Control เพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์

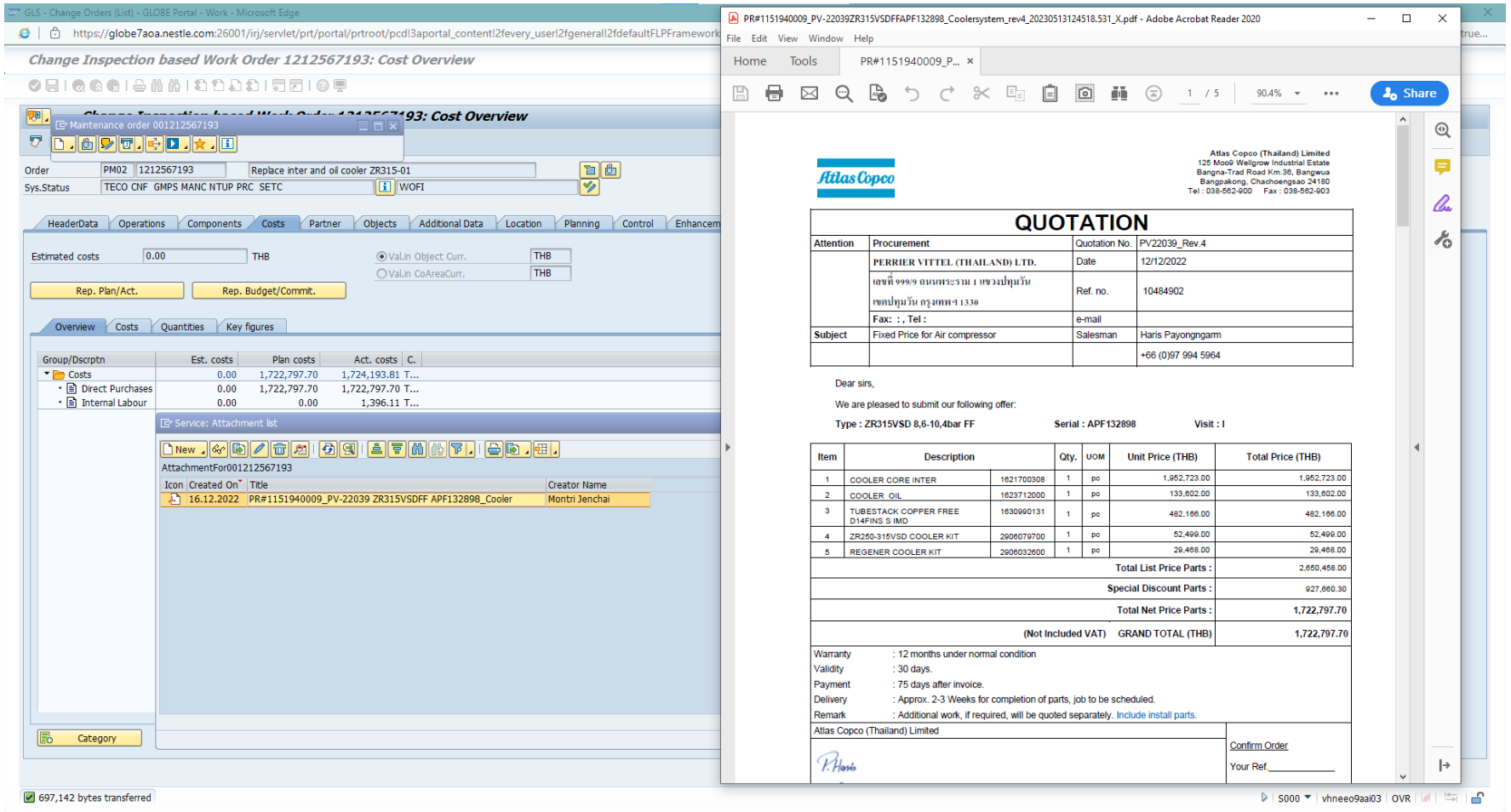
ก-2 การสั่งซื้อ Inter cooler และการ Clean inter cooler

สาเหตุเกิดจาก Inter Cooler ตันทำให้อุณหภูมิอากาศขาออกของเครื่องอัดอากาศสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ ทำให้บอร์ดควบคุมตัดการทำงานของเครื่องอัดอากาศ จึงดำเนินการจ้าง OEM ทำความสะอาด ดังภาพที่ ก-3 และทำการสั่งซื้อ inter cooler เปลี่ยนใหม่ ดังภาพ ที่ ก-4



ภาพที่ ก-3 การว่าจ้างการ clean inter cooler

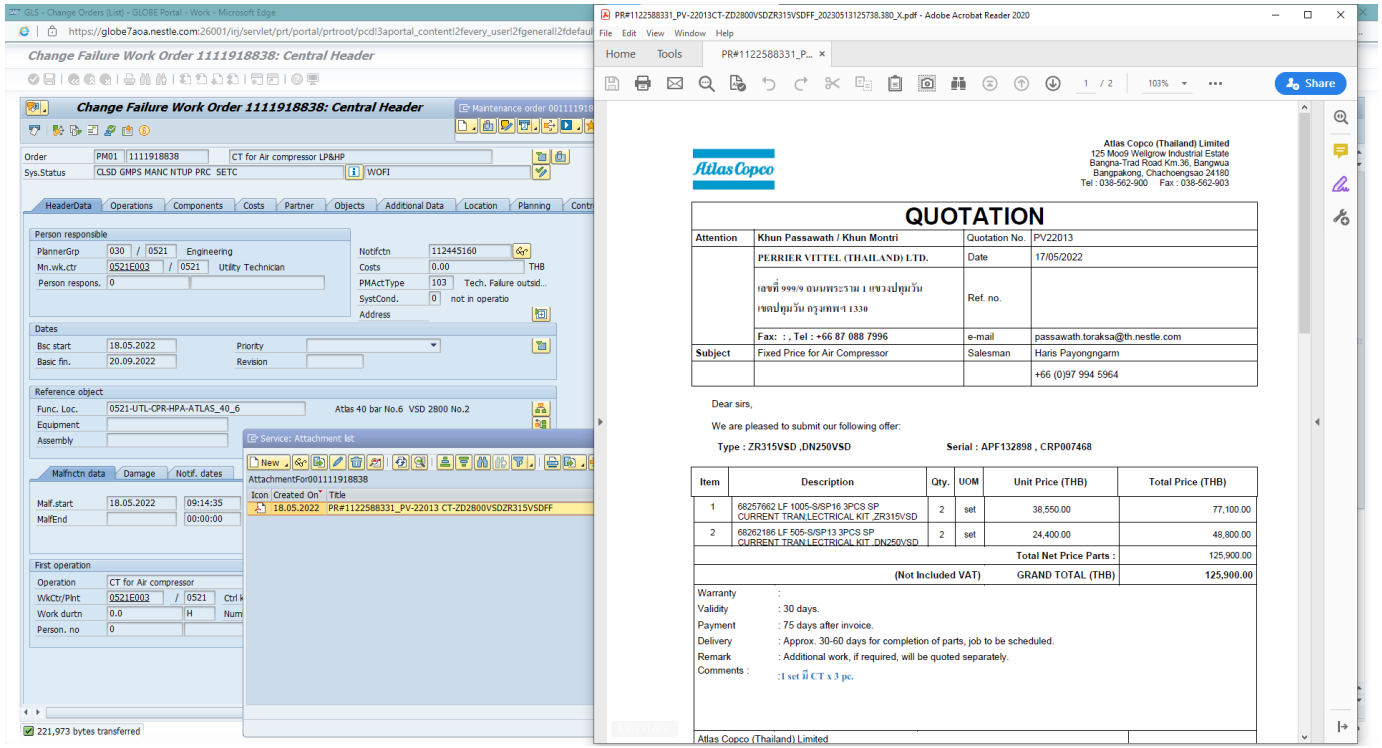
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ ก-4 การสั่งซื้อ inter cooler ใหม่

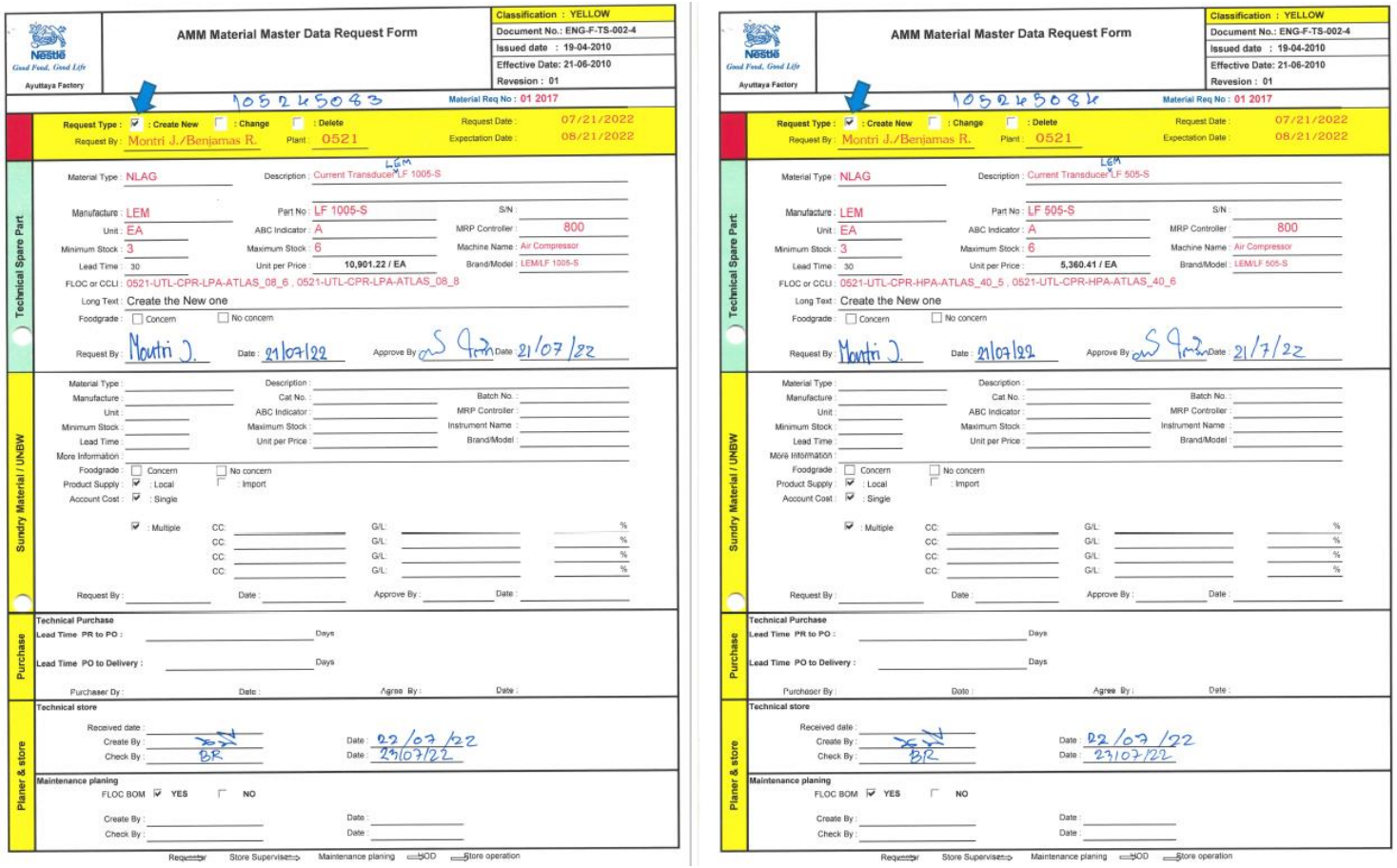
ก-3 การสั่งซื้อ CT (Current Transformer)

ปัญหา Fault Motor overload สาเหตุเกิดจาก CT (Current transformer) อ่านค่าไม่ตรง เนื่องจากเสื่อมสภาพ จึงดำเนินการสั่งซื้อเพื่อนำมาเปลี่ยนใหม่ ดังภาพที่ ก-5 และดำเนินการสั่งซื้อเพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์ ดังภาพที่ ก-6



ภาพที่ ก-5 การสั่งซื้อ CT (Current Transformer)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



AMM Material Master Data Request Form

Classification : YELLOW
Document No.: ENG-F-TS-002-4
Issued date : 19-04-2010
Effective Date: 21-06-2010
Revesion : 01

Nestlé Good Food, Good Life — Ayuttaya Factory

Material Req No : 01 2017

Request Type : ☑ : Create New ☐ : Change ☐ : Delete
Request By : Montri J./Benjamas R.
Plant : 0521
Request Date : 07/21/2022
Expectation Date : 08/21/2022

Technical Spare Part

Material Type : NLAG
Description : Current Transducer LEM LF 1005-S
Manufacture : LEM
Part No : LF 1005-S
S/N :
Unit : EA
ABC Indicator : A
MRP Controller : 800
Minimum Stock : 3
Maximum Stock : 6
Machine Name : Air Compressor
Lead Time : 30
Unit per Price : 10,901.22 / EA
Brand/Model : LEM/LF 1005-S
FLOC or CCLI : 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_6 , 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_8
Long Text : Create the New one
Foodgrade : ☐ Concern ☐ No concern
Request By : Montri J. Date : 21/07/22 Approve By : Date : 21/07/22

Sundry Material / UNBW

Material Type :
Description :
Manufacture :
Cat No. :
Batch No. :
Unit :
ABC Indicator :
MRP Controller :
Minimum Stock :
Maximum Stock :
Instrument Name :
Lead Time :
Unit per Price :
Brand/Model :
More Information :
Foodgrade : ☐ Concern ☐ No concern
Product Supply : ☑ : Local ☐ : Import
Account Cost : ☑ : Single
☑ : Multiple CC: G/L: %
Request By : Date : Approve By : Date :

Purchase

Technical Purchase
Lead Time PR to PO : Days
Lead Time PO to Delivery : Days
Purchaser By : Date : Agree By : Date :

Planer & store

Technical store
Received date :
Create By : Date : 22/07/22
Check By : BR Date : 23/07/22

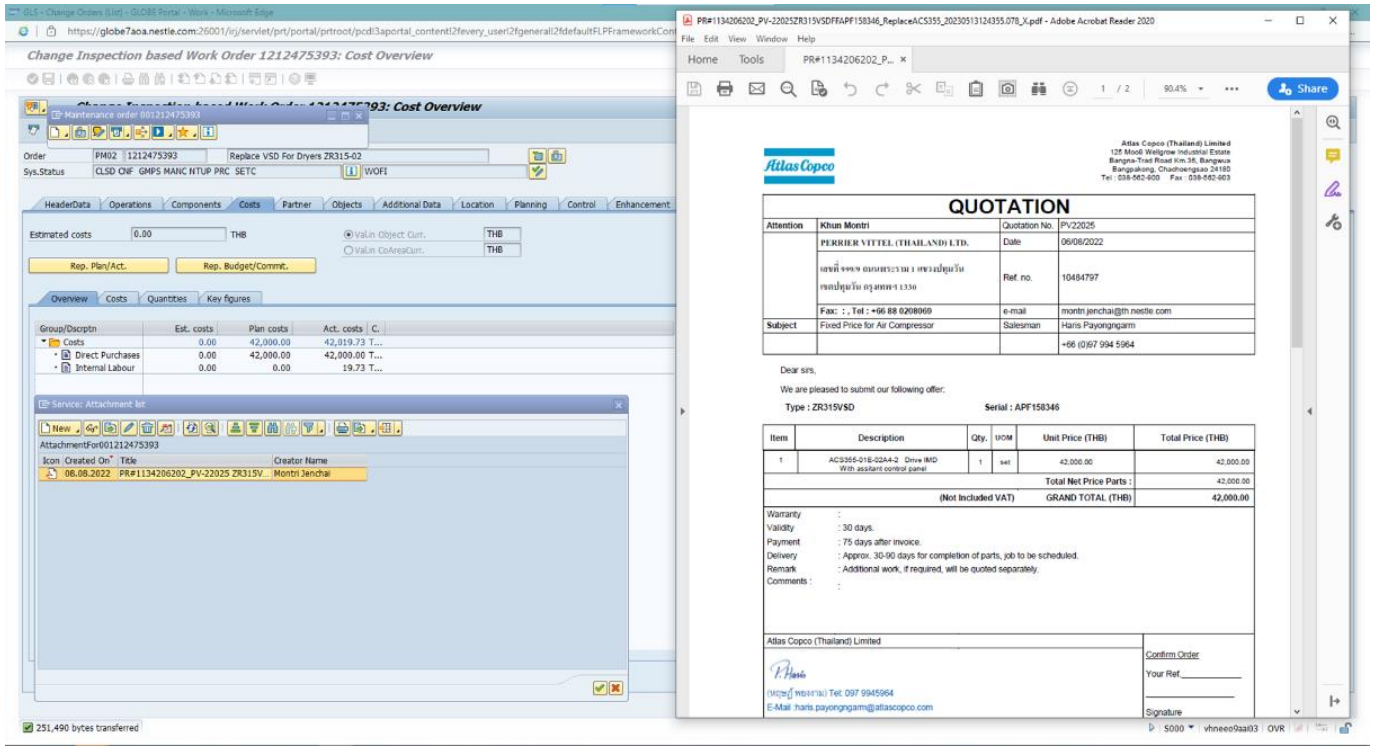
Maintenance planing
FLOC BOM ☑ YES ☐ NO
Create By : Date :
Check By : Date :

Requester → Store Supervisor → Maintenance planing → HOD → Store operation

ภาพที่ ก-6 ดำเนินการสั่งซื้อ CT (Current Transformer) เพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์

ก-4 การสั่งซื้อ VSD MD Dryers

ปัญหา Fault Dryers Rotating error สาเหตุเกิดจาก Board control ไม่สามารถ รับ-ส่งสัญญาณข้อมูลกับ VSD ได้ เนื่องจาก VSD ของชุด MD Dryers เสื่อมสภาพการใช้งาน จึงดำเนินการสั่งซื้อเพื่อนำมาเปลี่ยนใหม่ ดังภาพที่ ก-7 และดำเนินการสั่งซื้อเพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์ ดังภาพที่ ก-8



ภาพที่ ก-7 การสั่งซื้อ VSD MD Dryers ใหม่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Nestlé
Good Food, Good Life
Ayuttaya Factory

AMM Material Master Data Request Form

Classification : YELLOW
Document No.: ENG-F-TS-002-4
Issued date : 19-04-2010
Effective Date: 21-06-2010
Revesion : 01

Material Req No : 10546666 26

Request Type : ☑ : Create New ☐ : Change ☐ : Delete
Request By : Montri J.
Plant : 0521
Request Date : 09/01/2023
Expectation Date : 15/01/2023

Technical Spare Part

Material Type : ERSA
Description : ACS355-01E-02A4-2 Drive IMD With assitant control panel
Manufacture : ABB
Part No : ACS355-01E-02A4-2
S/N :
Unit : 1
ABC Indicator : A
MRP Controller :
Minimum Stock : 1
Maximum Stock : 1
Machine Name : ZR315
Lead Time : 45
Unit per Price : 42,000.00
Brand/Model : ABB
FLOC or CCLI : 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_6 , 0521-UTL-CPR-LPA-ATLAS_08_8
Long Text : VSD MD Dryers ZR315-FF
Foodgrade : ☐ Concern ☑ No concern
Request By : Montri J. Date : 9-Jan-23
Approve By : Date : 9-Jan-23

Sundry Material / UNBW

Material Type :
Description :
Manufacture :
Cat No. :
Batch No. :
Unit :
ABC Indicator :
MRP Controller :
Minimum Stock :
Maximum Stock :
Instrument Name :
Lead Time :
Unit per Price :
Brand/Model :
More Information : Filter after tank 8 bar - air com room 2
Foodgrade : ☐ Concern ☑ No concern
Product Supply : ☑ : Local ☑ : Import
Account Cost : ☑ : Single
☐ : Multiple
CC: G/L: %
CC: G/L: %
CC: G/L: %
CC: G/L: %
Request By : Date : Approve By : Date :

Purchase

Technical Purchase
Lead Time PR to PO : Days
Lead Time PO to Delivery : Days
Purchaser By : Date : Agree By : Date :

Planer & store

Technical store
Received date :
Create By :
Check By : BR
Date : 9/01/23
Date : 12/01/23

Maintenance planing
FLOC BOM ☑ YES ☐ NO
Create By :
Check By :
Date :
Date :

Requester ⟹ Store Supervisor ⟹ Maintenance planing ⟹ HOD ⟹ Store operation

---

Atlas Copco

Atlas Copco (Thailand) Limited
125 Moo9 Wellgrow Industrial Estate
Bangna-Trad Road Km.36, Bangwua
Bangpakong, Chachoengsao 24180
Tel : 038-562-900 Fax : 038-562-903

QUOTATION

Attention	Khun Montri	Quotation No.	PV22025
	PERRIER VITTEL (THAILAND) LTD.	Date	06/08/2022
	เลขที่ 999/9 ถนนพระราม 1 แขวงปทุมวัน เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 1330	Ref. no.	10484797
	Fax: : , Tel : +66 88 0208069	e-mail	montri.jenchai@th.nestle.com
Subject	Fixed Price for Air Compressor	Salesman	Haris Payongngarm
			+66 (0)97 994 5964

Dear sirs,

We are pleased to submit our following offer:

Type : ZR315VSD **Serial : APF158346**

Item	Description	Qty.	UOM	Unit Price (THB)	Total Price (THB)
1	ACS355-01E-02A4-2 Drive IMD With assitant control panel	1	set	42,000.00	42,000.00
				Total Net Price Parts :	42,000.00
				(Not Included VAT) GRAND TOTAL (THB)	42,000.00

Warranty :
Validity : 30 days.
Payment : 75 days after invoice.
Delivery : Approx. 30-90 days for completion of parts, job to be scheduled.
Remark : Additional work, if required, will be quoted separately.
Comments :

Atlas Copco (Thailand) Limited

(หฤหรฺษ์ พยงค์งาม) Tel: 097 9945964
E-Mail :haris.payongngarm@atlascopco.com
Key Account Manager CTS

Confirm Order
Your Ref.
Signature
Date ___/___/_____

ภาพที่ ก-8 ดำเนินการสั่งซื้อ VSD MD Dryers เพื่อจัดเก็บเข้าสโตร์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาคผนวก ข

ใบเสนอราคาและการเปรียบเทียบใบเสนอราคา การปรับปรุงห้องอัดอากาศ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ ข-1 ใบเสนอราคาและการเปรียบเทียบใบเสนอราคา การปรับปรุงห้องอัดอากาศ 1

DocuSign Envelope ID: 7B48FE0C-17E4-4234-AEAF-FB8CBF83D373

บริษัท พี.เจ. เทคโน เซอร์วิส จำกัด
P.J. TECHNO SERVICE CO.,LTD.
41/47 MOO 5, CHUAMSAMPHAN RD., KOKTAD, MINGKOK, BANGKOK 10530
Mobile [redacted]

ใบเสนอราคา / QUOTATION
NO. : PJ230227 - 1R1
DATE : 15/3/2023

Attentio [redacted] C. K.Montri J.
Compa [redacted] Mobil [redacted]
Tel / Fax :
Credit terms : See below details

Item	Description	Q'ty	Unit	Price/unit	Total
	งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ห้อง Air compresser (ฝั่ง Cooling tower) (Materials cost+Labour cost)	1	Job		840,000
1	งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ				
	- พัดลม 56"NOSCH 2HP 380V 50HZ AIR FLOW 55800 CMH SP.60PA	3	set	28,600	85,800
	- พัดลม 40"NOSCH 1 HP 380V 50HZ AIR FLOW 32,500 CMH SP.70PA	6	set	20,000	120,000
	- พัดลม 30"NOSCH 3/4HP 380V 50HZ AIR FLOW 28,000 CMH	3	set	13,000	39,000
	- Blower exhaust 3HP 380V 50HZ FLOW 4,200-6,300 CMH	1	Set	19,000	19,000
	- งานตั้งเรื่องจ้างงาน กับพื้นที่ติดตั้ง	1	job	80,000	80,000
	- งานเจาะผนัง เสริมโครงสร้าง สำหรับติดตั้งพัดลม	1	job	90,000	90,000
	- งานติดตั้ง Support อัดพัดลม	1	job	50,000	50,000
	- งาน Modify ท่อ duct	1	job	30,000	30,000
	- งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ เข้าตำแหน่ง เทกับหลัง และทำสีผนัง	1	job	100,000	100,000
	- งานติดตั้ง Safety gard พัดลมทุกตัว	1	job	50,000	50,000
	- Accessory	1	job	20,000	20,000
2	Electric work				
	- ตู้ไฟ + อุปกรณ์ควบคุมพัดลม	1	job	85,000	85,000
	- สายไฟ + ท่อเดินสายไฟ	1	job	30,000	30,000
	- งานลากสาย ติดตั้งสาย เข้าพัดลมและตู้ Control	1	job	50,000	50,000
3	ค่าขนส่ง	1	job	10,000	10,000
	*** warranty 1 year ***				
	*** special discount ***				-18800
	This price excludes VAT 7% ****			TOTAL	840,000

ผู้เสนอ/Quoted by
Date. 15/ 03 / 2023

ผู้สั่งซื้อ / Purchaser
Date. / /

DocuSign Envelope ID: 7B48FE0C-17E4-4234-AEAF-FB8CBF83D373

COMPARISON PRICE TABLE / PURCHASE REQUISITION FORM
Service and Indirect Material : Ref: Nestle Competitive bidding rule

RED

ITEM DESCRIPTION : PPS AY 16.03.2023 Ventilation improvement at air compressor room 1 (Nessei rm)
PO/Contract reference #:
SELECTION CRITERIA price / service / quality
PREPARER: [redacted] DATE: 16-Mar-23 REVIEWER: DATE:

No.	Description		Final Quoted Price by Supplier [redacted]								
			1st Quote	Lowest quote Price/unit (THB/unit)	Total value (THB)	1st Quote	Lowest quote Price/unit (THB/unit)	Total value (Baht)	1st Quote	Lowest quote Price/unit (THB/unit)	Total value (Baht)
1	9.007E+09 10 Installation fan for improve ventilation	1	PJ230227 - 1R1	683,800	683,800	006-MJ-2023	581,500	581,500			
2	9.007E+09 20 Elecrical work	1	15.03.2023	175,000	175,000	08.03.2023	330,000	330,000			
			warranty 1 year								
			discount		18,800						
					840,000			911,500			

REQUESTOR : K.Montri /ENG [redacted]
VENDOR SELECT: 101306947 P.J. Techno Service Co.,Ltd. 16-Mar-23
Total price 840,000.00 THB Cost saving (35,750.00) THB

REASONS TO SELECT: Price

BID DEVIATION REASON :
☐ No alternative vendor can be evaluated (single-sourcing) such as patent rights, spare parts or components of equipment specifically designed by the equipment manufacturer
☐ Emergency situations, i.e. disasters like flooding, machine breakdown, etc.
☐ Repeat order within 12 months from the previous bidding, provided similar quantities. Previously paid mould/tooling cost as well as changes in quantities from previous bidding should be considered in the pricing of the repeat order
☐ Benchmark can be achieved with previous bidding for similar materials/services

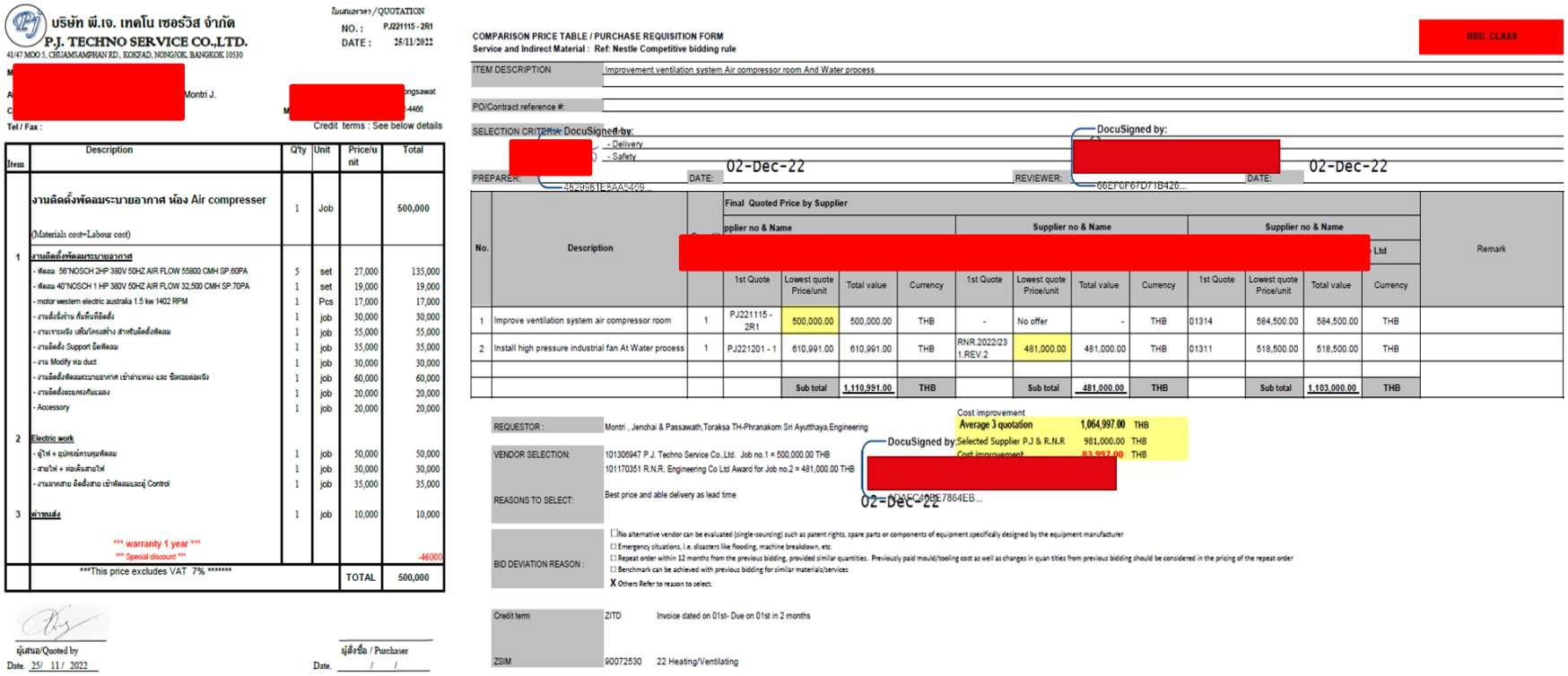
Credit term
PayT Own explanation
ZITD Invoice dated on 01st- Due on 01st in 2 months
ZITD Invoice dated from 02nd- Due on 01st in 3 months
ZSIM : 9007253022 Heating/Ventilating

APPROVED BY: [redacted]
DATE APPROVED:

(Resources Material Planning Manager - AY)
16-Mar-23

[redacted]
(Factory manager-AY)
16-Mar-23

ภาพที่ ข-2 ใบเสนอราคาและการเปรียบเทียบใบเสนอราคา การปรับปรุงห้องอัดอากาศ 2



ใบเสนอราคา / QUOTATION

บริษัท พี.เจ. เทคโน เซอร์วิส จำกัด
P.J. TECHNO SERVICE CO.,LTD.
41/47 MOO 5, CHUAMSAMPHAN RD., KOKFAD, NONGJOK, BANGKOK 10530

NO. : PJ221115 - 2R1
DATE : 25/11/2022

M [redacted]
A [redacted] Montri J.
C [redacted] ongsawat
Tel / Fax : [redacted] 4466
Credit terms : See below details

Item	Description	Q'ty	Unit	Price/unit	Total
	งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ห้อง Air compresser (Materials cost+Labour cost)	1	Job		500,000
1	งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ				
	- พัดลม 56"NOSCH 2HP 380V 50HZ AIR FLOW 55800 CMH SP.60PA	5	set	27,000	135,000
	- พัดลม 40"NOSCH 1 HP 380V 50HZ AIR FLOW 32,500 CMH SP.70PA	1	set	19,000	19,000
	- motor western electric australia 1.5 kw 1402 RPM	1	Pcs	17,000	17,000
	- งานตั้งเริ่งค่าน กันพื้นที่ติดตั้ง	1	job	30,000	30,000
	- งานเจาะผนัง เสริมโครงสร้าง สำหรับติดตั้งพัดลม	1	job	55,000	55,000
	- งานติดตั้ง Support มิตพัดลม	1	job	35,000	35,000
	- งาน Modify via duct	1	job	30,000	30,000
	- งานติดตั้งพัดลมระบายอากาศ เข้าด้านหน้า และ ช็อคออกหลัง	1	job	60,000	60,000
	- งานติดตั้งตะแกรงกันแมลง	1	job	20,000	20,000
	- Accessory	1	job	20,000	20,000
2	Electric work				
	- ตู้ไฟ + อุปกรณ์ควบคุมพัดลม	1	job	50,000	50,000
	- สายไฟ + ท่อเดินสายไฟ	1	job	30,000	30,000
	- งานลากสาย ติดตั้งสาย เข้าพัดลมและตู้ Control	1	job	35,000	35,000
3	ค่าขนส่ง	1	job	10,000	10,000
	*** warranty 1 year ***				
	*** Special discount ***				-46000
	This price excludes VAT 7% ****			TOTAL	500,000

ผู้เสนอ/Quoted by
Date. 25/ 11/ 2022

ผู้สั่งซื้อ / Purchaser
Date. / /

COMPARISON PRICE TABLE / PURCHASE REQUISITION FORM
Service and Indirect Material : Ref: Nestle Competitive bidding rule

RED CLASS

ITEM DESCRIPTION: Improvement ventilation system Air compressor room And Water process

PO/Contract reference #:

SELECTION CRITERIA: - Delivery - Safety

PREPARER: DocuSigned by: [redacted] 482995 1E8AA5489... DATE: 02-Dec-22

REVIEWER: DocuSigned by: [redacted] 66EF0F67D71B426... DATE: 02-Dec-22

No.	Description		Final Quoted Price by Supplier											Remark
			pplier no & Name [redacted]				Supplier no & Name				Supplier no & Name Ltd			
			1st Quote	Lowest quote Price/unit	Total value	Currency	1st Quote	Lowest quote Price/unit	Total value	Currency	1st Quote	Lowest quote Price/unit	Total value	Currency	
1	Improve ventilation system air compressor room	1	PJ221115 - 2R1	500,000.00	500,000.00	THB	-	No offer	-	THB	01314	584,500.00	584,500.00	THB	
2	Install high pressure industrial fan At Water process	1	PJ221201 - 1	610,991.00	610,991.00	THB	RNR.2022/23 1.REV.2	481,000.00	481,000.00	THB	01311	518,500.00	518,500.00	THB	
				Sub total	1,110,991.00	THB		Sub total	481,000.00	THB		Sub total	1,103,000.00	THB	

Cost improvement
Average 3 quotation 1,064,997.00 THB
Selected Supplier P.J & R.N.R 981,000.00 THB
Cost improvement 83,997.00 THB

REQUESTOR : Montri , Jenchai & Passawath,Toraksa TH-Phranakorn Sri Ayutthaya,Engineering

VENDOR SELECTION: 101306947 P.J. Techno Service Co.,Ltd. Job no.1 = 500,000.00 THB
101170351 R.N.R. Engineering Co Ltd Award for Job no.2 = 481,000.00 THB

REASONS TO SELECT: Best price and able delivery as lead time

DocuSigned by: [redacted] ADAEC40BE7864EB... 02-Dec-22

BID DEVIATION REASON :
☐ No alternative vendor can be evaluated (single-sourcing) such as patent rights, spare parts or components of equipment specifically designed by the equipment manufacturer
☐ Emergency situations, i.e. disasters like flooding, machine breakdown, etc.
☐ Repeat order within 12 months from the previous bidding, provided similar quantities. Previously paid mould/tooling cost as well as changes in quan tities from previous bidding should be considered in the pricing of the repeat order
☐ Benchmark can be achieved with previous bidding for similar materials/services
X Others Refer to reason to select.

Credit term: ZITD Invoice dated on 01st- Due on 01st in 2 months

ZSIM: 90072530 22 Heating/Ventilating

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล มนตรี เจนชัย

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2549 - ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

พ.ศ. 2564 - ปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2565 - Industrial Services Superintendent, Perrier Vittel (Thailand) Co., Ltd.

พ.ศ. 2561 - Reliability Engineer-Facility and Utility, Mars Petcare (Thailand) Co., Ltd.