การจัดทำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศ เพื่อประหยัดพลังงาน กรณีศึกษา โรงอบใบยา จังหวัดแพร่

PERVENTIVE MAINTENANCE SYSTEM FOR AIR COMPRESSED UNITS IN ORDER TO SAVE ENERGY. CASE STUDY OF TOBACCO PLANT, PHRAE PROVINCE.

นายสุมนฤทธิ์ ธีรประเสริฐ รหัส 49380226

นายเรวัต เสงี่ยมสมานันท์ รหัส 49380196

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 24 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15515415
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ส841ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	**การจัดทำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศเพื่อประหยัดพลังงานกรณีศึกษา : โรงอบใบยา จังหวัดแพร่**
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสุมนฤทธิ์ ธีรประเสริฐ รหัส 49380226
	นายเรวัต เสงี่ยมสมานันท์ รหัส 49380196
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....ประธานกรรมการ
(ดร.ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ
(ดร.อดิศักดิ์ ไสยสุข)

.....กรรมการ
(อาจารย์มานะ วีรวิกรม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การจัดทำระบบการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศ เพื่อประหยัดพลังงานกรณีศึกษา : โรงอบใบยา จังหวัดแพร่
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายสุมนฤทธิ์ ธีรประเสริฐ รหัส 49380226 นายเรวัต เสงี่ยมสมานันท์ รหัส 49380196
ที่ปรึกษาโครงงาน	อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
ปีการศึกษา	2553

.....

บทคัดย่อ

โครงงานวิจัยนี้เป็นโครงงานการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศ กรณีศึกษาโรงอบใบยา จังหวัดแพร่ เนื่องจากในกระบวนการผลิตการแยกก้าน การอบใบยา และการอัดห่อใบยา ต้องมีเครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมเป็นหลัก เครื่องอัดอากาศจึงจำเป็นต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมาก และเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นก็จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงระบบอัดอากาศให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ทางผู้จัดทำโครงงานจึงมีแนวคิดที่จะปรับปรุงระบบออกแบบระเบียบปฏิบัติการเพื่อลดการสูญเสียของพลังงานไปจากเดิม

การทำโครงงานนี้ได้นำหลักการอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศการวางแผนสำหรับการทำ PM ที่ระบบเครื่องอัดอากาศ แผนผังก้างปลา เข้ามาประยุกต์ใช้กับโครงงาน เพื่อวิเคราะห์ความผิดปกติของเครื่องอัดอากาศ พร้อมกับออกแบบใบตรวจสอบเพื่อตรวจเช็ครายวันของเครื่องอัดอากาศ ในการทดลองครั้งนี้จะมีการประเมินแบบประเมินความพอใจของการจัดทำโครงงานโดยผู้ใช้งาน ผู้ซ่อมแซม และหัวหน้าแผนกเป็นผู้ประเมิน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่โรงอบใบยา จังหวัดแพร่

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคของการอนุรักษ์ในระบบอัดอากาศ พบว่าจากที่ได้ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติการและการซ่อมบำรุงทำให้ได้ค่าการใช้พลังงานการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 48.83 KWh/ตัน และได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงมีค่าพลังงานเท่ากับ 35.40 KWh/ตัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพลังงานของเครื่องอัดอากาศลดลงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง คิดเป็นเปอร์เซ็นมีค่าการประหยัดพลังงานเท่ากับ 27.5 % แสดงว่าให้เห็นว่ามีเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงานมากกว่า 5% ทำให้ผลการประหยัดพลังงานบรรลุเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ เพราะฉะนั้นการใช้เครื่องอัดอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงและมีระเบียบปฏิบัติการที่ถูกต้องในการซ่อมบำรุงดูแลรักษา และการใช้งานจึงเป็นจุดสำคัญจุดหนึ่งในการประหยัดพลังงาน

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมอุตสาหการฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงลงได้ ด้วยความสนับสนุนจากท่านอาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล ที่ได้กรุณาช่วยเหลือสนับสนุน พร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการเขียน ตลอดจนกรุณาตรวจ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นโครงงานจนกระทั่งโครงงานประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ โรงอบใบยา และแผนกฝ่ายซ่อมบำรุง ที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านข้อมูลด้านสถานที่ พร้อมทั้งเสนอแนะความรู้ใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อ โครงงานด้วยไมตรีจิต ทำให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สรุปท้ายนี้โครงงานวิศวกรรมอุตสาหการฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไปไม่ได้เลยหากปราศจากครอบครัวที่คอยให้ความรัก และกำลังใจ ขอบคุณเพื่อน พี่ น้อง และบุคลากรทุกท่านในคณะวิศวกรรมศาสตร์ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนเกิดโครงงานวิศวกรรมฉบับนี้ ทางคณะผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายสุมนฤทธิ์ ธีรประเสริฐ
นายเรวัต เสงี่ยมสมานันท์
กุมภาพันธ์ 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน 1
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.6 ขอบเขตการทำโครงงาน 1
1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.8 แผนการดำเนินงาน 2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น 4
2.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ 4
2.2 ประเภทของการซ่อมบำรุงรักษา 6
2.3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 7
2.4 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 11
2.5 ทฤษฎี 5 ส 13
2.6 แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) 14
2.7 แผนการบำรุงรักษาคืออะไร 15
2.8 ความจำเป็นของแผนการบำรุงรักษา 16
2.9 การวางแผนการบำรุงรักษา 18
2.10 มาตรฐานการบำรุงรักษา 20
2.11 รายละเอียดของตารางแผนการบำรุงรักษา (ใบตรวจสอบ) 21
2.12 ชนิดของแผนการบำรุงรักษา 22

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.13 การประเมินผลของแผนการบำรุงรักษา (แผนการบำรุงรักษาที่ดีคืออะไร)..... 23
2.14 การปรับแผนการบำรุงรักษา..... 23
2.15 การตรวจวัดและวิเคราะห์ระบบอัดอากาศ..... 24
2.16 การวัดปริมาณการใช้พลังงาน..... 26
2.17 การประเมินค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้..... 28
2.18 การสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหลของอากาศ..... 29
2.19 การลดความดันอากาศอัด..... 31
2.20 การสูญเสียในระหว่างการอัด..... 34
2.21 การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของท่อ..... 36
2.22 การนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์..... 36
2.23 การประหยัดพลังงานในส่วนอื่นๆ..... 37
2.24 การประเมินมูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้..... 38
2.25 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 40

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน..... 42
3.1 การค้นคว้าข้อมูลวิจัย..... 42
3.2 การบันทึกเก็บข้อมูลของเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน..... 42
3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและหาแนวทางมาตรการแก้ไขปรับปรุง..... 43
3.4 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ..... 44
3.5 จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาและแบบฟอร์มการบันทึกต่างๆ ของการบำรุงรักษา..... 44
3.6 ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง..... 45
3.7 ปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้งานจริง..... 45
3.8 การวัดผลหลังปรับปรุง..... 45
3.9 สรุปผลการดำเนินงาน..... 45

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ 48

4.1 การเก็บข้อมูลของเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน 48

4.2 วิเคราะห์ข้อมูล 54

4.3 วิเคราะห์แผนการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบ 55

4.4 การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา 56

4.5 การตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบ PM 62

4.6 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของระบบเครื่องอัดอากาศ 68

4.7 การจัดทำใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักร 71

4.8 ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง 77

4.9 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบอัดอากาศก่อนการตรวจวัด 77

4.10 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ 84

4.11 สรุปผลเปรียบเทียบพลังงานกับหน่วยผลิต 85

4.12 การประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจ 86

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 89

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย 89

5.2 ข้อเสนอแนะ 90

เอกสารอ้างอิง 91

ภาคผนวก ก 92

ภาคผนวก ข 98

ภาคผนวก ค 103

ภาคผนวก จ 105

ประวัติผู้ดำเนินการโครงการ 106

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินโครงงาน....2

2.1 แสดงอัตราการรั่วของลมผ่านรูรั่วที่ความดันต่าง ๆ....29

2.2 ประมาณการประหยัดจากการลดความดันเครื่องอัดอากาศ....33

2.3 ประมาณการประหยัดจากการลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ....35

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงของระบบเครื่องอัดอากาศ....46

4.1 ข้อมูลเครื่องอัดอากาศทั้งหมดภายในโรงอบใบยา....49

4.2 ข้อมูลปริมาณอากาศรั่วจากเครื่องอัดอากาศ....49

4.3 ข้อมูลเครื่องจักรเสียจากการสอบถามข้อมูลการเสียที่ผ่านมาในอดีต....50

4.4 ข้อมูลเครื่องจักรเสียที่เริ่มเก็บเองในปัจจุบัน....53

4.5 หน่วยผลิตและพลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง....55

4.6 รายการตรวจสอบจากทฤษฎีเทียบกับผังก้างปลาของเครื่องอัดอากาศ....62

4.7 แผนการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศ....69

4.8 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน....72

4.9 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน....74

4.10 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำปี....76

4.11 ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของเครื่องอัดอากาศ....82

4.12 ปริมาณพลังงานที่ประหยัดของแต่ละรายการ....83

4.13 พลังงานกับหน่วยผลิตหลังปรับปรุงเทียบกับพลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงาน....85

4.14 สรุปผลเปรียบเทียบพลังงานกับหน่วยผลิต....86

4.15 รวมคะแนนความคิดเห็นการจัดทำคู่มือการใช้งานในแต่ละรายการ....87

5.1 ตารางสรุปผลเปรียบเทียบระบบเก่า – ระบบใหม่....89

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงขั้นตอนวิธีกาการผลิตอากาศอัด 5
2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 9
2.3 แสดงประเภทของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน PM 12
2.4 แสดงแผนการบำรุงรักษา 12
2.5 ความสัมพันธ์กันของ 5 ส 13
2.6 โครงสร้างของแผนผังก้างปลา 14
2.7 แผนการบำรุงรักษา 15
2.8 โครงสร้างแผนการบำรุงรักษา 17
2.9 แผนภาพ Plan-Do-See 19
2.10 แสดงขั้นตอนวิธีการตรวจสอบพลังงานของระบบอัดอากาศ 25
3.1 เครื่องอัดอากาศชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ขนาด 77 HP 42
3.2 เครื่องอัดอากาศชุดที่ 3 ขนาด 57 HP 43
4.1 สถานที่ตั้งเครื่องอัดอากาศ 48
4.2 การรั่วซึมของสายยาง 50
4.3 แผนผังท่อลม 52
4.4 แสดงกิจกรรมการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบ 57
4.5 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำมันเครื่องต่ำกว่าครึ่งของเกณฑ์ 58
4.6 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาอุณหภูมิเครื่องอัดอากาศสูงถึง 124 ˚C 59
4.7 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำมันรั่วออกมาจาก Tank 59
4.8 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาสายลมมีลมรั่วซึม 60
4.9 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาท่อมีรูรั่ว 60
4.10 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาวาล์วจ่ายลมมีลมรั่ว 61
4.11 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาสายลมไฮดรอลิคมีลมรั่ว 61
4.12 ผังการจัดการระบบซ่อมบำรุงเครื่องอัดอากาศ 63
4.13 FLOW CHART กิจกรรมการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศ 65
4.14 FLOW CHART กิจกรรมงานซ่อมจากใบแจ้งซ่อม 76
4.15 แสดงภาพเครื่องวัดไฟฟ้าแบบก้ามปูและการตรวจวัด 85

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากโรงอบใบยา เป็นโรงอบใบยาซึ่งมีเครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมในกระบวนการผลิตเป็นหลัก เครื่องอัดอากาศจึงจำเป็นต่อกระบวนการผลิตเป็นอย่างมากและเป็นธรรมดาที่ระบบอัดอากาศจะต้องมีการชำรุดเสียหาย และเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นก็จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงระบบอัดอากาศให้สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ

เพราะฉะนั้นการใช้เครื่องอัดอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงและลดค่าการรั่วของอากาศจึงเป็นจุดสำคัญจุดหนึ่งในการประหยัดพลังงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อจัดทำระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันให้แก่ระบบอากาศอัดของโรงงาน

1.2.2 เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศโดยตรวจสอบหาสาเหตุของการสูญเสียพลังงานลม

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน

ลดพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยการวางระบบการบำรุงรักษาการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

ต้องประหยัดพลังงานให้ได้อย่างน้อย 5%

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 นำหลักการการอนุรักษ์พลังงานมาประยุกต์ใช้ในจัดทำระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศ

1.5.2 สามารถตั้งเกณฑ์ชี้วัดผลงานที่จะสามารถลดการสูญเสียพลังงานลมและพลังงานไฟฟ้า

1.5.3 สามารถตั้งเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จที่จะต้องประหยัดพลังงานได้อย่างน้อย 5%

1.6 ขอบเขตการทำโครงงาน

ปรับปรุงระบบเครื่องอัดอากาศภายในโรงอบใบยา

1.7 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.7.1 ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

1.7.1.1 ศึกษาหัวข้อและสืบค้นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1.7.1.2 สำรวจสภาพปัจจุบันและบันทึกเก็บข้อมูล

1.7.2 ขั้นตอนการปฏิบัติ (Do)

1.7.2.1 วิเคราะห์ข้อมูลและหาแนวทางมาตรการแก้ไขปรับปรุง

1.7.2.2 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ

1.7.2.3 จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาและแบบฟอร์มการบันทึกต่างๆ

1.7.3 ขั้นตอนการทดสอบ (Check)

1.7.3.1 ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง

1.7.4 ขั้นตอนการแก้ไข/ปรับปรุง (Action)

1.7.4.1 ปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้งานจริง

1.7.4.2 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

1.7.5 ขั้นตอนการกำหนดคู่มือการบำรุงรักษา

1.7.6 สรุปผลการทำโครงงานวิจัย

1.8 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน

ลำดับ	การดำเนินงาน	พ.ศ. 2552						พ.ศ. 2553			
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	ศึกษาหัวข้อและสืบค้นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย										
2	สำรวจสภาพปัจจุบันและบันทึกเก็บข้อมูล										
3	วิเคราะห์ข้อมูลและหาแนวทางมาตรการแก้ไขปรับปรุง										
4	จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ										
5	จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาและแบบฟอร์มการบันทึกต่างๆ ของการบำรุงรักษา										

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงาน (ต่อ)

6	ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง										
7	ปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้งานจริง										
8	ประเมินการประหยัดพลังงาน										
9	สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ										

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

เครื่องอัดอากาศนั้นมีใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมทุกชนิดโดยใช้เป็นแรงขับเคลื่อนในการอัดส่งหรือใช้ในการทำงานต่างๆ เป็นต้น โดยเฉพาะการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันซึ่งจำเป็นต้องจัดให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงและใช้แรงงานน้อยลง เครื่องอัดอากาศจึงมีที่ใช้เพิ่มขึ้นอย่างน่าสังเกต

2.1 การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ

มีการนำอากาศอัดไปใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เนื่องจากอากาศอัดสามารถใช้งานได้ไม่จำกัด มีความปลอดภัยในการใช้งานและมีความยืดหยุ่นสูง กล่าวคือ สามารถดัดแปลงไปใช้งานกับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ได้ดี โรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งยังไม่ค่อยให้ความสำคัญในการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศมากนัก เพราะคิดว่าอากาศที่นำมาทำอากาศอัดนั้นเป็นของที่ได้มาฟรีๆ แต่ในความจริงแล้วกว่าจะอัดอากาศให้มีความดันสูงตามต้องการ เราต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก ในบางโรงงานจะมีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบอัดอากาศมากกว่า 10% ของพลังงานทั้งหมด ในเรื่องระบบอัดอากาศนี้ จะได้เรียนรู้ การผลิต การใช้งาน และการใช้พลังงานในระบบอัดอากาศ เพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงาน

2.1.1 การผลิตอากาศอัด

2.1.1.1 อุปกรณ์ในระบบอัดอากาศ

ในการอัดอากาศให้มีความดันและมีอัตราการไหลของอากาศอัดตามต้องการนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์หลักที่สำคัญ ดังนี้

ก. ตัวกรองอากาศขาเข้า (Air Inlet Filter) ทำหน้าที่กรองฝุ่น ผงละอองจากอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ

ข. เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศให้มีความดันและอัตราการไหลของอากาศอัดตามต้องการ

ค. เครื่องหล่อเย็นหลังการอัด (After Cooler) ทำหน้าที่ระบายความร้อนออกจากอากาศที่อัดแล้ว

ง. ตัวแยกความชื้น (Moisture Separator) ทำหน้าที่แยกน้ำที่กลั่นตัวออกจากอากาศอัด

จ. วาล์วนิรภัย (Safety Valve) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ความดันของอากาศอัดมีค่าสูงเกิน

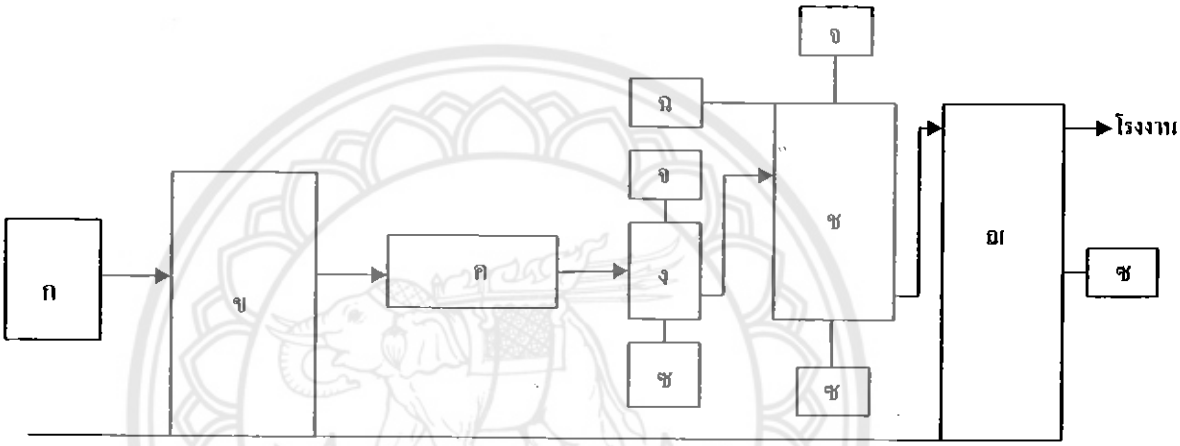
ฉ. มาตรวัดความดัน (Air Pressure Gauge) ทำหน้าที่แสดงความดันของอากาศในถังเก็บและท่อส่งจ่าย

ช. ถังเก็บอากาศ (Air Receiver) ทำหน้าที่เก็บอากาศและสร้างความสมดุลระหว่างปริมาณความต้องการอากาศที่ไม่คงที่ปริมาณอากาศที่ได้จากเครื่องอัดอากาศ

ซ. อุปกรณ์ถ่ายน้ำอัตโนมัติ (Automatic Drain Trap) ทำหน้าที่ถ่ายน้ำออกจาก อากาศอัด

ฌ.ตัวทำให้อากาศแห้ง (Air Dryer)

ญ. อุปกรณ์ปลายทาง (End Use)



รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนวิธีการการผลิตอากาศอัด

ที่มา: จิรศักดิ์ บุญรอด.คู่มือประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ, 2533.

2.1.2 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศที่นิยมใช้งานทั่วไปแบ่งออกได้ 4 ชนิด คือ

2.1.2.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ(Reciprocating Compressor)การทำงานเหมือนกันกับเครื่องยนต์ โดยอากาศจะถูกดูดผ่านวาล์วเข้ากระบอกสูบ แล้วลูกสูบจะอัดอากาศและดันออกไป มีทั้ง Single Stage ซึ่งจะอัดได้ 10 bar และแบบ Two Stage ซึ่งจะอัดได้ถึง 70 bar เป็นเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอื่น

2.1.2.2 เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีเวน (Rotary Vane Compressor) การทำงานจะวางโรเตอร์ให้เยื้องศูนย์ โรเตอร์จะมีร่องภายในร่องจะมีใบพัดตรง เมื่อโรเตอร์หมุนใบพัดจะถูกเหวี่ยงออกไป กั้นอากาศอัดเป็นห้องๆซึ่งจะถูกลดขนาดเล็กลงแต่มีแรงดันสูงขึ้น เครื่องอัดอากาศแบบนี้มีการสึกหรอสูง และมีประสิทธิภาพสูงที่ความดันต่ำ

2.1.2.3 เครื่องอัดอากาศแบบโรตารีสกรู (Rotary Screw Compressor) การทำงานใช้โรเตอร์แบบสกูลสองตัวสวมกันได้พอดีเมื่อหมุนเข้าหากันจะอัดอากาศที่อยู่ระหว่างโรเตอร์ออกโดยไม่ต้องผ่านวาล์ว จึงหมุนด้วยความเร็วสูงได้ทำให้อัตราอัดอากาศสูง เหมาะทำงานอย่างต่อเนื่องหาก

ทำงานที่ No Load จะเสียพลังงานสูญเปล่ามากมีทั้งแบบที่ไม่มีน้ำมันซึ่งจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบมีน้ำมันเล็กน้อย

2.1.2.4 เครื่องอัดอากาศแบบอาศัยแรงเหวี่ยง (Centrifugal Compressor) การทำงานจะให้พลังงานกลทำให้อากาศมีความเร็วเพิ่มขึ้นด้วยโรเตอร์ แล้วอาศัยรูปร่างของตัว Casing ลดความเร็วของอากาศลง ซึ่งจะทำให้พลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นความดันอากาศ เครื่องอัดอากาศแบบนี้ใช้ไม่มากนักเพราะถูกออกแบบมาให้ผลิตอากาศอัดปริมาณมาก แต่ความดันน้อย

2.2 ประเภทของการซ่อมบำรุงรักษา

2.2.1 Break - Down Maintenance (BDM) การซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องเสียหายของเครื่องจักรการซ่อมบำรุงหลังเกิดเหตุขัดข้องจะกระทำภายหลังจากเครื่องจักรเกิดการเสียหายจนต้องหยุดทำการผลิต ต้องแก้ไขให้กลับคืนสภาพปกติ ไม่ว่าจะเป็นแบบที่มีแผนกำหนดล่วงหน้า หรือการซ่อมโดยฉุกเฉินโดยทันทีก็ตาม

2.2.2 Preventive Maintenance (PM) การซ่อมบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน การซ่อมบำรุงรักษาเพื่อป้องกันนี้เป็นการดูแลซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรที่อาจเกิดการชำรุดเสียหายก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องขึ้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักในการผลิตโดยอาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

2.2.2.1. การบำรุงรักษาประจำวัน ซึ่งปฏิบัติโดยพนักงานผู้ใช้เครื่องจักรเอง

2.2.2.2. การซ่อมบำรุงตามกำหนดเวลา โดยช่างซ่อมบำรุง

2.2.3 Corrective Maintenance (CM) การซ่อมบำรุงรักษาเพื่อแก้ไขและปรับปรุง การซ่อมบำรุงรักษาเพื่อแก้ไข หมายถึง การปรับปรุง ดัดแปลง แก้ไขเครื่องจักรอุปกรณ์ทำให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นง่ายต่อการซ่อมดูแลรักษา

2.2.4 Maintenance Prevention (MP) การป้องกันการบำรุงรักษา การป้องกันการบำรุงรักษา หมายถึง การออกแบบหรือเลือกซื้อเครื่องจักรที่มีระดับความเชื่อสูง ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดเหตุขัดข้องในการใช้งานตลอดอายุการใช้งาน หรือถ้าเกิดการขัดข้องก็สามารถแก้ไขให้คืนสภาพได้ง่ายสะดวก โดยทันที

2.2.5 Predictive Maintenance การซ่อมบำรุงรักษาแบบคาดการณ์ล่วงหน้า การซ่อมรักษาแบบคาดการณ์ล่วงหน้าเป็นการซ่อมบำรุงที่มีการวางแผนคาดการณ์ หรือมีอุปกรณ์ที่จะบอกถึงอาการต่างๆ ที่จะชี้ปัญหาสามารถเปลี่ยนได้ทันท่วงที

2.3 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นการปฏิบัติการบำรุงรักษาก่อนที่ความเสียหายจะเกิดขึ้นเป็นการตรวจสอบประจำและพยายามช่วยเหลือกรณีอื่นๆ ที่จะป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสีย การรักษาอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกให้อยู่ในสภาพที่สามารถทำงานได้ดีตามคำสั่งหรือการดูแลการตรวจสภาพของเครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิต ก่อนที่เครื่องจักรจะเสียหายขัดข้อง โดยมีการทำแผนป้องกันและบำรุงรักษาไว้ล่วงหน้า เช่น การทำความสะอาด หล่อลื่น การตรวจสภาพ การตรวจสภาวะ และการตรวจความถูกต้อง อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะเกี่ยวข้องกับการหมั่นตรวจตราเครื่องจักรอย่างต่อเนื่องตามตารางเวลาที่กำหนดเพื่อสังเกตสิ่งผิดปกติอันอาจจะเกิดขึ้นได้ การจดบันทึกสถิติของเครื่องจะสามารถคาดคะเนช่วงเวลาการซ่อมบำรุงในอนาคตได้ ปกติแล้วการป้องกันจะดีกว่าที่จะต้องซ่อมและแก้ไขเครื่อง เพราะจะเสียเวลาและงบประมาณน้อยกว่า การป้องกันนั้นไม่เพียงแต่จะดูว่า เครื่องจักรทำงานหรือไม่เท่านั้น หากแต่ต้องดูระบบในเชิงเทคนิค และความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้จากผู้ใช้เองด้วย ซึ่งการกระทำดังกล่าวจะมีผลต่อความคงทนต่อสภาพบกพร่องในการทำงานของเครื่องจักรเป็นอย่างมาก สำหรับการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์เสียหรือไม่สามารถทำงานได้นั้น จะเกิดขึ้นเมื่อสภาพของคอมพิวเตอร์ล้มเหลว หรือหยุดการทำงานอย่างกะทันหัน ซึ่งควรต้องได้รับการซ่อมอย่างทันท่วงที

โรงงานที่มีประสิทธิภาพสูง ต้องมีระบบการรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ให้ดีอยู่เสมอ เพราะแม้แต่เครื่องจักรทันสมัยที่สุด ยังต้องมีการดูแลเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ อีกทั้งยังอาจเกิดผลเสียหายเมื่อต้องหยุดเครื่องจักรเพื่อซ่อมบำรุง ทั้งในแง่ของตัวเงิน เวลา และของขวัญกำลังใจของพนักงาน รวมทั้งยังกระทบต่อความสัมพันธ์ของผู้ขาย ด้วยการทำงานของแผนการบำรุงรักษาจำเป็นต้องมีการวางแผน ซึ่งในทางปฏิบัติอาจดำเนินให้เป็นไปตามแผนได้ยาก เช่น กรณีที่เครื่องจักรหยุดทำงานอย่างกะทันหัน และต้องการแก้ไขซ่อมแซมทันที จะเกิดผลกระทบต่องานอื่นๆ ที่วางไว้ ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ ผู้ที่รับผิดชอบในการวางแผนงานของแผนบำรุงรักษา จึงควรวางแผนของแผนกฯ ที่วางไว้ ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหานี้ ผู้ที่รับผิดชอบในการวางแผนงานของแผนบำรุงรักษา จึงควรวางแผนงานของแผนกฯ ให้น้อยกว่ากำลังบุคลากรที่มีอยู่เล็กน้อย เพื่อพร้อมที่จะรองรับงานซ่อมแซมฉุกเฉิน งานบำรุงรักษาเชิงแก้ไข (Corrective Maintenance) ได้โดยไม่กระทบต่องานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

2.3.1 จุดประสงค์ของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.3.1.1 เพื่อยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักร/อุปกรณ์

2.3.1.2 เพื่อปรับปรุงสภาพของเครื่องจักร/อุปกรณ์

2.3.1.3 เพื่อดำเนินการบำรุงรักษาก่อนที่ราคาซ่อมแซมจะสูงเกินไป

2.3.1.4 เพื่อป้องกันหรือลดความเสี่ยงที่เครื่องจักร/อุปกรณ์จะหยุดทำงาน

2.3.1.5 เพื่อลดช่วงเวลาที่เครื่องจักร/อุปกรณ์หยุดทำงาน

2.3.1.6 เพื่อทำการบำรุงรักษาขณะที่เครื่องจักร/อุปกรณ์อยู่ในสภาพดีที่สุด

2.3.1.7 เพื่อขจัดสาเหตุที่อาจก่ออุบัติเหตุ

2.3.1.8 เพื่อสร้างเสริมขวัญกำลังใจของพนักงาน

2.3.1.9 เพื่อลดปริมาณงานบำรุงรักษาเชิงแก้ไขให้น้อยลง

2.3.1.10 เพื่อลดการสูญเสียทรัพยากร (วัตถุดิบ น้ำ พลังงาน)

2.3.2 การเพิ่มความสามารถด้านการซ่อมเมื่อเกิดการเสีย

ความเชื่อได้ของระบบและการบำรุงรักษาเชิงป้องกันมักจะไม่สมบูรณ์ไปทั้งหมดบริษัทผลิตทั้งหลายต่างก็มีทางเลือกในการที่จะเพิ่มขีดความสามารถในการซ่อมเมื่อเกิดการเสียซึ่งจะทำให้สามารถกลับเข้าทำงานเป็นปกติได้ในเวลาอันรวดเร็ว สิ่งที่เอื้ออำนวยต่อการซ่อมบำรุงดีนั้น ในที่นี้ควรต้องมีรูปแบบ 6 ประการ ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 การฝึกอบรมพนักงานที่ดี

2.3.2.2 การมีวัตถุดิบที่เพียงพอ

2.3.2.3 ความสามารถในการจัดทำแผนการซ่อมและการจัดลำดับความสำคัญที่เหมาะสม

2.3.2.4 ความสามารถและหน้าที่ในการวางแผนการใช้วัสดุ

2.3.2.5 ความสามารถที่จะวินิจฉัยหาสาเหตุของการเสียของเครื่องจักรได้

2.3.2.6 ความสมารถในการออกแบบวิธีการเพื่อจะขยายเวลาเฉลี่ยระหว่างการล้มเหลว

2.3.3 ประโยชน์หรือผลสำเร็จของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.3.3.1 ทำให้สามารถซ่อมเครื่องจักรเครื่องมือที่ชำรุด ได้อย่างถูกต้อง

2.3.3.2 สามารถใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำคู่มือในการซ่อมบำรุงได้

2.3.3.3 ใช้วางแผนหรือกำหนดดำเนินการซ่อมบำรุง

2.3.3.4 เป็นแนวทางในการจัดเตรียมของใหม่สำหรับซ่อมบำรุงรักษา

2.3.3.5 ใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยเครื่องจักรนั้น

2.3.4 องค์ประกอบของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.3.4.1 การออกแบบระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.3.4.2 การจัดหน่วยงาน (ผู้ที่มีการรับผิดชอบเฉพาะ)

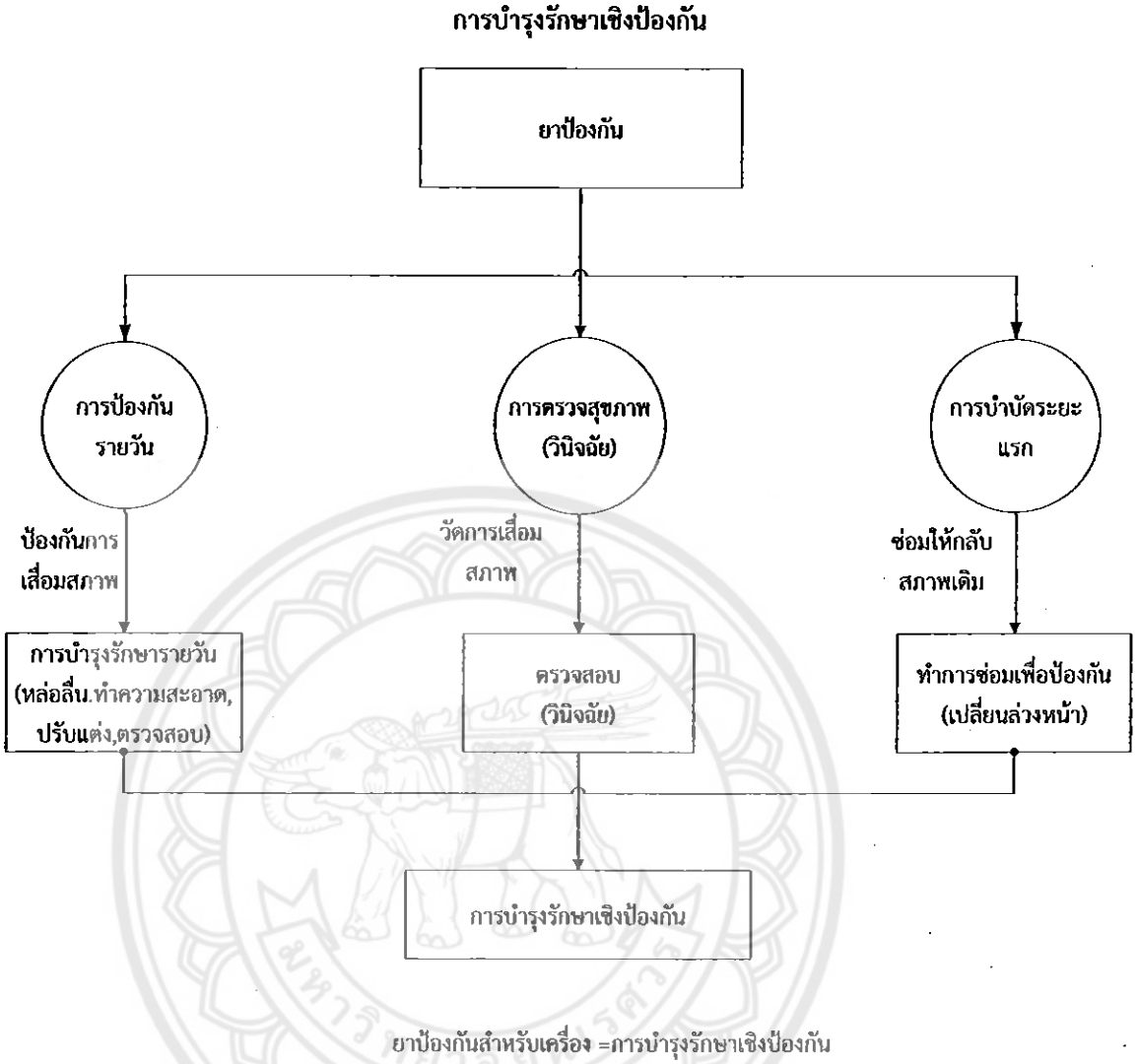
2.3.4.3 การวางแผนปฏิบัติอย่างรัดกุม

2.3.4.4 การวางแผนปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและจริงจัง

2.3.4.5 ความเข้าใจสนับสนุนจากผู้บัญชาทุกระดับ

2.3.4.6 ความร่วมมือโดยตรงของ Operator

การบำรุงรักษาเชิงป้องกันนั้นสามารถกล่าวได้ว่าเป็นยาป้องกันสำหรับเครื่องจักรได้ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.2 (พลูพร แสงบางปลา, 2537)



รูปที่ 2.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

ที่มา : พลูพร แสงบางปลา, 2537 .หน้า 30

2.3.5 ผังการไหลกระบวนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน ซึ่งอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

2.3.5.1 การอบรมให้ความรู้เรื่องการใช้งานและการบำรุงรักษาเครื่องจักร ในเบื้องต้นก่อนการนำเครื่องจักรไปใช้งาน ต้องมีการอบรมให้ความรู้แก่ผู้ใช้งาน ถึงวิธีการปฏิบัติงานที่ถูกต้อง และการบำรุงรักษาเครื่องจักร แก่ผู้ที่ทำหน้าที่บำรุงรักษา ทั้งการอบรม แบบในห้องเรียน (Class room training) และแบบฝึกปฏิบัติจริงในหน้างาน หรือแบบสอนในระหว่างทำงาน (On the job training)

2.3.5.2 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดรายการชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องจักรที่ต้องเปลี่ยนหรือบำรุงรักษาตามวาระตลอดอายุใช้งานเครื่องจักร โดยอาศัยข้อมูลเบื้องต้นจากคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักรหรือข้อมูลจากผู้ขาย

2.3.5.3 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดทำรายการตรวจสอบ (Check list) ในการตรวจสอบประจำวัน ประจำสัปดาห์หรือ ประจำเดือน พร้อมทั้งมาตรฐานในการตรวจ พร้อมทั้งชี้แจงให้ผู้ใช้เครื่องจักรและผู้บำรุงรักษาทราบ เพื่อนำไปใช้งาน

2.3.5.4 ผู้ใช้เครื่องจักรดำเนินการตรวจเครื่องจักรประจำวัน/ประจำสัปดาห์ ตามรายการตรวจสอบที่มี ถ้าพบความผิดปกติ แล้วดำเนินการแก้ไขด้วยตนเองได้ (เช่น เครื่องจักรสกปรก น้ำหม้อน้ำหมด น๊อตหลวม ฯลฯ) ให้ดำเนินการแก้ไขด้วนตนเอง ถ้าไม่สามารถดำเนินการแก้ไขได้ ให้แจ้งงานไปยังหน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาหรือกรณีนำเครื่องจักรออกใช้งานแล้วเครื่องจักร Breakdown หรือมีสิ่งผิดปกติ ให้แจ้งหน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา

2.3.5.5 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา จัดทำแผน PM&OVH เครื่องจักรประจำปี/ประจำเดือน ดำเนินการเตรียมอะไหล่และ Supplies ต่างๆ เมื่อใกล้วาระ PM&OVH (บริหารพัสดุคงคลัง) และนัดผู้ใช้เครื่องจักร นำเครื่องจักรเข้าบำรุงรักษา ถ้าผู้ใช้งานเครื่องจักรไม่พร้อม ให้ทำการเลื่อน (ต้องไม่เลื่อนมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อเครื่องจักร)

2.3.5.6 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา ทำการบำรุงรักษาพร้อมบันทึกประวัติ

2.3.5.7 กรณีเครื่องจักรเกิด (Breakdown) และได้รับการแจ้งงานจากหน่วยงานผู้ใช้เครื่องจักรหน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษาตรวจอาการ และดำเนินการซ่อม แก้ไข เพื่อให้เครื่องจักรใช้งานได้ (Corrective) จากนั้นมาพิจารณาว่า การ Breakdown ของเครื่องจักร เป็นไปอย่างผิดปกตินอกแผน เช่น เร็วเกินไป ยังไม่ปกติ ให้ดำเนินการวิเคราะห์สาเหตุรากเหง้า โดยพิจารณา 4M ได้แก่ คน (Man) เครื่องจักร (Machine) วัสดุ (Material) และวิธีการ (Method) แล้วกำหนดมาตรการป้องกันตามสาเหตุรากเหง้า แล้วทำการบันทึกประวัติเครื่องจักร ควรบันทึกจุกที่เป็นสัญญาณ (Warning Point) ก่อนเกิดการ Breakdown ด้วย เช่น สายไฮดรอลิค (HYD.) บวม ยางมีรอยแผล ฯลฯ เพื่อเก็บเป็นจุดใช้คาดการณ์หรือทำนายการ Breakdown ได้

2.3.5.8 หน่วยงานซ่อมและบำรุงรักษา ทำการตรวจวัดการเสื่อมสภาพ หรือสภาพเครื่องจักร หรือชิ้นส่วนเครื่องจักร ตามคาบเวลาที่กำหนด เช่น อัตราการสึกของยางรถบรรทุก และสภาพยางสภาพของสายไฮดรอลิค การสึกเหงือกบุ้งกี๋ ฯลฯ โดยบางครั้งการวัดอาจทำโดยหน่วยงานผู้ใช้เครื่องจักร เช่น การสึกหรือสภาพของดอกเจาะ การสึกของค้อนย่อย เป็นต้น ในการวัดนี้ ในกรณีที่ใกล้ครบอายุที่คาดการณ์ของชิ้นส่วน อาจจะต้องทำการวัดถี่ขึ้น เพื่อทำนายหรือคาดการณ์การหมดอายุที่คาดการณ์ของชิ้นส่วน อาจจะต้องทำการวัดถี่ขึ้น เพื่อทำนายหรือคาดการณ์การหมดอายุของชิ้นส่วนเครื่องจักร (Condition based maintenance) พร้อมทั้งดำเนินการเตรียมอะไหล่ชิ้นส่วนก่อนการหมดอายุ และดำเนินการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมก่อนการหมดอายุ แล้วบันทึกประวัติ(ถ้าการเก็บบันทึกข้อมูล ประวัติอายุชิ้นส่วนดี การมีจุดหรือสัญญาณเตือนภัยดี จะสามารถทำนายคาดการณ์ได้แม่นยำ)

2.3.5.9 รวบรวมประวัติของเครื่อง (เครื่องจักร 1 เครื่อง เสมือนคนไข้ 1 คน) นำมาเป็นข้อมูลในการทำนายคาดการณ์การ Breakdown การสึกหรอชิ้นส่วน สัญญาณหรือการเตือนภัยก่อน Breakdown เป็นข้อมูลป้อนกลับในการวางแผนต่อไป แล้วจะทำให้เรามี เทคโนโลยีเฉพาะ (intrinsic Technology) ที่ค่อยๆ พัฒนาเพิ่มขึ้น

2.4 แผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.4.1 หลักของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

2.4.1.1 มีนโยบายที่ชัดเจนจากผู้บริหาร

2.4.1.2 มีผู้รับผิดชอบโดยเฉพาะและมีทีมงานรองรับ (พนักงาน PM)

2.4.1.3 มีการติดตามผลการปฏิบัติงานที่มาจากการวางแผน และมีการตรวจสอบแก้ไข

2.4.1.4 มีรายงานผลได้ในการลดการสูญเสียจากการซ่อมแบบฉุกเฉินให้ผู้บริหารทราบทุกรายเดือน

2.4.1.5 รายงานผลการลดเวลาที่สูญเปล่าและการลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยให้ผู้บริหารทราบทุกราย 3 เดือน

2.4.2 วิธีการดำเนินการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

จัดให้มี ช่างทำหน้าที่บำรุงรักษาเชิงป้องกันโดนเฉพาะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.4.2.1 จัดทำประวัติเครื่องจักร

ก. ทำประวัติเครื่องจักรแสดงคุณลักษณะ ประวัติ การซ่อมและเวลาที่หยุดงานเพื่อซ่อม

ข. ทำคู่มือบำรุงรักษาเครื่องจักร พร้อมทั้งบัญชีอะไหล่ที่ต้องเปลี่ยนตามเวลา

ค. ทำตารางและแบบฟอร์มการตรวจเช็คเครื่องจักร ประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี

2.4.2.2 การซ่อมและเปลี่ยนอะไหล่ตามอายุการใช้งาน

ก. ทำบัญชีอะไหล่ที่ต้องเปลี่ยนตามอายุใช้งานในแต่ละสัปดาห์เสนอฝ่ายจัดซื้อ

ข. ทำตารางเวลาเปลี่ยนอะไหลในวันหยุด

ค. ดำเนินการเปลี่ยนอะไหล่

2.4.2.3 งานปรับปรุงระบบ

ทำแผนปรับปรุงระบบโครงสร้างหลักประจำ 3 เดือน ดังนี้

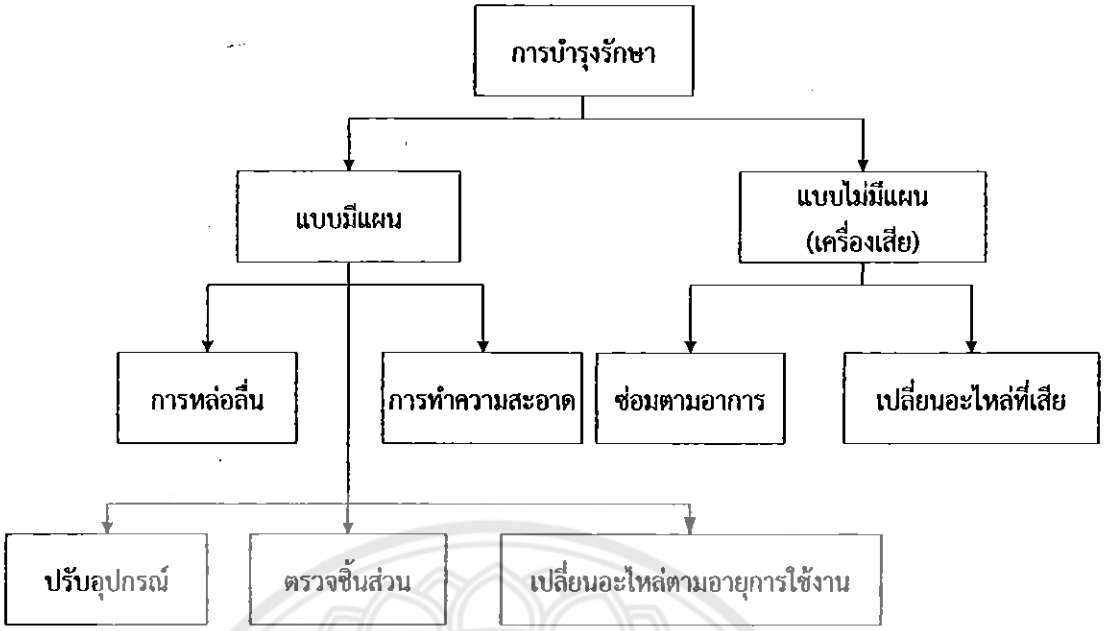
ก. งานระบบไฟฟ้า

ข. งานแสงสว่าง

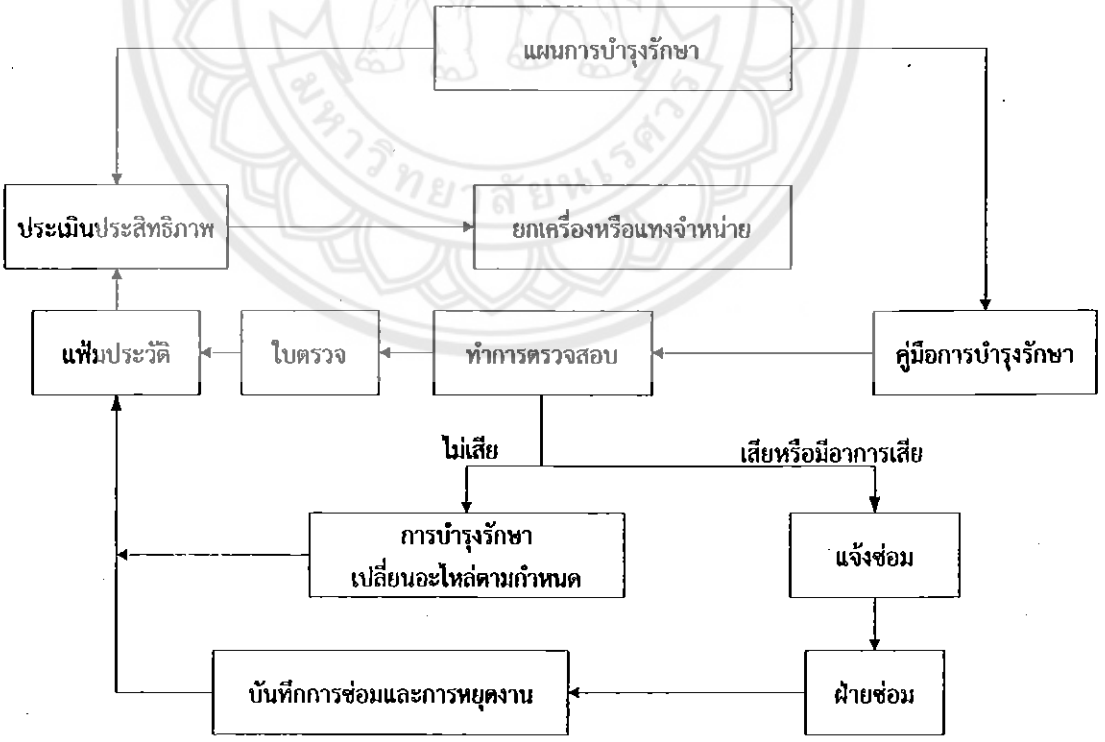
ค. งานระบบน้ำ ระบบควบคุมฝุ่น

ง. อุปกรณ์สำนักงาน

จ. ห้องน้ำและสิ่งอำนวยความสะดวก

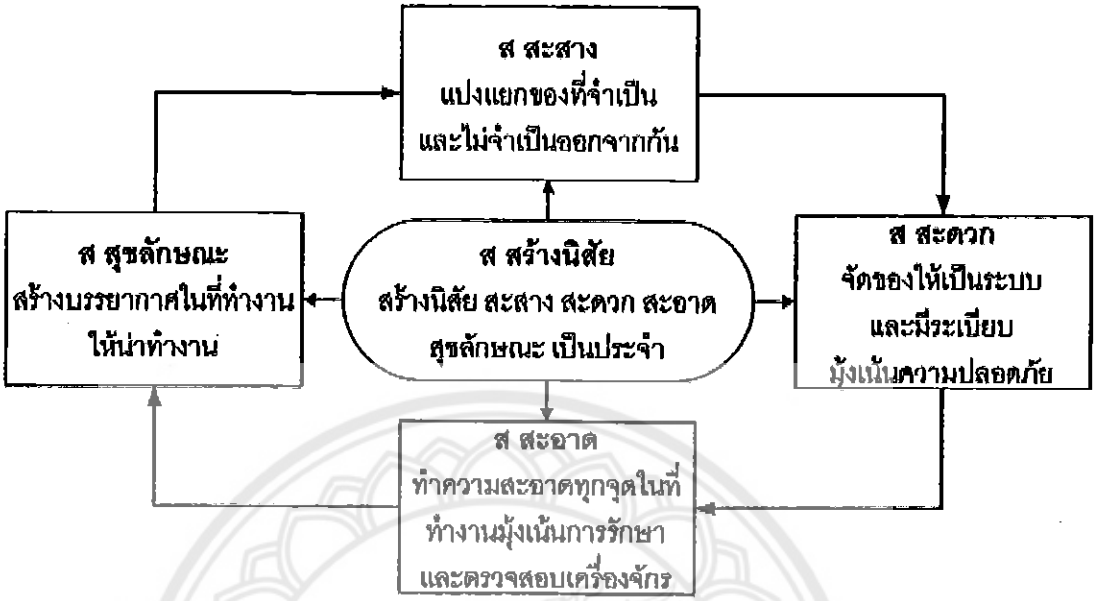


รูปที่ 2.3 แสดงประเภทของการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน PM
ที่มา: พลูพร แสงบางปลา, 2537



รูปที่ 2.4 แสดงแผนการบำรุงรักษา
ที่มา: พลูพร แสงบางปลา, 2537

2.5 ทฤษฎี 5 ส



รูปที่ 2.5 ความสัมพันธ์กันของทฤษฎี 5 ส

ที่มา: http://www.cco.moph.go.th/bangklah/munal/5s.files/image002.gif

2.5.1 เซริ (SEIRI) หมายถึง สะสาง หรือการแยกแยะให้ชัดเจน ได้แก่ การสำรวจตรวจสอบสิ่งของที่อยู่โดยรอบสถานที่ทำงาน แล้วทำการแยกแยะออกเป็นของที่จำเป็น

2.5.2 เซตง (SEITON) หมายถึง สะดวก หรือการจัดให้เป็นระเบียบ

2.5.3 เซโซ (SEISO) หมายถึง สะอาดหรือการทำความสะอาด ได้แก่ การทำความสะอาดสถานที่ทำงาน

2.5.4 เซเคทซึ (SEIKETTSU) หมายถึง สุขลักษณะ การดูแลรักษาสถานที่ทำงานให้มีความสะอาด เพื่อสุขภาพอนามัยและมีความปลอดภัยอยู่เสมอ

2.5.5 ชิทสึเกะ(SHISUKE) หมายถึง สร้างนิสัย และ การรักษาระเบียบวินัย การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานในด้านการผลิตและการบริการที่มีพื้นฐานจากการจัดกิจกรรม 5ส และพัฒนาไปสู่ระบบการบริหารงานคุณภาพให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะให้ความสำคัญต่อการจัดกิจกรรม 5ส ก่อนการดำเนินกิจกรรมในระบบคุณภาพอื่นๆ

2.6 แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram)

แผนผังก้างปลา เป็นแผนผังที่ใช้แสดงความสัมพันธ์อย่างเป็นระบบระหว่างสาเหตุหลายๆ สาเหตุที่เป็นไปได้ที่ส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาหนึ่งปัญหา

2.6.1 วิธีการสร้างแผนผังสาเหตุและผลหรือผังก้างปลา

สิ่งสำคัญในการสร้างแผนผัง คือ ต้องทำเป็นทีมเป็นกลุ่ม โดยใช้ขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

2.6.1.1 กำหนดประโยคปัญหาที่หัวปลา

2.6.1.2 กำหนดกลุ่มปัจจัยที่จะทำให้เกิดปัญหานั้น ๆ

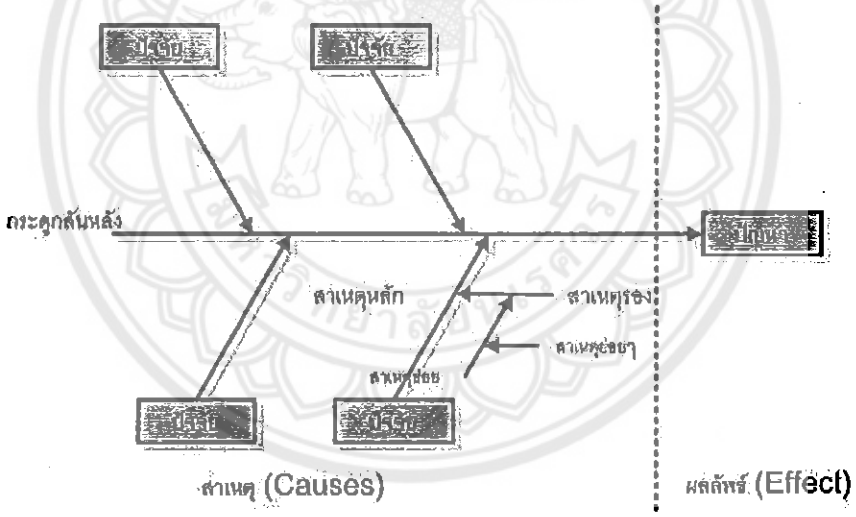
2.6.1.3 ระดมสมองเพื่อหาสาเหตุในแต่ละปัจจัย

2.6.1.4 หาสาเหตุหลักของปัญหา

2.6.1.5 จัดลำดับความสำคัญของสาเหตุ

2.6.1.6 ใช้แนวทางการปรับปรุงที่จำเป็น

2.6.2 โครงสร้างของแผนผังก้างปลา



รูปที่ 2.6 โครงสร้างของแผนผังก้างปลา

ที่มา: http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/fishbonemm.htm

2.6.3 ผังก้างปลาประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในดังรูปที่ 2.6 มีรายละเอียดต่อไปนี้

2.6.3.1 ส่วนปัญหาหรือผลลัพธ์ (Problem or Effect) ซึ่งจะแสดงอยู่ที่หัวปลา

2.6.3.2 ส่วนสาเหตุ (Causes) จะสามารถแยกย่อยออกได้อีกเป็น

ก. ปัจจัย (Factors) ที่ส่งผลกระทบต่อปัญหา (หัวปลา)

ข. สาเหตุหลัก

ค. สาเหตุย่อย

ซึ่งสาเหตุของปัญหาจะเขียนไว้ในก้างปลาแต่ละก้าง ก้างย่อยเป็นสาเหตุของก้างรอง และก้างรองเป็นสาเหตุของก้างหลัก เป็นต้น

2.7 แผนการบำรุงรักษาคืออะไร

การจะทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานให้สภาพปกติอยู่เสมอนั้น จำเป็นต้องมีกิจกรรมการบำรุงรักษา เช่น การซ่อมแซมเครื่องจักรอุปกรณ์ การเปลี่ยนชิ้นส่วน การจัดเตรียมชิ้นส่วนให้พร้อม

กิจกรรมการบำรุงรักษานี้ กระทำขึ้นจากแผนการซ่อม แผนการเปลี่ยนชิ้นส่วนและแผนการซื้ออุปกรณ์ ซึ่งมีพื้นฐานจากการตรวจและการตรวจซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์ และมาตรฐานการบำรุงรักษาแต่ละแบบ

แผนทั้งหมดเป็นหลักการกิจกรรมการบำรุงรักษานี้ เรียกว่า แผนการบำรุงรักษา ดังแสดงในรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 แผนการบำรุงรักษา

ที่มา: พลูพร แสงบางปลา.การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา, 2545.

2.7.1 หลักของแผนการบำรุงรักษา

2.7.1.1 ชิ้นส่วนเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดต้องได้รับการดูแลรักษา

2.7.1.2 แม้จะไม่ใช่แผนที่ดีที่สุดตั้งแต่แรกก็ควรวางแผนให้สอดคล้องกับเทคนิค ความสามารถ(ประสบการณ์และไหวพริบ) ของพนักงานบำรุงรักษา

2.7.1.3 ติดตามผลการปฏิบัติ (สภาพขณะนั้น) ที่มาจากแผนและตรวจสอบและแก้ไขแผนจากผลที่ได้นั้น

ก. Cycle สั้นเกินไป ความผิดปกติแทบไม่มียืด Cycle

ข. Cycle ยาวเกินไป มีปัญหามาก ปรับปรุงแก้ไข Cycle ให้สั้น (ทั้งแบบวัสดุรูปร่างขนาดและอื่นๆ)

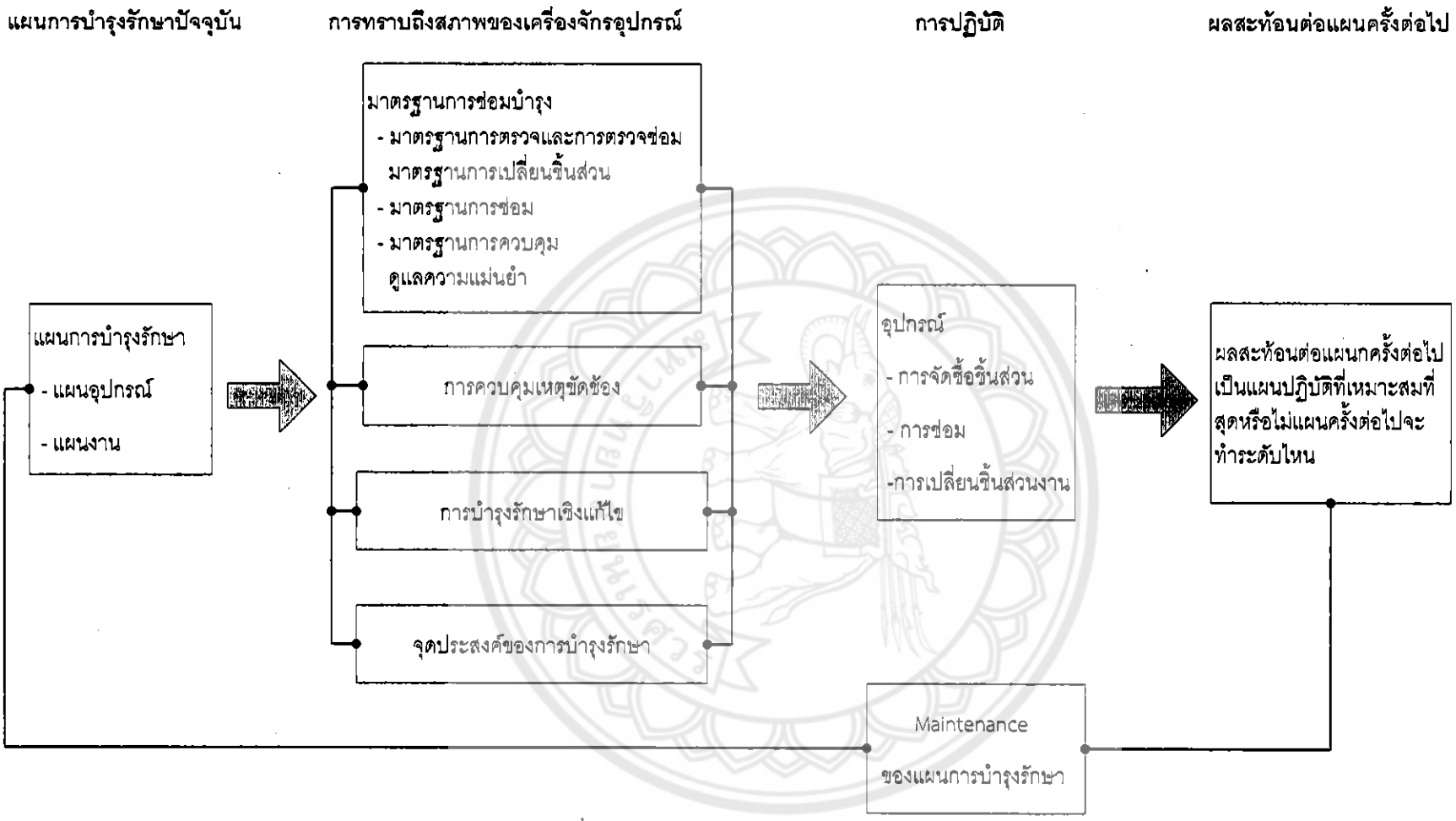
ค. การทำ Cycle ให้สั้นเป็นวิธีสุดท้ายที่หาทางอื่นไม่ได้แล้ว

2.8 ความจำเป็นของแผนการบำรุงรักษา

ทุกสิ่งทุกอย่างจำเป็นต้องมีการวางแผนเพื่อควบคุมดูแล ดังเช่น ตารางเวลารถไฟ ถ้าแต่ละคนทำงานตามใจชอบ รถไฟจะมาถึงเมื่อไหร่ก็ไม่ทราบ อุบัติเหตุอาจจะเกิดขึ้น อัตราการหมุนเวียนของรถไฟจะเลวลง ทำให้เกิดความขาดแคลนเกิดความเสียหายมากขึ้น

ในด้านกิจกรรมบำรุงรักษาสำหรับวงการวิสาหกิจก็เช่นเดียวกันแผนการบำรุงรักษาถูกกำหนดขึ้นโดยมีจุดประสงค์เพื่อ ป้องกันความเสียของเครื่องจักร

มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2.8 โครงสร้างแผนการบำรุงรักษา

ที่มา: พลูพร แสงบางปลา.การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา, 2545

จากรูปที่ 2.8 แผนการบำรุงรักษานั้นหวังถึงแผนที่ดีที่สุดตั้งแต่แรกนั้นไม่ได้ และในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มผลผลิตและการบำรุงรักษาเชิงแก้ไขจำเป็นจะต้องมีความยืดหยุ่น

ดังนั้นต้องจัดข้อมูลให้ได้จริงที่สำคัญให้เป็นระเบียบเพื่อใช้เป็นข้อมูลการบำรุงรักษา พร้อมกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และมีความจำเป็นที่จะต้องจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดในหน่วยงานที่รับผิดชอบ และกับหน่วยงานบำรุงรักษาที่คล้าย ๆ กัน โดยวางจุดหมายไว้ ประมาณ 1 ครั้ง ใน 1 ปี โดยเฉพาะช่วงเวลา Cycle ที่ผู้บำรุงรักษากำหนดขึ้นมักจะทำอย่างปลอดภัย (ทำบ่อยๆ) เมื่อมีการส่งเสริมยกระดับด้านเทคนิคและทักษะของพนักงานก็จะสามารถยืด Cycle ออกไปได้ (ซึ่งเป็นการท้าทายต่ออายุการใช้งานขั้นวิกฤตของเครื่องจักรอุปกรณ์)

แผนการบำรุงรักษาคือ สิ่งที่เป็นพื้นฐานที่ทำให้กิจกรรมการผลิต ดำเนินไปด้วยดีโดยติดตามสภาพเครื่องจักรอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ ซึ่งจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่าย การบำรุงรักษา บุคลากร (บำรุงรักษา ซ่อม) วัสดุ (ชิ้นส่วนของสึกหรอ) เข้ากับเครื่องจักรอุปกรณ์และทำแผนการกิจกรรมบำรุงรักษา วางมาตรฐานและเพิ่มประสิทธิภาพ ความดีและไม่ดีของแผนการบำรุงรักษาจะเป็นสิ่งกำหนดระดับของกิจกรรมการบำรุงรักษา

การประเมินผลระดับของกิจกรรมการบำรุงรักษา

2.8.1 เวลาเครื่องเสียนานเท่าไหร่

2.8.2 ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเท่าไร

2.8.3 แผนการซ่อม (สัปดาห์ เดือน ปี) และช่างซ่อมมีเท่าไร

2.8.4 วัสดุสำรอง (ของในสต็อก) เก็บอย่างไรและมีจำนวนเท่าไร

2.8.5 จำนวนผลิต ระดับคุณภาพ เป็นอย่างไร

2.8.6 ระดับการวางมาตรฐานของงานบำรุงรักษาเป็นอย่างไร

2.8.7 ระดับมาตรการความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างไร

2.9 การวางแผนการบำรุงรักษา

การวางแผนงาน คือ การวางแผนงานนั้นเป็นความพยายามที่จะให้ได้มาซึ่งแผน (Plan) และแผนการดำเนินงาน (Procedure) เพื่อให้เป็นแนวทางที่จะดำเนินการหรือดำเนินธุรกิจใด ๆ ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ดังนั้นในการวางแผนจะต้องประกอบด้วยแผนและแผนการดำเนินงาน

2.9.1 แผน คือ

กระบวนการหรือขั้นตอนที่จะใช้ในการบริหารงาน หรือดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายและนโยบายที่ได้วางไว้ จะต้องคิดหรือทำให้เกิดขึ้นก่อนจะดำเนินการหรือธุรกิจใด ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิชาการ หรือวิจารณญาณในการวิเคราะห์ถึงเหตุการณ์ในอนาคต แผนที่ดีและมีประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายที่ชัดเจนและเป็นไปได้สูง

2.9.2 ขั้นตอนการทำตามแผนในการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ

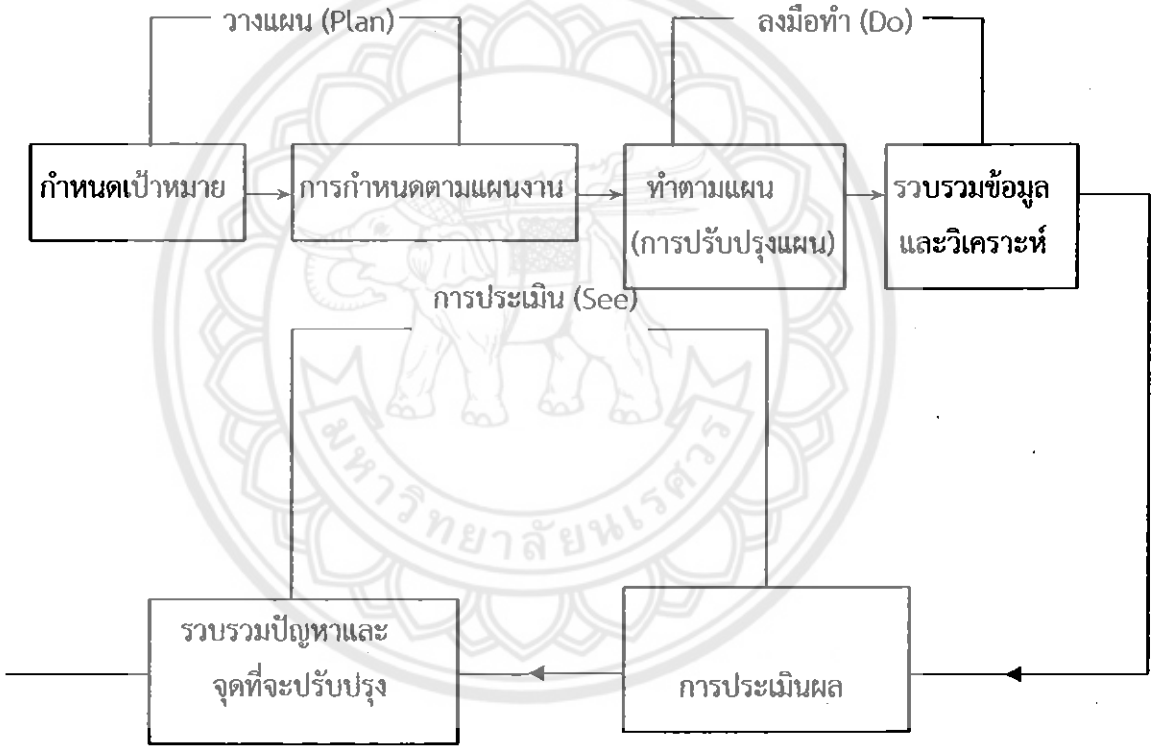
2.9.2.1 ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

2.9.2.2 การลงมือทำหรือปฏิบัติตามแผน (Do)

2.9.2.3 ขั้นตอนการประเมินผลการดำเนินงาน (See)

โดยรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางของการปรับปรุงแก้ไขโดยป้อนกลับไปใหม่

ขั้นตอนทั้งสามนี้เรียกว่า Plan-Do-See อันเป็นหลักครบวงจรในการดำเนินกิจกรรมหรือทำธุรกิจดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แผนภาพ Plan-Do-See

ที่มา: พลูพร แสงบางปลา.การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา, 2545.

จากรูปที่ 2.9 ขั้นตอนแรก คือ การวางแผน (Plan) ถึงรายละเอียดของการกำหนดเป้าหมายและกำหนดแผนงาน

จากแผนภาพจะเห็นได้ว่าในขั้นตอนของการวางแผนงาน มีส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ กำหนดเป้าหมายและกำหนดแผนงานทุกอย่างจะเริ่มที่วัตถุประสงค์และเป้าหมาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายที่กำหนดไว้ต้องแสดงออกให้เห็นจุดหมายที่ชัดเจนของกิจกรรมที่กระทำและขณะเดียวกันจะต้องระบุหรือกำหนดถึงผลงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้นด้วยเหตุที่วัตถุประสงค์และเป้าหมายมีความสำคัญอย่างยิ่งและจะต้องเป็นตัวที่กำหนดให้เสร็จก่อนที่จะดำเนินขั้นต่อไป ฉะนั้นต้องเขียนวัตถุประสงค์ให้ชัดเจน การกำหนดเป้าหมายหรือวัตถุประสงค์อาจทำได้ 2 ทาง

1. เป็นเป้าหมายที่กำหนดจากผู้บริหารชั้นสูง เช่น จากกรรมการบริหารของบริษัท ผู้จัดการบริษัท ผู้จัดการโรงงาน ฯลฯ โดยผู้บริหารระดับสูงมอบหมายให้วางแผนงานโดยกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์มาให้

2. ผู้วางแผนต้องกำหนดวัตถุประสงค์เอง ในกรณีเช่นนี้การกำหนดวัตถุประสงค์จะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมของสถานการณ์หรืออาจเป็นการกำหนดวัตถุประสงค์เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่สอง คือ ลงมือทำ (Do) จะถึงรายละเอียดของการทำตามแผน (การปรับปรุงแผน) รวมถึงการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ เมื่อวางแผนสำเร็จแล้วต่อไปคือ ทำตามแผนที่กำหนดไว้มีการรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ถึงสิ่งที่ได้ปฏิบัติลงไป

ขั้นตอนที่สาม คือ การประเมิน (See) ประกอบด้วยการประเมินผลและการรวบรวมปัญหาและจุดที่จะปรับปรุง

2.10 มาตรฐานการบำรุงรักษา

การวางแผนการบำรุงรักษาและการปฏิบัตินั้น พิจารณาได้จากการตรวจสอบและการตรวจซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์และมาตรฐานการบำรุงรักษาทุกชนิด

ดังนั้น แผนการตรวจ การตรวจซ่อมและมาตรฐานเปลี่ยนชิ้นส่วน จึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญควบคู่กันไปกับแผนการบำรุงรักษา

2.10.1 แผนการตรวจ การตรวจซ่อม

ในแผนการบำรุงรักษา แม้แต่รูปแบบการบำรุงรักษาแบบ PM ก็ไม่แน่นอนเสมอไปว่าจะไม่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นก่อน Cycle ส่วนการบำรุงรักษาแบบที่มีแผนการบำรุงรักษาอยู่ยังจำเป็นต้องกำหนดเวลาปฏิบัติการให้แน่ชัดโดยการตรวจสอบและติดตามสภาพการเสื่อมชำรุดไปพร้อมกัน

ดังนั้นแผนการบำรุงรักษาจึงเป็นรากฐานสำคัญของกิจกรรมการบำรุงรักษา แต่ถ้าไม่สามารถตัดตอมข้อมูลการบำรุงรักษาอย่างแน่นอนโดยการตรวจ การตรวจซ่อมเพื่อนำไปทบทวนแผนการบำรุงรักษาได้แล้ว ก็ไม่สามารถวางแผนการบำรุงรักษาที่ดีได้

2.10.1.1 เรื่องสำคัญสำหรับแผนการตรวจหาการตรวจสอบสภาพคือ

ก. มีการกำหนดวิธีการตรวจ การตรวจซ่อม

ข. สามารถรับทราบถึงการเสื่อมสภาพเชิงประมาณและคาดคะเนการเสื่อมสภาพในอนาคตได้

ค. มีมาตรฐานการควบคุมดูแลความละเอียดมาตรฐาน การเปลี่ยนชิ้นส่วนเพื่อสามารถพิจารณาดำเนินการได้ง่าย

2.10.1.2 จะทราบอะไรจากการตรวจและการตรวจซ่อม (ต้องมีจุดมุ่งหมาย)

ก. อะไรจะสามารถรับประกันได้ถึงไหน

ข. ต่อไปเมื่อไรจำเป็นต้องมีมาตรการอะไร

ค. จะดูการเสื่อมสภาพจากการทำงาน หรือการเสื่อมสภาพผิดปกติ

ง. การตรวจเชิงแก้ไขปรับปรุง จะให้ผลดีกว่าการตรวจแบบบ่อย ๆ

จ. เน้นการดูแลตรวจสอบจุดที่สำคัญ

ฉ. เปลี่ยนจากการควบคุมดูแลเชิงคุณภาพมาเป็นการควบคุมดูแลเชิงประมาณ

2.10.2 การกำหนดจุดตรวจสอบในมาตรฐานการบำรุงรักษา

เพื่อโยงผลการตรวจสอบและการตรวจซ่อมเข้ากับแผนการบำรุงรักษา จำเป็นต้องมีการกำหนดจุดตรวจสอบในมาตรฐานการบำรุงรักษา เพื่อบ่งชี้ตำแหน่งในการบำรุงรักษาได้ ซึ่งจุดตรวจสอบนั้นสามารถพิจารณาเป็นระบบต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเครื่องจักร

2.11 รายละเอียดของตารางแผนการบำรุงรักษา (ใบตรวจสอบ)

2.11.1 ตารางแผนการบำรุงรักษา คือ การจำลองกิจกรรมการบำรุงรักษาบนโต๊ะทำงาน โดยคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้

2.11.1.1 สามารถตรวจสอบแผนในอนาคตได้โดยใช้ข้อมูลจากอดีต

2.11.1.2 ข้อมูลในอดีต จะเขียนบนตารางแผนงาน

2.11.1.3 สามารถเปรียบเทียบกับแผนเครื่องจักรอุปกรณ์อื่น ๆ ได้ง่าย

2.11.1.4 ไม่ใช่จัดแต่เพียงกำหนดการผลลัพธ์เท่านั้นต้องบันทึกเรื่องสำคัญไว้ด้วย

2.11.1.5 แผนอุปกรณ์ให้ทำแบบแยกตามส่วน แผนงานให้ทำแบบแยกตามเครื่องจักรอุปกรณ์

2.11.2 ข้อความหลักที่ต้องบันทึกลงในตารางการบำรุงรักษากรณีทำแผนบำรุงรักษาเพื่อให้เป็นหลักฐาน แผนมาตรฐาน ข้อความที่จำเป็นมีดังนี้

2.11.2.1 แผนอุปกรณ์

ชื่อชิ้นส่วน จำนวนอุปกรณ์ Cycle หลักค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ราคาต่อชิ้นระยะเวลาจัดหาจำนวน สต๊อกต่ำสุดค่าวิกฤตในการใช้

2.11.2.2 แผนงาน

ชื่องาน Cycle หลักจำนวนงานราคาต่อหน่วย เลขที่ Spec.

2.12 ชนิดของแผนการบำรุงรักษา

2.12.1 การแบ่งตามระยะเวลา

2.12.1.1 แผนการบำรุงรักษาระยะยาวและรายปี

วางแผนการบำรุงรักษาระยะยาวของเครื่องจักรอุปกรณ์ (โดยมีการประสานแผนการผลิต แผนเครื่องจักรอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายบำรุงรักษา)

2.12.1.2 แผนการบำรุงรักษารายคาบสี่เดือน (ครึ่งปี)

วางแผนปฏิบัติการบำรุงรักษาตามแนวของการบำรุงรักษารายปี (กำหนดวัน เดือน ของการซื้ออุปกรณ์และการซ่อม)

2.12.1.3 แผนการบำรุงรักษารายเดือน

ดูผลสะท้อนที่ได้จากการตรวจซ่อมของแผนปฏิบัติตามการบำรุงรักษา (สภาพของจำนวนช่างซ่อม การจัดหาอะไหล่ เป็นต้น)

2.12.1.4 แผนงานรายสัปดาห์

ควบคุมดูแลความก้าวหน้าของแผนปฏิบัติการ

2.12.1.5 แผนงานพิเศษ

เป็นแผนงานขนาดใหญ่ ซึ่งต้องวางแผนประจำวันเป็นพิเศษเช่นเดียวกันกับการซ่อมประจำวัน การซ่อมใหญ่

2.12.2 การแบ่งตามลักษณะเฉพาะ

2.12.2.1 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะระบบโรงงาน (ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะเครื่องจักรอุปกรณ์พิเศษ) เนื่องจากเป็นการทำแผนการบำรุงรักษาตามแต่ละงาน (แต่ละเครื่องจักรอุปกรณ์โดยแบ่งโรงงานเป็นภายเตาอบ รีดหยาบ รีดขั้นสุดท้าย ขัดเกลา ดังนั้นตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะของผู้รับผิดชอบ จึงเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางทั่วไป)

2.12.2.2 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะชนิดของเครื่องจักรอุปกรณ์ นิยมใช้สำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกัน เช่น เครน คอมเพรสเซอร์ และระบบท่อทางสามารถวางแผนการบำรุงรักษาเป็นระบบตามกลุ่มชนิดของเครื่องจักรอุปกรณ์ได้

2.12.2.3 ตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะวัสดุเป็นตารางแผนการบำรุงรักษาเฉพาะวัสดุ (เฉพาะชิ้นส่วน) เช่น ลวดสลิง โดยทั่วไปเป็นตารางแผนการบำรุงรักษาของวัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้แทนกันได้

2.12.2.4 ตารางแผนการบำรุงรักษาอุปกรณ์พิเศษเนื่องจากทำรวมถึงการควบคุมดูแลประวัติของแต่ละอุปกรณ์โดยทั่วไปนิยมใช้ในแผนการบำรุงรักษาของอะไหล่สำคัญที่ซ่อมแซมใหม่ได้

2.13 การประเมินผลของแผนการบำรุงรักษา (แผนการบำรุงรักษาที่ดีคืออะไร)

2.13.1 โดยพื้นฐานแล้ว แผนการบำรุงรักษาที่ดีคือ

2.13.1.1 สามารถรักษาสมรรถนะของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้เป็นปกติ

2.13.1.2 อยู่ในระดับที่ประหยัดเสมอ

2.13.1.3 ใช้ประโยชน์จากบทเรียนของเหตุขัดข้องให้มาก โดยให้มีผลสะท้อนถึงเรื่องคล้าย ๆ กัน

2.13.1.4 ทำมาตรฐานการบำรุงรักษาให้สมบูรณ์ และให้เป็นความสัมพันธ์กับแผนการบำรุงรักษาได้ชัดเจน

2.13.1.5 การบำรุงรักษาทำได้เพียงพอ

2.13.2 เมื่อมองจากการปฏิบัติงานบำรุงรักษา แผนการบำรุงรักษาที่ดีนั้นกล่าวได้โดยรูปธรรมแล้วคืออะไร

2.13.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการผลิตกับแผนการบำรุงรักษาจะต้องเห็นได้ชัดเจน

2.13.2.2 งานบำรุงรักษาได้สัดส่วนกันดี สามารถดำเนินการได้อย่างมีแบบแผน

2.13.2.3 จำนวนโหลดและลักษณะการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์สามารถทราบได้ชัดเจน

2.13.2.4 มีการกำหนดรูปแบบการบำรุงรักษาไว้

2.13.2.5 บันทึกการบำรุงรักษาของการตรวจ การตรวจซ่อมได้รับการจัดระเบียบอย่างแน่นอนและต่อเนื่อง และป้อนกลับไปให้กับแผนการบำรุงรักษาตลอดเวลา

2.13.2.6 การเสียแบบเดียวกัน จะไม่เกิดขึ้นซ้ำอีก

2.13.2.7 การแก้ไขปรับปรุงจะมีเข้ามาอยู่เสมอ

2.13.2.8 การควบคุมดูแลอะไหล่ทำได้อย่างถูกต้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีระบบดูแลชิ้นส่วนที่ออกมา

2.13.2.9 ปริมาณงานถูกเฉลี่ยออกไปทำให้มีความสม่ำเสมอ

2.14 การปรับแผนการบำรุงรักษา

ตามที่ได้กล่าวมาแล้วแผนการบำรุงรักษานั้นหวังถึงแผนที่ดีที่สุดตั้งแต่แรกนั้นไม่ได้ และในการรับมือกับความเปลี่ยนแปลงของการเพิ่มผลผลิตและการบำรุงรักษาเชิงแก้ไข จำเป็นจะต้องมีความยืดหยุ่น

ดังนั้นต้องจัด ข้อมูลที่ได้จริง ที่สำคัญให้เป็นระเบียบเพื่อใช้เป็นข้อมูลการบำรุงรักษา พร้อมกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และมีความจำเป็นจะต้องจัดให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในหน่วยงานที่รับผิดชอบ และหน่วยงานบำรุงรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ที่คล้ายๆ กันโดยวางจุดหมายไว้ ประมาณ 1 ครั้ง ใน 1 ปี

โดยเฉพาะช่วงเวลา Cycle ที่ผู้บำรุงรักษากำหนดขึ้น มักจะทำอย่างปลอดภัย (ทำบ่อยๆ) เมื่อมีการส่งเสริมยกระดับด้านเทคนิคและทักษะของพนักงานก็จะสามารถยืด Cycle ออกไปได้ (ซึ่งเป็นการท้าทายต่ออายุการใช้งานขั้นวิกฤตของเครื่องจักรอุปกรณ์)

2.15 การตรวจวัดและวิเคราะห์ระบบอัดอากาศ

เพื่อที่จะให้เกิดการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศที่มีอยู่ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการตรวจสอบพลังงาน การสำรวจและวิเคราะห์ทำให้สามารถแยกแยะการสูญเสีย ตลอดจนหาวิธีการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบได้

กรรมวิธีในการตรวจสอบสำหรับระบบอัดอากาศ มีดังนี้

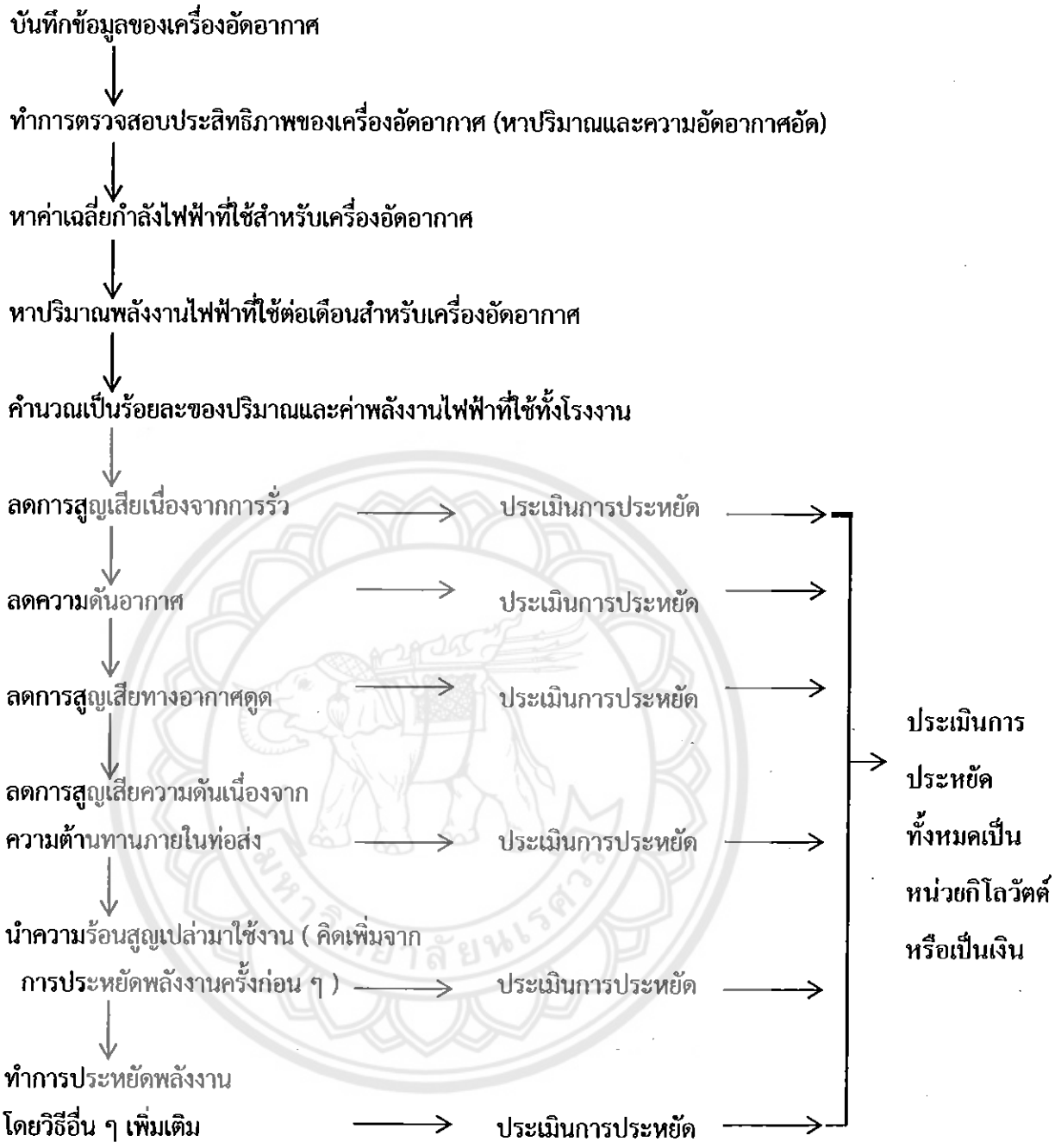
2.15.1 คำนวณหรือวัดปริมาณพลังงานที่ใช้

2.15.2 คำนวณหาค่าราคาของพลังงานในการผลิตอากาศอัด

2.15.3 สำรวจระบบอัดอากาศเพื่อหาพลังงานที่สูญเสีย

2.15.4 จำแนกแยกแยะวิธีการที่จะสามารถก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานการเลือกวิธีการที่เหมาะสมและถูกต้องจะทำให้ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2.10 แสดงขั้นตอนวิธีการตรวจสอบพลังงานของระบบอัดอากาศ

ที่มา: จิรศักดิ์ บุญรอด.คู่มือประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ, 2533.

155154l5
ว/ร.
ร463ป
2553

2.16 การวัดปริมาณการใช้พลังงาน

การวัดปริมาณพลังงานที่ใช้ในระบบการอัดอากาศจะทำให้เห็นความสำคัญที่เกี่ยวเนื่องกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด และเป็นจุดเริ่มต้นหรือเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับใช้ในการคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ ปริมาณไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้าใช้ไปเรียกเป็นหน่วยยูนิต หรือกิโลวัตต์ ชั่งโมง เป็นผลคูณของกิโลวัตต์ที่ใช้ไปกับระยะเวลาเป็นชั่งโมงการใช้

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = ความต้องการกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ × จำนวนชั่งโมงที่ใช้ (2.1)

ค่ายูนิตไฟฟ้า(kWh) = (kW) × (Hours)

การวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบอัดอากาศ กระทำได้ 3 วิธี ดังต่อไปนี้

2.16.1 การวัดโดยตรง

การติดตั้งเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบถาวรหรือแบบชั่วคราวจะทำให้สามารถทราบปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในระบบอัดอากาศอย่างถูกต้อง โดยในการวัดต้องวัดหลาย ๆ ชั่วโมงหรือทั้งวันเพื่อหาค่าเฉลี่ยการวัดในช่วงระยะเวลาหนึ่งจะสามารถใช้เป็นฐานเทียบหาการใช้พลังงานตลอดทั้งเดือนได้ หรือถ้าเป็นเครื่องวัดและวิเคราะห์พลังงานก็จะสามารถหาค่าเฉลี่ยพลังงานของระบบอัดอากาศและสามารถหาปริมาณพลังงานที่ใช้ตลอดทั้งเดือนได้โดยคูณค่าเฉลี่ยของพลังงานที่ใช้กับชั่วโมงการทำงานตลอดเดือน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าตลอดเดือน = ค่าเฉลี่ยการใช้พลังงาน × ชั่งโมงการทำงานตลอดเดือน (2.2)

(kWh) (kW) × (h)

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการวัดโดยวิธีนี้ก็ คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในระบบอัดอากาศ ณ เวลาใดเวลาหนึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามความต้องการของอากาศอัด ดังนั้นในขณะที่วัดหาคอมเพรสเซอร์ทำงานโดยมีภาระอย่างไม่สม่ำเสมอแล้ว ค่าที่วัดได้จะยังไม่ถูกต้องเที่ยงตรงเหมือนกับที่วัดได้จากเครื่องวัดพลังงาน

2.16.2 การประเมินพลังงานโดยใช้มิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้ารวมของโรงงาน

วิธีนี้จะมีความแม่นยำน้อยกว่าการติดตั้งมิเตอร์วัดโดยตรง ยกเว้นว่า ภาวะกระแสไฟฟ้าของโรงงานจะคงที่ และการตรวจวัดโดยวิธีนี้จะต้องดำเนินการในขณะที่การปฏิบัติงานและการใช้อากาศอัดของโรงงานอยู่ในภาวะปกติ โดยปฏิบัติดังนี้

2.16.2.1 ต้องมั่นใจว่าภาวการณ์ใช้กระแสไฟฟ้าในโรงงานจะคงที่

2.16.2.2 ปิดสวิตช์ไฟเครื่องอัดอากาศอากาศอัดที่ใช้ในโรงงานนี้ต้องอาศัยอากาศอัดที่อัดเต็มถังเก็บไว้ล่วงหน้า จากนั้นอ่านค่าตัวเลขบนมิเตอร์ไฟฟ้าแล้วบันทึกค่าไว้

2.16.2.3 หลังจากนั้นอีก 15 นาที อ่านค่ามิเตอร์บันทึกจำนวนหน่วยไฟฟ้าของโรงงานอีกครั้งหาผลต่างของค่าที่อ่านได้ทั้งสองครั้งแล้วคูณด้วย 4 จะเป็นหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงถ้าหากค่าบนมิเตอร์ที่อ่านได้ต้องคูณด้วยตัวคูณคงที่เฉพาะมิเตอร์ก็ให้คูณด้วยผลลัพธ์จะเป็นการใช้กระแสไฟฟ้าในขณะหยุดเครื่องอัดอากาศ

2.16.2.4 เดินเครื่องอัดอากาศรอเวลาสักครู่ให้เครื่องอัดอากาศอัดอากาศในถังเก็บให้ได้ความดันตามที่ต้องการ จากนั้นบันทึกตัวเลขมิเตอร์ไว้

2.16.2.5 หลังจากนั้นอีก 15 นาที อ่านและบันทึกค่ามิเตอร์ไฟฟ้าและหาค่าผลต่างจากการอ่านครั้งที่แล้วคูณด้วย 4 จะเป็นหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ต่อชั่วโมงและคูณด้วยค่าคงที่เฉพาะมิเตอร์ผลลัพธ์จะเป็นค่าการใช้กระแสไฟฟ้าในขณะที่เดินเครื่องอัดอากาศ

2.16.2.6 ผลต่างของหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ทั้งสองครั้งจะเป็นค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับการเดินเครื่องอัดอากาศอย่างเดียว

ถ้าการหยุดเครื่องอัดอากาศเป็นเวลา 15 นาที ไม่สะดวกต่อการทำงานของโรงงานอาจจะใช้เวลาเพียง 2 นาที แต่ความแน่นอนจะน้อยลง การอ่านค่าบนมิเตอร์จากตัวเลขต่างกันอาจจะลำบากก็ต้องใช้วิธีนับรอบของเครื่องวัดที่หมุนเมื่อมีกระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งมิเตอร์แต่ละตัวจะบอกค่าบนแผ่นป้ายของเครื่องว่าเป็นจานหมุนกี่รอบต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

วิธีการหาค่าโดยการจับเวลาเป็นวินาที สำหรับให้จานหมุนไป N รอบ ค่ากิโลวัตต์ในขณะนั้นคิดเป็นต่อชั่วโมง

$$\text{ปริมาณพลังงานไฟฟ้า} = \frac{N}{\text{จำนวนวินาทีที่หมุนได้ N รอบ}} \times \frac{3,600}{\text{จำนวนรอบต่อหนึ่งกิโลวัตต์/ชั่วโมง}} \quad (2.3)$$

ค่ากิโลวัตต์ที่คำนวณได้จากสูตรนี้ เมื่อคูณด้วยจำนวนชั่วโมงของการทำงานของเครื่องอัด-อากาศใน 1 เดือน ก็จะได้จำนวนกิโลวัตต์/ชั่วโมง ที่ใช้ต่อเดือน

2.16.3 ประเมินพลังงานที่ใช้จากแผ่นป้ายของเครื่อง

ถ้าการหยุดเครื่องอัดอากาศกระทำไม่ได้ และการติดตั้งมิเตอร์เพื่อทำการวัดก็ทำไม่ได้แล้วการหาค่าพลังงานที่ใช้ไปอาจจะต้องประเมินจากรายระเอียดบนแผ่นป้ายของเครื่องดังนี้

2.16.1 รวบรวมกิโลวัตต์ของเครื่องอัดอากาศที่ใช้งานทั้งหมด

2.16.2 คูณผลรวมของกิโลวัตต์ของเครื่องอัดอากาศทั้งหมดด้วยชั่วโมงทำงานของเครื่องอัดอากาศที่ใช้ต่อเดือน

2.16.3 ผลคูณกิโลวัตต์ ชั่วโมงที่ได้นี้ คูณด้วยตัวประกอบภาระ ซึ่งได้คำนวณมาจากอัตราส่วนการใช้งานจริงต่อการใช้งานเต็ม โดยทั่ว ๆ ไป ผลคูณก็จะเป็นค่าพลังงานที่ใช้สำหรับการอัดอากาศโดยเฉลี่ยต่อเดือน

วิธีการนี้จะไม่ถูกต้องมากนักเหมือนแบบวัดโดยตรงและจะผิดพลาดมากถ้าหากเราใช้ค่าตัวประกอบภาระ ไม่ถูกต้อง และหากแผ่นป้ายของเครื่องอัดอากาศบอกข้อมูลเหล่านี้ เช่น

ก. กระแสไฟฟ้าในขณะรับภาระเต็มที่

ข. รอบของเครื่องในขณะรับภาระเต็มที่

โดยการวัด กระแสไฟฟ้าในขณะไร้ภาระ กระแสไฟขณะรับภาระและความเร็วรอบเครื่องอัดอากาศขณะรับภาระ สูตรต่อไปนี้จะใช้หาค่าการใช้งานเป็นร้อยละของมอเตอร์เครื่องอัดอากาศในขณะที่ทำการทดลอง ถ้าค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความเร็วมอเตอร์ที่วัดได้สามารถถือได้ว่าเป็นค่าเฉลี่ยในสภาพการใช้งาน การประเมินด้วยวิธีนี้ก็จะมีความแม่นยำพอสมควร

แต่ทั้งนี้จะใช้วิธีนี้ได้ก็ต่อเมื่อเครื่องอัดอากาศมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องแบบรับภาระบางส่วนและจะต้องไม่เดินเครื่องแบบไร้ภาระ

$$\text{กำลังเฉลี่ยของมอเตอร์ \%} = \frac{2 \times \text{ค่ากระแสในขณะมีภาระ} - \text{ค่ากระแสในขณะไร้ภาระ} \times 100}{2 \times \text{ค่ากระแสภาระเต็มที่ (บนแผ่นป้าย)} - \text{ค่ากระแสในขณะไร้ภาระ}} \quad (2.4)$$

หรือ

$$\text{กำลังเฉลี่ยของมอเตอร์ \%} = \frac{\text{ความเร็วซินโครนัส} - \text{ความเร็วรอบที่วัดได้, RPM} \times 100}{\text{ความเร็วซินโครนัส} - \text{ความเร็วรอบภาระเต็มที่ (บนแผ่นป้าย), RPM}} \quad (2.5)$$

$$\text{ความเร็วซินโครนัส} = \frac{\text{ความถี่ของไฟฟ้าที่ใช้} \times 120}{\text{จำนวนขั้วของมอเตอร์}} \quad (2.6)$$

2.17 การประเมินค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้

ถ้าใช้พลังงานโดยเฉลี่ยต่อชั่วโมงหามาได้แล้ว ก็สามารถประเมินค่าใช้จ่ายได้เมื่อทราบจำนวนชั่วโมงการทำงานต่อเดือนและค่ากระแสไฟฟ้าต่อยูนิต (กิโลวัตต์ - ชั่วโมง) โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\text{Bt Comp.} = KW_{av} \times H \times \frac{\text{Bt Total}}{\text{kWh Total}} \quad (2.7)$$

Bt Comp. = ค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดอากาศต่อเดือน, บาท

KW_{av} = เฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ

H = จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดอากาศต่อเดือน

Bt Total = ค่ากระแสไฟฟ้าตลอดเดือนทั้งโรงงาน, บาท (จากบิลค่ากระแสไฟฟ้า)

kWh Total = ปริมาณพลังงานใช้ตลอดเดือนทั้งโรงงาน, บาท

2.18 การสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหลของอากาศ

จากการเดินสำรวจระบบท่อของเครื่องอัดอากาศโดยทั่ว โดยให้ดูเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้อากาศอัดเป็นการตรวจสอบโดยตรง ซึ่งอาจจะเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดการประหยัดได้มากที่สุดด้วย

ตารางที่ 2.1 แสดงอัตราการรั่วของลมผ่านรูรั่วที่ความดันต่าง ๆ

Air Pressure (bar)	Discharge of Free Air in Litre per second for various Orifice Diameter										
	0.5 mm.	1 mm.	2 mm.	3 mm.	4 mm.	5 mm.	6 mm.	8 mm.	9.5 mm.	10 mm.	12.5 mm.
1	0.08	0.32	1.27	2.86	5.09	7.96	11.46	20.37	28.73	31.83	49.74
2	0.12	0.48	1.91	4.29	7.62	11.91	17.15	30.49	43.00	47.65	74.45
3	0.16	0.63	2.54	5.71	10.15	15.86	22.85	40.61	57.27	63.46	99.15
4	0.20	0.79	3.17	7.13	12.68	19.82	28.54	50.73	71.54	79.27	123.86
5	0.24	0.95	3.80	8.56	15.21	23.77	34.23	60.85	85.81	95.09	148.57
6	0.28	1.11	4.44	9.98	17.74	27.22	39.92	70.97	100.09	110.90	173.28
7	0.32	1.27	5.07	11.40	20.27	31.68	45.62	81.10	114.36	126.71	197.99
8	0.36	1.43	5.07	12.83	22.80	35.63	51.31	91.22	128.63	142.52	222.70
9	0.40	1.58	6.33	14.25	25.33	39.58	57.00	101.34	142.90	158.34	247.40
10	0.44	1.71	6.97	15.67	27.86	43.51	62.69	111.46	157.17	174.15	272.11
11	0.47	2.06	7.60	17.10	30.39	47.49	68.39	121.58	171.44	189.96	296.82
12	0.51	2.06	8.23	18.52	32.92	54.44	74.08	131.70	185.71	205.78	321.53
13	0.55	2.22	8.86	19.94	35.45	55.40	79.77	141.82	199.99	221.59	346.24
14	0.59	2.37	9.50	21.37	37.98	59.35	84.57	151.94	214.26	237.40	370.94
15	0.63	2.53	10.13	22.79	40.51	63.30	91.16	162.06	228.53	253.22	395.65

ที่มา: http://thaiaec.gotdns.com/www2/files/Download/Quick-Reference/Chapter5.pdf

ถ้าหากสามารถวัดปริมาณอากาศรั่วของโรงงานได้อย่างถูกต้องมากขึ้น ก็มีทางเป็นไปได้ที่เราจะหาพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปเนื่องจากอากาศรั่ว ในการตรวจสอบปริมาณอากาศรั่วสามารถกระทำได้ในเวลาที่สะดวกและเหมาะสม เช่น เวลาเลิกงานหรือพักเที่ยงโดยการปิดลิ้นไม่จ่ายอากาศอัดเข้าเครื่องใช้อากาศอัด

2.18.1 การทดสอบหาปริมาณอากาศรั่วจากเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบที่มีระบบควบคุมปิดเปิด

เปิดเครื่องอัดอากาศจนมีความดันถึงระดับที่ตั้งไว้และคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน เริ่มการตรวจโดยเวลาเครื่องอัดอากาศเดินและหยุดในระยะเวลาครึ่งชั่วโมง ถ้าหากเครื่องอัดอากาศเดินไม่ได้หยุดเลยการรั่วนั้นจะมีปริมาณมากและควรจะหาทางซ่อมแซมการรั่วนั้นโดยเร็ว

ปริมาณอากาศรั่วสามารถจะคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$\text{ปริมาณอากาศรั่ว (l/s)} = \frac{\text{ขนาดการผลิตลมของคอมเพรสเซอร์ (l/s)}}{\text{เวลาปิดเครื่อง (s) + เวลาเปิดเครื่อง (s)}} \qquad (2.8)$$

การตรวจวัดควรจะต้องทำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของเวลาในการเดินและหยุด เมื่อคำนวณหาปริมาณอากาศรั่วได้แล้ว ก็สามารถคิดเป็นมูลค่าได้ใช้ตารางที่ 2.1 หรืออาจประเมินเป็นกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปโดยใช้สูตร

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย (kW)} = \frac{\text{ปริมาณอากาศรั่ว (l/s)}}{3} \qquad (2.9)$$

สำหรับโรงงานโดยทั่วไปอาจจะมีการสูญเสียเนื่องจากการรั่วของอากาศอัดถึง 20% ของการผลิตอากาศอัดทั้งโรงงาน ในขณะที่โรงงานที่มีการดูแลอย่างดีอาจจะรั่วไหล 5% อากาศรั่วนี้ราคาแพงมาก การประหยัดจึงจำเป็นและเป็นสิ่งคุ้มค่าต่อการดูแลและซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอ

2.18.2 การตรวจวัดอากาศรั่วจากเครื่องอัดอากาศแบบเกลียวและแบบอื่นๆที่มิได้เดินเครื่อง โดยใช้ระบบควบคุมการปิดเปิด แต่ใช้วิธีการปลดภาระ

เดินเครื่องอากาศจนมีความดันถึงระดับที่ได้ตั้งไว้ หยุดเครื่องปรับอากาศและจับเวลาที่ความดันลดต่ำไป 1 Bar (แต่ความเป็นจริงนั้นอาจจะต้องให้ความดันต่ำกว่า 1 Bar จึงจะสามารถเดินเครื่องใหม่ได้เพื่อการตรวจวัดช่วงหลัง) จากนั้นเดินเครื่องอัดอากาศใหม่จับเวลาที่เครื่องเดินจนความดันเพิ่มขึ้น 1 Bar เท่ากับที่สูญเสียไปตอนแรก แล้วใช้สมการต่อไปนี้หาค่าของปริมาณอากาศที่รั่วไปจากระบบ

$$\text{ปริมาณอากาศรั่ว (l/s)} = \frac{\text{ขนาดการผลิตลมของคอมเพรสเซอร์ (l/s)} \times T_1 \text{ (Sec)}}{T_2 \text{ (Sec)}} \qquad (2.10)$$

โดยที่ T_1 = เวลาที่ใช้สำหรับความดันที่เพิ่มขึ้น 1 Bar (Sec)

T_2 = เวลาที่ใช้สำหรับความดันที่ตกลง 1 Bar (Sec)

ให้ทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย

เมื่อหาปริมาณอากาศที่รั่วไหลได้แล้วสามารถใช้กฎทั่วไป ในการประเมินหากำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอัดอากาศ ดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป (kW)} = \frac{\text{อัตราการรั่วของอากาศ (l/s)}}{3} \qquad (2.11)$$

แต่การประเมินกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไปโดยวิธีนี้อาจจะยังไม่แม่นยำเพียงพอ ถ้าต้องการความแม่นยำถูกต้องมากขึ้นควรทดสอบทั้งในขณะคอมเพรสเซอร์ไร้ภาระและในขณะมีภาระเต็มที่ในกรณีที่คอมเพรสเซอร์ไร้ภาระควรปิดวาล์วระหว่างคอมเพรสเซอร์และถังเก็บอากาศ แล้วทำการวัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ส่วนการทดสอบในขณะที่คอมเพรสเซอร์มีภาระเต็มที่ให้ปล่อยลมออกจากถังเก็บอากาศจำนวนหนึ่ง แล้ววัดกำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ใช้สำหรับเพิ่มแรงดันในถังเก็บอากาศให้สู่ระดับเดิม

2.18.3 วิธีตรวจวัดอากาศรั่วโดยทดสอบความดันตกของระบบ

คำนวณความจุของปริมาตรถังเก็บอากาศ ความจุของท่อประธานส่งอากาศและท่ออ่อนต่าง ๆ สำหรับการคำนวณความจุของท่อประธานและท่ออ่อนจะเป็นเรื่องยุ่งยาก แต่ก็สามารถจะทำได้โดยการรวบรวมความยาวของท่อประธานหรือท่ออ่อนขนาดต่าง ๆ ทั้งหมด แล้วคำนวณปริมาตรภายในของท่อขนาดต่าง ๆ รวมทั้งถังเก็บอากาศ

จากนั้นเดินเครื่องอัดอากาศให้ได้ความดันสูงสุดแล้วหยุดเครื่องอัดอากาศ จับเวลาที่ความดันลดลงในช่วงเวลาประมาณ 5 นาที คำนวณอัตราการรั่วของอากาศโดยใช้สมการ

$$\text{ปริมาณอากาศที่รั่ว (l/s)} = \frac{\text{ปริมาตรรวมของถังเก็บอากาศและท่อ} \times (P_1 \quad P_2)}{\text{ระยะเวลาที่ทดสอบ (S)} \times 105} \qquad (2.12)$$

โดยที่ P_1 & P_2 คือ ความดันเริ่มต้นและสุดท้ายของถังเก็บอากาศ มีหน่วยเป็น kPa

2.19 การลดความดันอากาศอัด

การลดความดันอากาศอัดที่ส่งออกจากเครื่องอัดอากาศ สามารถที่จะประหยัดการใช้พลังงานได้ค่อนข้างมาก ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์ การใช้อากาศอัดของระบบหนึ่งให้ตั้งคำถามตลอดว่า ความดันนี้เป็นความดันต่ำที่สุดที่ต้องการหรือไม่

วิธีการที่ดีที่สุดที่จะตรวจคือ ทำการลดความดันโดยใช้เครื่องปรับความดัน ณ จุดที่ใช้อากาศจนต่ำที่สุดที่จะทำได้โดยไม่เกิดผลเสียต่อการทำงานของเครื่องหรือการผลิต ความดันที่สูงกว่าที่ต้องการเป็นเพียงส่วนสูญเปล่าและความสูญเสียนี้มีมากทีเดียว

หลังจากปรับความดัน ณ จุดใช้งานแล้ว ควรจะปรับความดันเครื่องอัดอากาศให้ต่ำลงด้วยความดันจากเครื่องมักจะควบคุมด้วยสวิตช์ความดัน ซึ่งจะหยุดเครื่องเมื่อความดันสูง และจะเดินเครื่องอีกเมื่อความดันต่ำลงถึงจุดที่ตั้งไว้ ให้ตั้งความดันต่ำของเครื่องอัดอากาศให้สูงกว่าจุดความดันต่ำสุดที่ต้องการใช้งาน และตั้งความดันสูงสุดให้สูงเพียงพอที่ป้องกันเครื่องอัดอากาศไม่ให้เดินหยุดบ่อยจนเกินไป

การลดความดันอากาศลงจะลดความต้องการของพลังงานลงด้วย ความประหยัดที่เกิดขึ้นสามารถดูได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ประมาณการประหยัดจากการลดความดันเครื่องอัดอากาศ*

ภาระเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์ (กิโลวัตต์)	การลดความดันในเครื่องอัดอากาศ							
	50 kPa หรือ 0.5 Bar		100 kPa หรือ 1 Bar		150 kPa หรือ 1.5 Bar		200 kPa หรือ 2 Bar	
	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)
4	320	640	640	1,280	960	1,920	1,280	2,560
7.5	600	1,200	1,200	2,400	1,800	3,600	2,400	4,800
11	875	1,750	1,750	3,500	2,625	5,250	3,500	7,000
15	1,195	2,390	2,390	4,780	3,583	7,166	4,780	9,560
22	1,755	3,510	3,510	7,020	5.265	10,530	7,020	14,040
30	2,390	4,780	4,780	9,560	7,170	14,340	9,560	19,120
37	2,945	5,890	5,890	11,780	8,835	17,670	11,780	23,560
55	4,380	8,760	8,760	17,520	13,140	26,280	17,520	35,040
75	5,975	11,950	11,950	23,900	17,952	35,850	23,900	47,800
110	8,760	17,520	17,520	35,040	26,280	52,560	35,040	70,080
160	12,750	25,500	25,500	51,000	38,250	76,500	51,000	102,000

*การคำนวณการทำงาน 2,000 ชั่วโมงต่อปี เครื่องอัดอากาศความดัน 700 kPa หรือ 7 Bar ค่าไฟฟ้า 2 บาทต่อยูนิต

ที่มา: จิรศักดิ์ บุญรอด.คู่มือประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ, 2533.

2.20 การสูญเสียในระหว่างการอัด

การตรวจดูด้านดูดอากาศเข้าของเครื่องอัดอากาศจะทำให้มีโอกาสป้องกันการสูญเสียที่ไม่จำเป็น และด้วยการติดตั้งระบบท่อเพิ่มเติมอย่างง่ายๆ ก็จะช่วยประหยัดพลังงานได้อย่างมาก

การตรวจใส่กรองอากาศ ถ้าสกปรกมากหรือชำรุดก็เปลี่ยนเสียใหม่ไส้กรองที่สะอาดจะทำให้เครื่องอัดอากาศทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพราะใส่กรองนี้ต้องการแรงดันต่างกันที่ต่ำมากเพื่อทำให้อากาศผ่านไส้กรอง

ท่อสำหรับนำอากาศเข้าเครื่องควรใช้ท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดมากที่สุด สั้นที่สุด และมีผิวภายในท่อเรียบที่สุด ถ้าต้องใช้ข้องอควรเป็นขนาดใหญ่และท่อที่ต่อออกไปควรมีขนาดใหญ่ขึ้น นอกจากนี้บริเวณที่ดูดอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศให้หลีกเลี่ยงที่ซึ่งจะมีน้ำ น้ำมัน หรือสิ่งสกปรกอื่นๆ ซึ่งสามารถปนเปื้อนเข้าไปในอากาศที่ดูดเข้า

ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ อุณหภูมิของอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ เพราะปริมาณอากาศที่อัดได้จากเครื่องอัดอากาศจะขึ้นอยู่กับสภาพของอากาศทางดูดเข้า อากาศที่เย็นกว่าจะมีความหนาแน่นมากกว่าซึ่งเมื่อถูกอัดออกจากเครื่องจะได้ปริมาณมากกว่า ฉะนั้น ถ้าเครื่องอัดอากาศดูดอากาศเย็นกว่าเข้าเครื่องจะมีประสิทธิภาพดีกว่าดูดอากาศร้อนเข้าเครื่อง

ตารางที่ 2.3 แสดงการประหยัด เมื่อเลือกอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าเข้าเครื่อง การต่อท่อทำอากาศเย็นกว่าเข้าเครื่อง ก็เป็นการลงทุนที่ไม่แพงในการประหยัดพลังงาน แต่ระวังอย่าทำท่อเล็กและยาวเกินไปซึ่งจะไปลดประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ

ตารางที่ 2.3 ประมาณการประหยัดจากการลดอุณหภูมิอากาศเข้าเครื่องอัดอากาศ*

ภาระเฉลี่ยคอมเพรสเซอร์ (กิโลวัตต์)	อุณหภูมิของอากาศที่ลดลงทางด้านดูดเข้าเครื่อง (°C)							
	3 °C		6 °C		10 °C		20 °C	
	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)	ประหยัดพลังงาน (กิโลวัตต์/ชม.)	ประหยัดเงิน (บาท)
4	80	160	160	320	264	528	528	1,056
7.5	150	300	300	600	495	990	990	1,980
11	220	440	440	880	725	1,450	1,450	2,900
15	300	600	600	1,200	990	1,980	1,980	3,960
22	440	880	880	1,760	1,450	2,900	2,900	5,800
30	600	1,200	1,200	2,400	1,980	3,960	3,960	7,920
37	740	1,480	1,480	2,960	2,440	4,880	4,880	9,760
55	1,100	2,200	2,200	4,400	3,625	7,251	7,251	14,502
75	1,500	3,000	3,000	6,000	4,950	9,900	9,900	19,800
110	2,200	4,400	4,400	8,800	7,260	14,520	14,520	29,040
160	3,200	6,400	6,400	12,800	10,550	21,100	21,100	42,200

*การคำนวณใช้ 2,000 ชั่วโมงทำงานต่อปี ค่ากระแสไฟฟ้า 2 บาทต่อยูนิต ค่าไฟฟ้า 2 บาทต่อยูนิต $\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$, P เท่ากัน

ที่มา: จิรศักดิ์ บุญรอด.คู่มือประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ, 2533.

2.21 การสูญเสียเนื่องจากแรงเสียดทานของท่อ

การส่งอากาศอัดไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ต้องใช้ท่อโดยพยายามให้สูญเสียความดันน้อยที่สุด ถ้าความต้านทานภายในท่อมากก็จะสูญเสียความดันไปมาก ความสูญเสียนี้เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความยาวของท่อและความเร็วเฉลี่ยของอากาศในท่อยกกำลังสอง

ที่อัตราการไหลของอากาศเมื่อมีภาระเต็มที่ ความสูญเสียความดันในระบบท่อทั้งหมดไม่ควรจะสูงเกิน 50 kPa หรือ 0.5 bar หรือประมาณ 0.5 kg / cm^2 หรือประมาณ 7 psi

การสูญเสียความดันภายในท่อสามารถจำกัดให้ต่ำสุดได้โดยการจำกัดความเร็วอากาศวิ่งในท่อในขณะที่มีภาระเต็มที่ดังนี้

ในท่อหลักความเร็วไม่เกิน 6 เมตร / วินาที

ในท่อสาขาความเร็วไม่เกิน 10 เมตร / วินาที

การจัดระบบท่อหลักในลักษณะเป็นวงแหวนจะช่วยให้ลมไหลออกจากถังเก็บอากาศได้สองทิศทาง เป็นการช่วยผ่อนคลายความต้องการลม ณ ที่หนึ่งที่ใดในระบบไม่ใช่สูงมากจนเกินไป

ถ้าเป็นการคำนวณคร่าวๆ จากการตรวจวัดพบว่า ความเร็วของอากาศในท่อเกินค่าที่แนะนำไว้ควรจะทำการตรวจสอบอย่างละเอียดที่ระบบจ่ายลม โดยพึงระลึกไว้เสมอว่าท่อลมที่มีขนาดไม่เหมาะสม เช่น มีพื้นที่หน้าตัดเล็กจนเกินไปก็จะก่อให้เกิดปัญหาการสูญเสียความดันและเป็นเหตุให้ต้องใช้พลังงานเพิ่มขึ้น

2.22 การนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์

การนำความร้อนปล่อยทิ้งจากระบบอัดอากาศกลับมาใช้ประโยชน์จะสามารถประหยัดเงินได้เป็นจำนวนมาก ขั้นแรกสำรวจภายในโรงงานเพื่อดูว่ามีการใช้ความร้อนในกระบวนการผลิตขั้นตอนใดบ้าง ความร้อนปล่อยทิ้งจากระบบหล่อเย็นของการอัดอากาศสามารถนำมาใช้ผลิตอากาศร้อนหรือน้ำร้อน เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตได้ ซึ่งหากนำมาใช้ได้ทั้งหมดจะสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 80% ของพลังงานที่ใช้ในระบบอัดอากาศทั้งหมด

อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด ชนิดที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปคือชนิดแผ่น (Plate Heat Exchanger) ซึ่งถ่ายเทความร้อนจากของเหลวหล่อเย็นของคอมเพรสเซอร์ไปสู่น้ำ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนชนิดนี้จะประกอบด้วยแผ่นเหล็กสเตนเลส หลายแผ่นซ้อนกัน โดยมีช่องสำหรับให้ตัวกลางถ่ายเทความร้อนซึ่งอาจจะเป็นน้ำหรือน้ำมันวิ่งไหลผ่าน อีกชนิดหนึ่งจะอยู่ในรูปของเปลือกและท่อ (Shell and Tube) อุปกรณ์ชนิดนี้สามารถผลิตน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงถึง 80 ℃ เมื่อความต้องการในการใช้น้ำเย็นลดลง น้ำมันหล่อเย็นจะถูกสวิตช์ให้ไหลเข้าคอมเพรสเซอร์โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน

สามารถนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ให้เป็นประโยชน์สำหรับกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.22.1 การให้ความร้อนแก่พื้นที่

2.22.2 อุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

2.22.3 ทำน้ำร้อนสำหรับอาบน้ำและซักผ้า

2.22.4 กระบวนการทำความสะอาดในโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้เพื่อผลิตอากาศร้อน คอมเพรสเซอร์ของระบบอัดอากาศจะถูกนำมาประกอบรวมในชุดแลกเปลี่ยนความร้อน พัดลมจะช่วยเป่าอากาศเข้าไปรับความร้อนจากมอเตอร์ คอมเพรสเซอร์และน้ำมันหล่อเย็น ชุดแลกเปลี่ยนความร้อนนี้จะถูกออกแบบให้สามารถผลิตลมร้อนให้มีอุณหภูมิได้สูงถึง 50 ℃ ในปริมาณและความเร็วตามที่ต้องการจะใช้พื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง

ระบบนี้สามารถนำไปใช้ในกิจกรรมดังต่อไปนี้

2.22.5 การให้ความร้อนแก่พื้นที่

2.22.6 การอบแห้งพื้นที่ทาสี เคลือบเงา และวัสดุที่ผ่านการชำระล้าง

2.22.7 การอุ่นอากาศที่ใช้สำหรับการเผาไหม้

2.22.8 การทำม่านลม

ผลตอบแทนจากการลงทุนติดตั้งระบบแลกเปลี่ยนความร้อนจะขึ้นอยู่กับตัวแปรดังต่อไปนี้

2.22.9 ราคาของพลังงานที่สามารถทดแทนได้ด้วยความร้อนที่นำกลับมาใช้

2.22.10 ช่วงระยะเวลาการใช้งานของความร้อนปล่อยทิ้ง

2.22.11 ความยากง่ายของการนำความร้อนไปใช้ (ในแง่ของการเดินระบบท่อและการควบคุมคุณภาพและปริมาณความร้อนดังกล่าว)

สำหรับคอมเพรสเซอร์ที่ทำงานปีละ 2,000 ชั่วโมงที่ภาระเต็มที่ โดยมีการติดตั้งชุดแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้อย่างต่อเนื่อง ควรจะมีระยะเวลาคืนทุนอยู่ในช่วง 6 เดือนถึง 1 ปี

2.23 การประหยัดพลังงานในส่วนอื่นๆ

2.23.1 ระบบสวิตช์ปิดเปิดและควบคุม

การประหยัดพลังงานที่เห็นได้ชัดอีกประการหนึ่งก็คือ การควบคุมให้ระบบอัดอากาศทำงานให้น้อยชั่วโมงที่สุด ถ้าปรากฏว่ามันทำงานมากกว่าช่วงเวลาการผลิตแสดงว่าระบบอัดอากาศมีการรั่วไหลมาก วิธีแก้ไขก็คือเลือกตรวจสอบเวลาการใช้จากฝ่ายผลิต แล้วติดตั้งระบบควบคุมการปิดเปิดคอมเพรสเซอร์แบบอัตโนมัติสามารถตั้งโปรแกรมเวลาได้ โดยให้แน่ใจว่าจะไม่มีการเปิดคอมเพรสเซอร์ในช่วงที่ไม่มีการทำงานโดยไม่จำเป็น

ในบางกรณีอาจมีการใช้ลมปริมาณเล็กน้อยนอกเหนือเวลาการผลิต เช่น ใช้กับระบบควบคุมหม้อไอน้ำ ในกรณีนี้ควรติดตั้งเครื่องอัดอากาศขนาดเล็กเพื่อใช้สำหรับงานนี้โดยเฉพาะมากกว่าใช้เครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่

2.23.2 การใช้อากาศแห้ง

การใช้อากาศแห้งสำหรับกระบวนการอัดอากาศจะช่วยประหยัดพลังงานฯ ไฟฟ้าได้เช่นกัน เนื่องจากปริมาณน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำซึ่งปนมากับอากาศในระหว่างการอัดในอุปกรณ์ After cooler และในท่อ (คอมเพรสเซอร์ขนาด 100 L / s สามารถที่จะทำให้เกิดน้ำจากกระบวนการ อัดอากาศถึง 4 ลิตรต่อชั่วโมง ขึ้นอยู่กับคุณภาพอากาศ) จะเป็นสาเหตุให้เกิดสนิมภายในท่อลมเนื่องจากเกิดคราบน้ำมันปนกับน้ำ ผลที่ตามมาก็คือแรงเสียดทานอากาศภายในท่อจะเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดความดันตกภายในท่อ และเป็นที่แน่นอนก็คือต้องใช้พลังงานมากขึ้น วิธีการแก้ปัญหาก็คือเก็บอากาศไว้ในที่เย็นและแห้งรวมทั้งควรใช้อุปกรณ์ After cooler / Separator สำหรับอุปกรณ์ Air dryer จะใช้ก็ต่อเมื่อมีความต้องการใช้ลมแห้งที่มีคุณภาพเฉพาะเครื่องมือ

2.23.3 การซ่อมบำรุง

การซ่อมบำรุงรักษาระบบอัดอากาศจะช่วยให้การทำงานของระบบมีสมรรถนะที่ดีและประหยัดพลังงาน อุปกรณ์ต่างๆ ที่ควรหมั่นตรวจสอบอยู่เสมอได้แก่

2.23.3.1 ความตึงของสายพานขับ

2.23.3.2 เกียร์วาล์ว, ลูกสูบและแหวนลูกสูบของคอมเพรสเซอร์แบบลูกสูบ

2.23.3.3 ใบพัดของโรตารี่คอมเพรสเซอร์

2.23.3.4 สภาพของตัวกรองอากาศ

2.23.3.5 Intercooler, After cooler

2.23.3.6 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ของระบบอัดอากาศ

2.24 การประเมินมูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้

หลังจากปฏิบัติตามมาตรการประหยัดพลังงานที่ให้ไว้ไปแล้ว ก็จะมาถึงขั้นการวัดค่าพลังงานฟ้าที่ใช้ใหม่ ดังมีวิธีการแสดงไว้จากนั้นก็คำนวณหาค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของระบบอัดอากาศเป็นรายเดือนอีกครั้ง มูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้จะเท่ากับค่าแตกต่างระหว่างค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานก่อนปรับปรุงประสิทธิภาพและหลังปรับปรุงประสิทธิภาพ

การประเมินศักยภาพของมูลค่าพลังงานที่ประหยัดได้ก่อนมีการปรับปรุงประสิทธิภาพก็สามารถทำได้ โดยใช้วิธีการที่ให้ไว้

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าการนำความร้อนปล่อยทิ้งของระบบอัดอากาศกลับมาใช้ประโยชน์จะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้เป็นอย่างมาก แต่ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบอัดอากาศยังเท่าเดิม เพียงแต่การประหยัดพลังงานนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากการนำความร้อนปล่อยทิ้งไปทดแทนเชื้อเพลิง ซึ่งอาจเป็นน้ำมัน ก๊าซ หรือไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับการให้ความร้อนในกระบวนการผลิต มูลค่าของการประหยัดพลังงานดังสามารถประเมินได้ โดยวิธีการดังนี้

2.24.1 กรณีที่สามารถทดแทนการใช้ไฟฟ้า

ประเมินความร้อนปล่อยทิ้งของระบบหล่อเย็นในคอมเพรสเซอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ได้เป็นเปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ใช้ในขณะมีภาระทางไฟฟ้า (ซึ่งอาจสูงถึง 80%) และพลังงานความร้อนจำนวนนี้สามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่ขดลวดความร้อน (โดยคิดทุก 1 kWh ของพลังงานไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนเป็น 1 kWh ของพลังงานความร้อน) กรณีนี้มูลค่าของการประหยัดพลังงานสามารถคำนวณได้ โดยคูณค่าใช้จ่ายของการผลิตอากาศอัดด้วยเปอร์เซ็นต์พลังงานความร้อนดังกล่าว

ในกรณีที่ใช้พลังงานความร้อนดังกล่าวทดแทนความร้อนที่ผลิตได้โดย Heat Pump ซึ่งเป็นความร้อนที่มีค่าสูงกว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับตัว Heat Pump เอง ในกรณีนี้มูลค่าของพลังงานที่ประหยัดได้จะเท่ากับ ค่าใช้จ่ายของการผลิตอากาศอัดหารด้วย COP ของ Heat Pump

กรณีที่สามารถแทนการใช้ก๊าซมูลค่าของพลังงานที่สามารถประหยัดได้จากระบบคอมเพรสเซอร์สามารถประเมินได้ดังนี้

2.24.1.1 หาพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบคอมเพรสเซอร์โดยใช้วิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

2.24.1.2 คูณพลังงานไฟฟ้าที่หาได้ในข้อ 2.24.1.1 เปอร์เซ็นต์ความร้อนปล่อยทิ้งที่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ ค่าที่ได้จะเป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) ที่สามารถประหยัดได้

2.24.1.3 เปลี่ยนค่า kWh ที่หาได้จากข้อ 2.24.1.2 ให้เป็น MJ โดยใช้ตัวคูณ 3.6

2.24.1.4 หาราคาก๊าซต่อ MJ (จากบิลค่าก๊าซ) โดยหารค่าก๊าซด้วยปริมาณก๊าซที่ใช้ทั้งหมด

2.24.1.5 หาข้อมูลพลังงานที่ประหยัดได้โดยคูณจำนวน MJ ที่ได้ในข้อ 2.24.1.3 ด้วยราคาก๊าซต่อ MJ ที่หาได้ในข้อ 2.24.1.4

2.25 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประกอบ เอี่ยมสอาด (พ.ศ. 2549)

การศึกษาวิเคราะห์หาแนวทางในการบริหารจัดการพลังงานหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด โดยเก็บข้อมูลจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานระบบอากาศอัดจำนวน 23 โรงงาน มาวิเคราะห์แนวทางหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด และประเมินศักยภาพโดยรวมของโรงงานควบคุมที่ดำเนินมาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด ซึ่งผลการวิจัยพบว่า มาตรการอนุรักษ์พลังงาน โดยการลดการรั่วไหล สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 1.35 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน, มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการเพิ่มประสิทธิภาพในระบบส่งจ่ายและใช้ประโยชน์อากาศ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 0.79 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน , มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการควบคุมระดับความดันของอากาศอัดสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 0.30 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งของโรงงาน , มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการลดอุณหภูมิอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 0.33 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดของโรงงาน , มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการดัดแปลงระบบท่อส่งจ่ายอากาศอัดสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 1.36 และมาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการติดตั้งถังเก็บอากาศอัด สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 1.34 และมีศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัดของโรงงานอุตสาหกรรม (ควบคุม) ประมาณร้อยละ 5.47 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ประมาณ 2,300 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง / ปี หรือ ประมาณ 196 ktoe / ปี

ประยูร สตารัตน์, เดชอนันต์ โกมาสถิตย์, ธีรพจน์ พุทธิกีฎกวีวงศ์ (พ.ศ.2540)

อุปกรณ์หลักในระบบอากาศอัด คือเครื่องอัดอากาศ จากผลของการศึกษา โดยเปลี่ยนความดันของอากาศอัดต่อพลังงานไฟฟ้าจะพบว่า เมื่อความดันของอากาศอัดเพิ่มขึ้นค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นมีลักษณะเป็นเส้นตรงในเครื่องอัดอากาศขนาด 45 kW ส่วนในเครื่องอัดอากาศขนาด 200 KW พลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและจะค่อยๆลดลง

สุภาภรณ์ ไชวิทูลย์, เอกตระกูล สุมาลา (พ.ศ. 2548)

โครงงานวิจัยนี้เป็นการจัดทำระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ คู่มือการใช้งาน และคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องจักรและอุปกรณ์ของห้องปฏิบัติการกรรมวิธีทางความร้อน เพื่อพัฒนาและปรับปรุงห้องปฏิบัติการกรรมวิธีการทางความร้อนให้ดีขึ้น และ ทำให้ผู้ใช้งานทำการใช้งานและบำรุงรักษาเครื่องจักรและอุปกรณ์ได้อย่างถูกวิธี

ดำเนินการเก็บข้อมูลของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อนำข้อมูลมาใช้จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาจัดทำแผนการบำรุงรักษา และจัดทำคู่มือการใช้งาน คู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องจักรจำนวน 5 ชนิด ดังนี้คือ เครื่องขัดจานเดี่ยว เครื่องขัดจานคู่ กล้องวัดขนาดรอบกด เครื่องทดสอบ

ความแข็ง และกล้องจุลทรรศน์ ดำเนินการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาและประวัติเครื่องจักรในรูปแบบฐานข้อมูลการบำรุงรักษา และทำการประเมินผลโครงงานวิจัยครั้งนี้

ผลประเมินโครงงานวิจัยมีการประเมินจากคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 99.16 การประเมินคู่มือการใช้งานของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากนิสิต มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 89.52 และการประเมินคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องจักรและอุปกรณ์จากอาจารย์และเจ้าหน้าที่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 96.43

สุริยา ขุมขำ, ธีรโรจน์ แซ่วื้อ (พ.ศ.2550)

โรงผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวรแห่งที่ 3 เป็นโรงผลิตน้ำประปาหลักที่ส่งน้ำกระจายสู่มหาวิทยาลัยนเรศวรและบริเวณรอบๆมหาวิทยาลัยนเรศวร ฉะนั้นจึงมีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องมีระบบการจัดการและมีระบบแผนในการบำรุงรักษาอย่างชัดเจนเพื่อไม่ให้เกิดเหตุขัดข้องอันส่งผลกระทบต่อมหาวิทยาลัยและผู้ใช้บริการ และเพื่อให้ระบบการทำงานของโรงประปาด้านการผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพมากขึ้น

การดำเนินงานของการจัดระบบแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของอุปกรณ์และเครื่องจักรทั้ง 6 ชนิด จากนั้นจะทำการวิเคราะห์ เพื่อวางแผนการบำรุงรักษาและการตรวจเช็คเครื่องจักรอุปกรณ์ แบบประจำวัน ประจำเดือน ประจำปี และการหยุดซ่อมใหญ่ประจำปี โดยจะให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินตามแผนที่กำหนดเพื่อจะช่วยให้ระบบแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเป็นไปตามแผน แล้วทำการบันทึกฐานข้อมูลลงในโปรแกรมไมโครซอฟท์ แอกเซส เพื่อให้เป็นระเบียบในการเก็บข้อมูลมากขึ้น

จากการดำเนินการวิจัยดังกล่าวซึ่งจะทำให้ทางโรงผลิตน้ำประปามหาวิทยาลัยนเรศวรแห่งที่ 3 มีแผนในการบริหารจัดการในด้านกานผลิตน้ำประปาซึ่งทำให้ระบบหารผลิตน้ำประปามีประสิทธิภาพและเกิดเหตุขัดข้องน้อยที่สุด

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 การค้นคว้าข้อมูลวิจัย

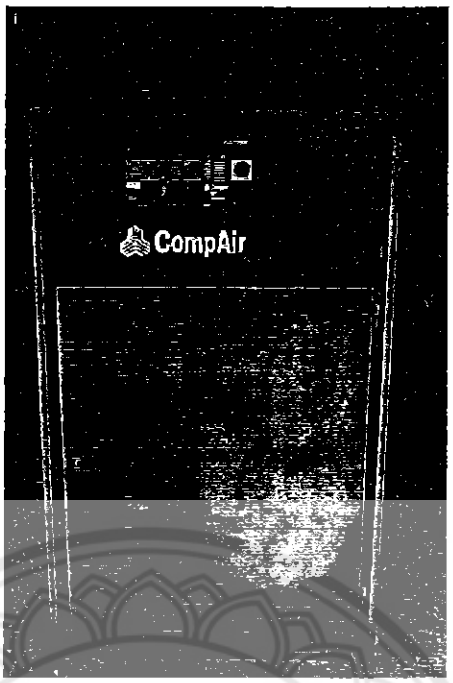
ศึกษาค้นคว้าโครงงานวิจัยที่ผ่านมา ว่ามีโครงงานวิจัยว่างานใดบ้างที่ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ เพื่อนำมาเปรียบเทียบและทำการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้สามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้น โดยโครงงานวิจัยนี้จะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ โดยการตรวจสอบพลังงาน การสำรวจและวิเคราะห์ทำให้สามารถแยกแยะการสูญเสียตลอดจนหาวิธีการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบได้

3.2 การบันทึกเก็บข้อมูลของเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน

ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องอัดอากาศในโรงงาน ดังนี้

3.2.1 โรงงานมีการใช้อากาศอัดสำหรับกระบวนการผลิต เช่น ในอุปกรณ์นิวเมตริกเพื่อบังคับกลไกเครื่องจักรบางตัวในการอัดใบยา สายพานลำเลียง หรือนำไปใช้ใน Air Bag Filter ซึ่งแต่ละจุดมีการใช้งานขนาดแรงดันอากาศที่แตกต่างกัน การผลิตอากาศอัดเพื่อรองรับการใช้งานนั้นทางโรงงานจึงมีเครื่องอัดอากาศจำนวน 3 ชุด ได้แก่ ชุดที่ 1 กับ ชุดที่ 2 มีขนาด 77 HP และชุดที่ 3 ขนาด 57 HP มีลักษณะการทำงาน คือ ทำงาน 2 ชุด สำรอง 1 ชุด โดยผลิตอากาศอัดที่ความดัน 8 bar

รูปที่ 3.1 เครื่องอัดอากาศชุดที่ 1 และชุดที่ 2 ขนาด 77 HP



รูปที่ 3.2 เครื่องอัดอากาศชุดที่ 3 ขนาด 57 HP

3.2.2 ปริมาณการใช้พลังงานที่ใช้ในระบบการอัดอากาศที่เกี่ยวเนื่องกับปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมด เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการคำนวณพลังงานที่ประหยัดได้ โดยการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ ได้ทำการใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบก้ามปู ในการตรวจวัดกระแสของเครื่องอัดอากาศ มีความถี่ในการตรวจวัด 1 ครั้งต่อเดือนเป็นเวลา 3 เดือนเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ

3.2.3 การสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหลของอากาศ โดยดูจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้อากาศอัดเป็นการตรวจสอบ

3.2.4 การเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเครื่องอัดอากาศ ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Thermocouple ที่ติดตั้งอยู่ที่เครื่องอัดอากาศในแต่ละเครื่อง และในการนำข้อมูลอุณหภูมิเครื่องอัดอากาศไปวิเคราะห์ใช้นั้น ไม่ได้มีการเทียบค่ามาตรฐานของเครื่องวัดอุณหภูมิ

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและหาแนวทางมาตรการแก้ไขปรับปรุง

จากการวิเคราะห์ระบบประเภทการซ่อมบำรุงรักษาของโรงอบใบยา พบว่าทางโรงงานได้ใช้ระบบการซ่อมบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องเสียหายของเครื่องจักร จะกระทำภายหลังจากเครื่องจักรเกิดการเสียหายจนต้องหยุดทำการผลิต ต้องแก้ไขให้กลับคืนสภาพปกติ ดังนั้นจึงทำการปรับปรุงระบบการซ่อมบำรุงมาเป็นการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน เป็นการดูแลซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรที่อาจจะเกิดการชำรุดเสียหายก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องขึ้น ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักในการผลิต ซึ่งได้แบ่งการบำรุงรักษาออกเป็นแบบประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี

3.3.1 จากการสำรวจแล้ววิเคราะห์ข้อมูลทราบถึงปัญหาของการสูญเสียของเครื่องอัดอากาศ อันเกิดจาก เช่น การรั่วไหลของอากาศอัด ควรทำการซ่อมแซมรอยรั่วทันทีเนื่องจากเป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน เพื่อให้การใช้อากาศอัดมีประสิทธิภาพและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศลงด้วย ส่งผลให้เกิดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.3.1.1 สำรวจสภาพการใช้งานระบบอากาศอัดและการรั่วไหลของอากาศอัดตามกระบวนการผลิตและบันทึกข้อมูลก่อนการปรับปรุง เช่น บริเวณที่รั่ว ขนาดรอยรั่ว แรงดัน เป็นต้น

3.3.1.2 วิเคราะห์การคำนวณถึงการประหยัดพลังงาน

3.3.1.3 จัดทำแผนการดำเนินการปรับปรุงบำรุงรักษา

3.3.1.4 ดำเนินการปรับปรุงตามแผน

3.3.1.5 ติดตามผลและทำการตรวจสอบ โดยบันทึกข้อมูลหลังการปรับปรุง

3.3.1.6 สรุปผล และประชาสัมพันธ์

3.3.2 ปริมาณการใช้พลังงานมาประเมินค่าใช้จ่ายของพลังงานที่ใช้ เพื่อที่จะคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าสำหรับเครื่องอัดอากาศต่อเดือน, บาท

3.3.3 การสูญเสียเนื่องจากการรั่วไหลของอากาศ มาคำนวณปริมาณอากาศที่รั่วแล้วจึงมาประเมินเป็นกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียไป

3.3.4 ใช้ทฤษฎีการบำรุงรักษามาเปรียบเทียบกับสาเหตุและปัญหาที่เคยเกิดขึ้น เพื่อวิเคราะห์ดูว่าในทฤษฎีอาจจะไม่ได้กล่าวถึงการบำรุงรักษาในบางจุด

3.4 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของเครื่องอัดอากาศ

นำผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ มาจัดทำแผนการบำรุงรักษาที่เหมาะสม โดยใช้ทฤษฎีการบอกวิธีการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศที่ถูกต้อง และอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการบำรุงรักษาด้วย เพื่อนำไปสู่การประหยัดพลังงานของเครื่องอัดอากาศ

3.5 จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาและแบบฟอร์มการบันทึกต่าง ๆ ของการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

3.5.1 ใช้ทฤษฎีเกี่ยวกับการกำหนดมาตรฐานการบำรุงรักษา มากำหนดมาตรฐานขั้นต้นก่อนเพื่อเป็นแนวทางในการทดลองใช้งานแผนการบำรุงรักษาที่จะจัดทำขึ้น หากทดลองใช้งานแล้วมาตรฐานขั้นต้นนี้ยังไม่สอดคล้องกับการทำงานของพนักงานก็ต้องปรับมาตรฐานการบำรุงรักษานั้นใหม่ให้ดียิ่งขึ้น และสอดคล้องกับทฤษฎี

3.5.2 การทำแบบฟอร์มและการเลือกใช้แบบฟอร์มการบันทึกการบำรุงรักษานั้น จะพิจารณาว่า พนักงานสามารถใช้งานได้ง่าย สะดวกและถูกต้องหรือไม่ เป็นแบบฟอร์มที่บอกข้อมูลได้ครบถ้วนไม่มากหรือน้อยเกินไป และควรเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่จะสามารถนำไปใช้ครั้งต่อไปได้

3.6 ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง

ทดลองการใช้งานมาตรฐานการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบการบำรุงรักษาที่ได้จัดทำขึ้นมาดูว่ามีความเหมาะสมกับการใช้งานมากน้อยเพียงใดซึ่งจะดูความถี่ของการเสียที่ลดลง โดยเปรียบเทียบจากจำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสียในระหว่างการทดลองใช้แผนกับจำนวนครั้งที่เครื่องจักรเสียที่ผ่านมาในอดีต และดูการตรวจสอบที่ได้จากใบตรวจสอบว่าผลเป็นอย่างไรบ้าง มีข้อผิดพลาดตรงส่วนไหน

3.7 ปรับปรุงแก้ไขและนำไปใช้งานจริง

หาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้งาน แล้วทำการแก้ไข ปรับปรุงข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นและเหมาะสมต่อการใช้งานในครั้งต่อไป

3.8 การวัดผลหลังปรับปรุง

3.8.1 มีใบตรวจสอบ (Check Sheet) สำหรับตรวจสอบการบำรุงรักษา

3.8.2 สามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานเนื่องจากการสูญเสียพลังงานของเครื่องอัดอากาศ

3.8.3 ต้องประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้ได้อย่างน้อย 5%

3.9 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ เขียนรายงานการดำเนินงานและจัดทำรูปเล่มโครงงานวิศวกรรม

นำแผนการบำรุงรักษาที่ได้จัดทำขึ้น มาสรุปผลที่เกิดขึ้นจากการนำแผนการบำรุงรักษานั้นไปใช้งาน ว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด แล้วมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่มีความสนใจที่จะนำแผนการบำรุงรักษานี้ไปปรับปรุงให้ดีมากยิ่งขึ้น และเขียนรายงานการดำเนินงานเพื่อจัดทำรูปเล่มโครงงานวิศวกรรมในครั้งนี้ขึ้นมาและได้ขั้นตอนดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงของระบบเครื่องอัดอากาศ

ลำดับ	การดำเนินงาน	พ.ศ.2552						พ.ศ.2553				
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	ศึกษาหัวข้อและสืบค้นทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย											
2	สำรวจสภาพข้อมูลเบื้องต้น											
	2.1 สำรวจสภาพเครื่องอัดอากาศ											
	2.2 สำรวจสภาพการใช้งานเครื่องอัดอากาศ											
	2.3 สำรวจระบบท่อลมที่ส่งไปยังเครื่องจักรต่างๆ											
	2.4 หาปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อเดือนสำหรับเครื่องอัดอากาศ											
	2.5 คำนวณเป็นร้อยละของปริมาณและค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งโรงงาน											
	2.6 บันทึกข้อมูลก่อนปรับปรุง											
3	หามาตรการปรังปรุง											
	3.1 วิเคราะห์การคำนวณถึงผลประหยัดพลังงาน											
	3.2 ออกมาตรการการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ											
	3.3 ออกมาตรการลดการสูญเสียเนื่องจากการรั่วและการสูญเสียทางอากาศดูด											
	3.4 ประเมินการประหยัด											

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินการปรับปรุงเครื่องอัดอากาศ (ต่อ)

4	ปฏิบัติการตามมาตรการการปรับปรุง																						
	4.1 ดำเนินการปรับปรุงตามแผน																						
	4.2 ทำการทดสอบและตรวจสอบมาตรการที่ปรับปรุง																						
5	วัดผลและเปรียบเทียบ																						
	5.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการทำงานของเครื่องอัดอากาศ																						
	5.2 เปรียบเทียบกับอัตราค่าไฟฟ้าเทียบกับค่าไฟฟ้าย้อนหลัง																						
6	วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย																						
7	จัดทำรายงาน																						

หมายเหตุ 1. ■ หมายถึง แผนการดำเนินการ

2. ■ หมายถึง การดำเนินการ

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 การเก็บข้อมูลของเครื่องอัดอากาศภายในโรงงาน

เก็บข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเครื่องอัดอากาศ โดยดูสภาพของเครื่องอัดอากาศว่าปกติหรือชำรุด และดูสภาพการใช้งานว่าเครื่องอัดอากาศนั้นยังใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิตอยู่หรือไม่ ซึ่งในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในครั้งนี้จะจัดทำแผนเฉพาะเครื่องจักรที่ยังคงใช้งานอยู่ในกระบวนการผลิตเท่านั้น ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 ข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนเครื่องจักร, ชนิด และ Specification ของเครื่องจักร

โดยจะแสดงในตารางที่ 4.1 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ชื่อเครื่องจักร
- รหัสของเครื่องจักร
- รุ่นของเครื่องจักร
- ยี่ห้อของเครื่องจักร
- ขนาดแรงม้าของมอเตอร์
- วันเดือนปีที่ซื้อมาของเครื่องจักร (ถ้ามี)
- สถานภาพเครื่องจักรปกติหรือชำรุด
- สถานภาพปัจจุบันยังคงใช้งานอยู่หรือไม่

รูปที่ 4.1 สถานที่ตั้งเครื่องอัดอากาศของโรงงาน

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลเครื่องอัดอากาศทั้งหมดภายในโรงอบใบยา

เครื่องอัดอากาศ	เครื่องที่ 1	เครื่องที่ 2	เครื่องที่ 3
รหัสที่	MC 10013950	MC 10013951	MC 10013952
รุ่น	ML 50	ML 50	CYCLON
ยี่ห้อ	INGERROLL-RAND	INGERROLL-RAND	INGERROLL-RAND
ขนาดมอเตอร์ (แรงม้า)	77	77	57
สภาพการใช้การ	ใช้งาน	ใช้งาน	ใช้งาน
ผลิตที่ความดัน (bar)	8	8	8

เครื่องอัดอากาศทั้งสามเครื่องมีอายุการใช้งาน 8 ปี

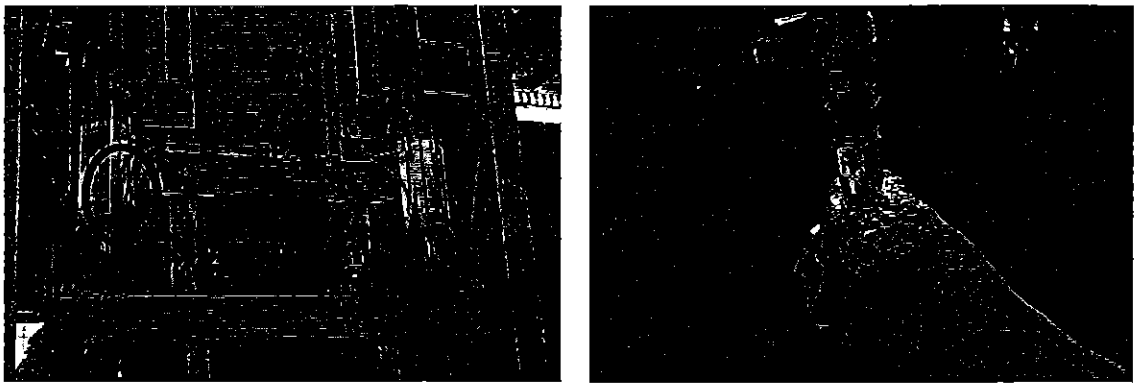
4.1.1.1จำนวนจุดเป่าลมสำหรับทำความสะอาดเครื่องจักรและสำหรับทำความสะอาดร่างกายของพนักงานภายในโรงอบใบยา ซึ่งใช้งานจริง 30 จุดใช้งาน ไม่ได้ใช้งานมี 2 จุดใช้งาน รวมทั้งหมด 32 จุดใช้งาน

4.1.1.2 ในการหาขนาดของบริเวณที่เกิดรอยรั่วของอากาศได้ใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์เพื่อประมาณการวัดหาขนาดของรูรั่ว และได้จำนวนจุดที่พบรอยรั่วทั้งหมด 4 จุด รายละเอียดแสดงดังตาราง

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลปริมาณอากาศรั่วจากระบบอัดอากาศ

จุดที่	บริเวณที่เกิดรอยรั่ว	ขนาดของรอยรั่ว (mm.)
1	ท่อลม	4.0
2	ท่อลม	2.0
3	ท่อลม	2.0
4	สายยางไฮดรอลิก	0.5

จากตาราง 4.2 เห็นได้ว่าปริมาณอากาศรั่วจากทั้งหมด 4 จุด ทำให้สูญเสียพลังงานลมทั้งหมดรวม 33.3 l/s



รูปที่ 4.2 การรั่วซึมของสายยาง

4.1.1.3 การปรับลดความดันอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศ โดยโรงงานมีการผลิตอากาศอัดที่ความดัน 8 bar แต่เครื่องจักรใช้งานจริงมีความต้องการอากาศอัดที่ความดันเพียง 6 bar เห็นได้ว่ามีการผลิตอากาศอัดที่เกินความจำเป็นต่อความต้องการถึง 1 bar ในการผลิตให้ตั้งความดันต่ำของเครื่องอัดอากาศให้สูงกว่าจุดความดันต่ำสุดที่ต้องการใช้งานเพียง 1 bar โดยไม่เกิดผลเสียต่อการทำงานของเครื่องจักรหรือการผลิต

ดังนั้น สามารถปรับลดความดันอากาศอัดจากเครื่องอัดอากาศจากเดิมที่มีการผลิตอากาศอัดที่ความดัน 8 bar เป็น 7 bar ซึ่งสามารถลดการผลิตอากาศอัดได้ถึง 1 bar

4.1.2 ข้อมูลของเครื่องจักรที่ผ่านมาในอดีต

โดยการสอบถามข้อมูลจากช่างและพนักงานที่ใช้เครื่อง เนื่องจากไม่มีการบันทึกข้อมูลในด้านนี้มาก่อนจึงต้องใช้วิธีสอบถามข้อมูลจากช่างและพนักงานที่ดูแลเครื่องอัดอากาศแทน โดยแสดงในตารางที่ 4.3 ซึ่งมีข้อมูลดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเครื่องจักรเสียจากการสอบถามข้อมูลการเสียที่ผ่านมาในอดีต

เครื่องจักร	อาการเสีย	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 1 รุ่น ML 50	วาล์วจ่ายลมปิดไม่สนิทมีลมรั่ว	- อุปกรณ์ที่ใช้มานาน	- เปลี่ยนวาล์วจ่ายลมใหม่
	น้ำมันต่ำกว่าครึ่งของ SIZE GLASS	- ขาดการดูแลรักษา - ไม่มีใบตรวจสอบ	- เติมน้ำมัน - ทำตารางเพื่อตรวจสอบ
	เครื่องมีอุณหภูมิสูงเกินไป	- ไม่ได้ทำความสะอาดไส้กรอง	- ทำความสะอาดไส้กรองหรือเปลี่ยนไส้กรอง

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลเครื่องจักรเสียจากการสอบถามข้อมูลการเสียที่ผ่านมาในอดีต (ต่อ)

เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 2 รุ่น ML 50	น้ำมันรั่วจาก Tank	- ขาดการดูแล - ไม่มีใบตรวจสอบ	- ซ่อมแซมถ้าทำได้หรือเปลี่ยน Tank - ทำตารางเพื่อตรวจสอบ
	เครื่องมีอุณหภูมิสูงเกินไป	- ไม่ได้ทำความสะอาดไส้กรอง	- ทำความสะอาดไส้กรองหรือเปลี่ยนไส้กรอง
เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 3 รุ่น CYCLON	ข้อต่อตามท่อมีรอยรั่ว	- อุปกรณ์ที่ใช้มานาน - ไม่ได้ใช่เทปกันซึมสำหรับอากาศ	- เปลี่ยนเป็นเทปกันซึมสำหรับอากาศ
	สายพานตึง	- ติดตั้งผิดวิธี	- ติดตั้งตามมาตรฐาน
	เครื่องมีอุณหภูมิสูงเกินไป	- ไม่ได้ทำความสะอาดไส้กรอง	- ทำความสะอาดไส้กรองหรือเปลี่ยนไส้กรอง
ระบบท่อลม	ข้อต่อตามท่อมีรอยรั่ว	- อุปกรณ์ที่ใช้มานาน - ไม่ได้ใช่เทปกันซึมสำหรับอากาศ	- เปลี่ยนเป็นเทปกันซึมสำหรับอากาศ
	สายลมรั่ว	- อุปกรณ์ใช้มานาน	- เปลี่ยนสายยางใหม่
	วาล์วจ่ายลมปิดไม่สนิทมีลมรั่ว	- อุปกรณ์ที่ใช้มานาน	- เปลี่ยนวาล์วจ่ายลมใหม่
	ไม่มีอุปกรณ์สำหรับเป่าลม	- ให้ผิดวิธี - ชินกับการใช้มานาน	- ใช้ปืนลมเป็นอุปกรณ์ช่วยสำหรับเป่าลม

ระบบท่อส่งลม ซึ่งแสดงให้เห็นเส้นทางลมไปยังรายการผลิต ซึ่งจะกำหนดสัญญาลักษณ์สีที่ใช้อธิบายรายละเอียดในรูปที่ 4.3 แผนผังท่อลม มีดังต่อไปนี้

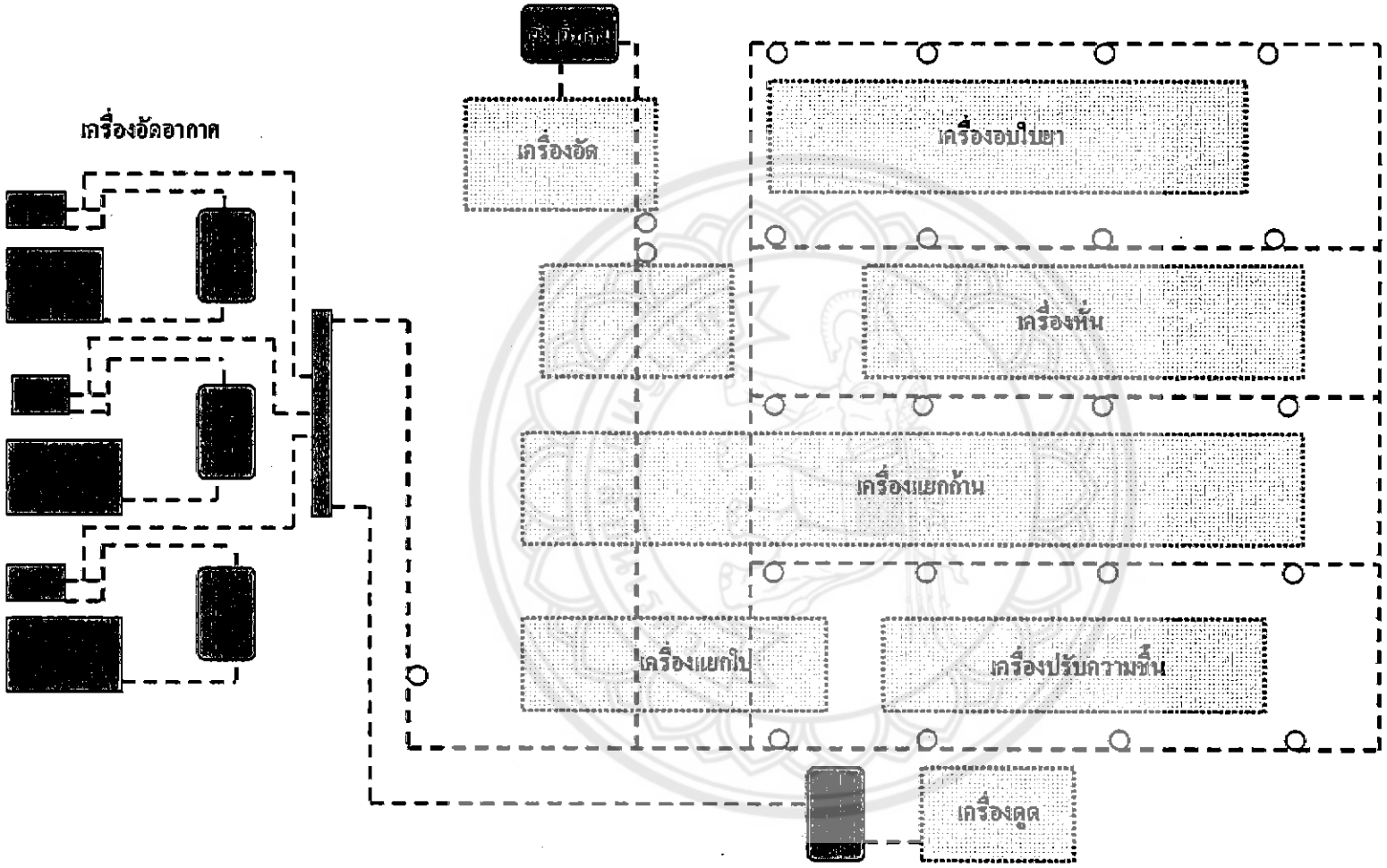
= เครื่องอัดอากาศ

= เครื่องจักร

= ถังเก็บลม

= เส้นทางของท่อลม

= ก๊อกลม



รูปที่ 4.3 แผนผังท่อลม

4.1.3 ข้อมูลเครื่องจักรเสียที่เริ่มเก็บเองในปัจจุบัน

โดยเริ่มเก็บตั้งแต่ที่มีการเข้าไปเก็บข้อมูลในโรงงาน ใช้เวลาเก็บข้อมูลประเภทนี้เป็นเวลา 2 เดือน โดยจะสรุปข้อมูลได้ดังในตารางที่ 4.4 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเครื่องจักรเสียที่เริ่มเก็บเองในปัจจุบัน (ปี 2552)

ชื่อเครื่องจักร	อาการเสีย	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	จำนวนครั้งที่เสียต่อเดือน	
				ต.ค.	พ.ย.
เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 1 รุ่น ML 50	น้ำมันต่ำกว่าครึ่งของ SIZE GLASS	- ไม่มีการดูแล	- ถ่ายน้ำมัน	|	
	อุณหภูมิเครื่องสูงถึง 124 ˚C	- ไส้กรองสกปรก - มีสิ่งสกปรกที่ OIL COOLER	- ทำความสะอาดไส้กรองและ OIL COOLER	|	
			Total	2	
ชื่อเครื่องจักร	**อาการเสีย**	**สาเหตุ**	**วิธีการแก้ไข**	**จำนวนครั้งที่เสียต่อเดือน**	
				ต.ค.	**พ.ย.**
เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 2 รุ่น ML 50	น้ำมันรั่วออกมาจาก Tank	-ไม่มีการดูแลและมีการใช้งานมานาน	- เปลี่ยน Tank ใหม่		|
			Total		1
ชื่อเครื่องจักร	**อาการเสีย**	**สาเหตุ**	**วิธีการแก้ไข**	**จำนวนครั้งที่เสียต่อเดือน**	
				ต.ค.	**พ.ย.**
เครื่องอัดอากาศ เครื่องที่ 3 รุ่น CYCLON	น้ำมันต่ำกว่าครึ่งของ SIZE GLASS	- ไม่มีการดูแล	- ถ่ายน้ำมัน	|	
			Total	1	

ตารางที่ 4.4 ข้อมูลเครื่องจักรเสียที่เริ่มเก็บเองในปัจจุบัน (ปี 2552) (ต่อ)

ชื่อเครื่องจักร	อาการเสีย	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข	จำนวนครั้งที่เสียต่อเดือน	
				ต.ค.	พ.ย.
ระบบท่อลม	สายลมมีลมรั่วซึม	- สายลมเก่าใช้มานาน - มีการเก็บรักษาที่ไม่ดี	-เปลี่ยนสายยางใหม่หรือไขให้แน่น	I	I
	ท่อมีรูรั่ว	- ท่อเก่าใช้มานาน		IIII	
	วาล์วจ่ายลมมีลมรั่ว	- ใช้งานมานาน	- เปลี่ยนวาล์วใหม่	I	I
	สายลมไฮดรอลิคมีลมรั่ว	- สายลมไม่แน่น	- ติดตั้งสายลมใหม่ให้แน่นหนา	III	I
			Total	10	3

วิธีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของเครื่องอัดอากาศของทางโรงงานที่ไปบำรุงรักษาจะมีเครื่องวัดอุณหภูมิของเครื่องอัดอากาศติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องอัดอากาศในแต่ละเครื่อง และในการนำข้อมูลอุณหภูมิเครื่องอัดอากาศไปวิเคราะห์ใช้นั้น ไม่ได้มีการเทียบค่ามาตรฐานของเครื่องวัดอุณหภูมิ

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

เป็นการวิเคราะห์ ซึ่งต้องมีการหาข้อเท็จจริงของปัญหาของงานนี้ เพื่อพิจารณาปรับปรุงโดยมีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.2.1 วิเคราะห์และศึกษาวิธีการบำรุงรักษาแบบเดิม

การบำรุงรักษาแบบเดิมไม่มีรูปแบบการบำรุงรักษาที่แน่นอน โดยจะทำการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเสียหรือมีการเปลี่ยนอะไหล่ใหม่ การบำรุงรักษาส่วนใหญ่ จะใช้ประสบการณ์และความชำนาญการของช่าง

4.2.2 วิเคราะห์เครื่องจักร

4.2.2.1 การหาจุดตรวจสอบเครื่องจักรนั้น ช่วยในการตรวจสอบเครื่องจักร เพื่อหาจุดหรือตำแหน่งที่ต้องการบำรุงรักษา หรือจุดที่จะป้องกันข้อบกพร่องได้ง่ายโดยใช้แผนผังก้างปลาในการวิเคราะห์

4.2.2.2 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรและจัดทำใบตรวจสอบ

4.2.3 วิเคราะห์หน่วยผลิตก่อนปรับปรุง

ตารางที่ 4.5 หน่วยผลิตและพลังงานที่ใช้ก่อนปรับปรุง

เดือน	ผลิต (ตัน)	พลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงาน (kWh)	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh/ตัน)
ม.ค.52	70.74	67,203.00	950
ก.พ.52	-	-	-
มี.ค.52	801.60	144,288.00	801.60
เม.ย.52	772.40	193,100.00	250
พ.ค.52	1,048.60	178,262.00	170
มิ.ย.52	1,054.42	200,339.80	190
ก.ค.52	1,049.00	230,780.00	220
ส.ค.52	1,220.16	183,024.00	150
ก.ย.52	1,246.60	211,922.00	170
ต.ค.52	1,084.32	238,550.40	220
พ.ย.52	982.80	226,044.00	230
ธ.ค.52	503.54	166,168.20	330

4.3 วิเคราะห์แผนการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบ

4.3.1 ให้พนักงานทำความเข้าใจแผนการบำรุงรักษา และใบตรวจสอบจากการสอบถามได้ผลดังนี้คือ

4.3.1.1 เกิดความซ้ำซ้อนของคำสั่งในใบตรวจสอบ

4.3.1.2 พนักงานไม่คุ้นเคยกับการใช้ใบตรวจสอบ

4.3.1.3 แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร และใบตรวจสอบ ทำความเข้าใจอยาก

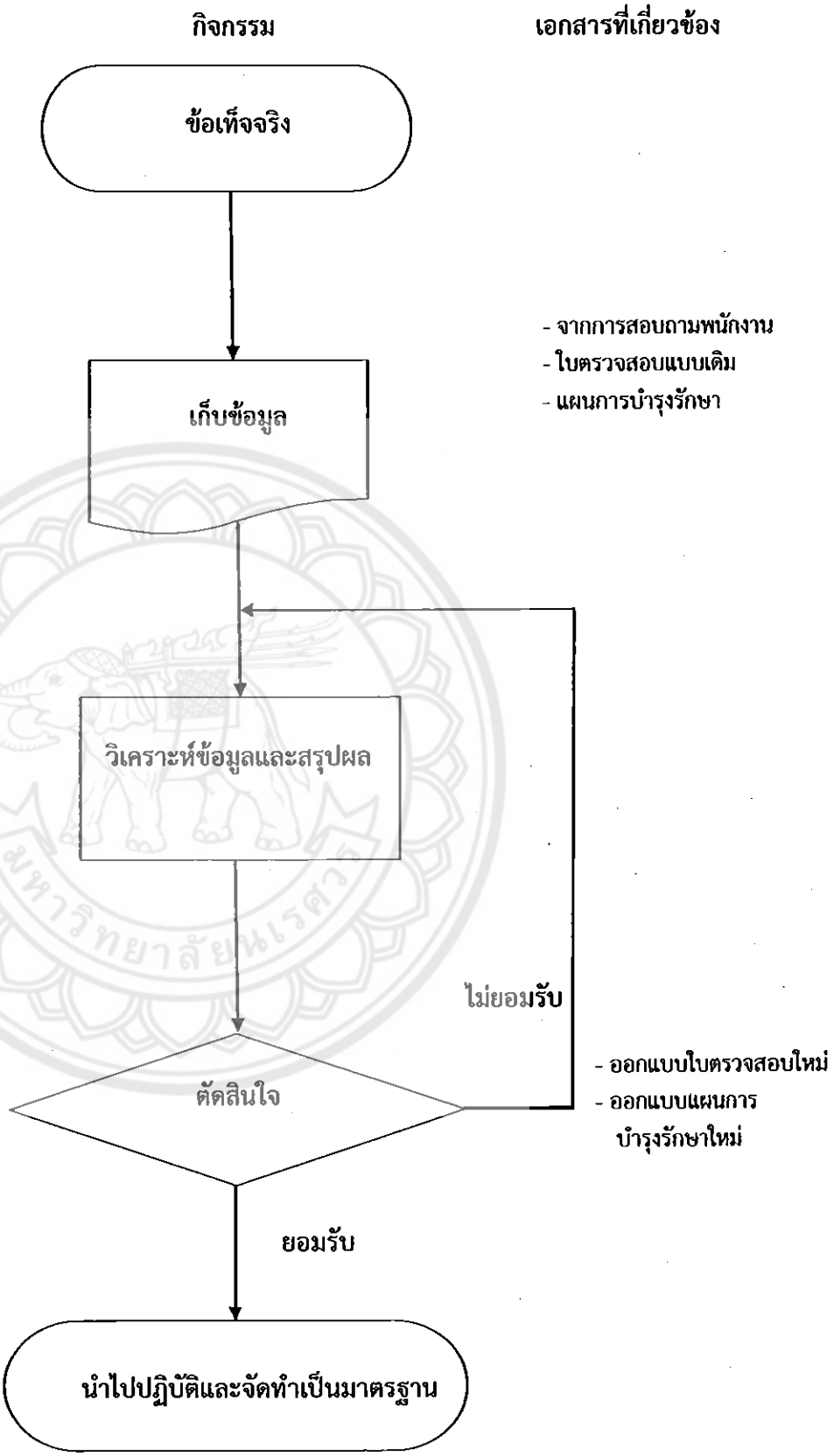
4.3.2 ให้พนักงานทดลองใช้ และตรวจดูตอนพนักงานปฏิบัติงาน

4.3.2.1 ไม่มีการทำงานที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

4.3.2.2 พนักงานไม่สนใจในแผนการบำรุงรักษาและไม่สนใจในการป้องกันเพราะติดความเคยชินกับการที่เครื่องจักรเสียแล้วจึงซ่อม

4.4 การปรับปรุงแผนการบำรุงรักษา

หลังจากได้วิเคราะห์การบำรุงรักษาและใบตรวจสอบ (Check Sheet) ดีแล้ว ทำให้ทราบถึงข้อเสียและปัญหาต่างๆ จึง ได้กำหนดกระบวนการแก้ปัญหาและปรับปรุง โดยทำการพัฒนาจากเดิมและข้อเสนอแนะจากหัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง ซึ่งได้ออกมาเป็นรูปแบบที่ทำความเข้าใจง่ายและประยุกต์ใช้กับเครื่องจักรได้ดีโดยลดความซ้ำซ้อนของใบตรวจสอบเป็นรูปแบบเดียวกัน



รูปที่ 4.4 แสดงกิจกรรมการปรับปรุงแผนการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบ

กิจรรมการจัดทำแผนและกระบวนการแก้ไขปัญหามี 5 ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 4.4 ดังนี้

4.4.1 หาข้อเท็จจริงโดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์พนักงานที่ได้ปฏิบัติงานตามแผนบำรุงรักษาและการใช้ใบตรวจสอบเพื่อหาผลการปฏิบัติงาน และเข้าสู่ตัวปัญหา

4.4.2 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาพร้อมดูว่ามีความสัมพันธ์กับตัวผลของสาเหตุนั้นว่าใช่หรือไม่ โดยได้วิเคราะห์จากแผนผังก้างปลา

4.4.3 คิดหาทางป้องกันหรือขจัดปัญหานั้น โดยออกแบบใบตรวจสอบและแผนการบำรุงรักษาใหม่และหาแนวทางการแก้ไขปัญหา

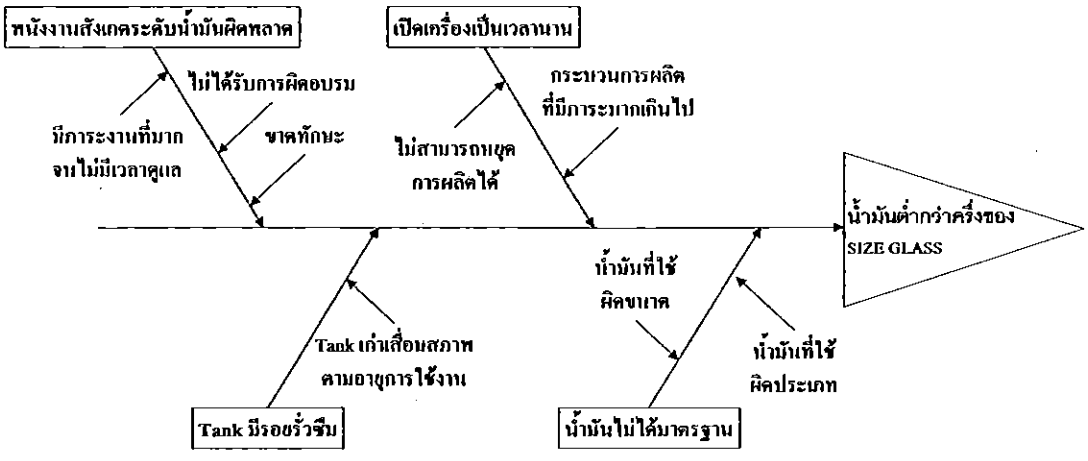
4.4.4 ทำการวัดผลใบตรวจสอบและแผนการบำรุงรักษาที่ได้โดยให้หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุงและพนักงานนำไปตรวจสอบและทดลองไปใช้รวบรวมผลสรุปจากการนำไปใช้

4.4.5 เมื่อนำแผนการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบไปทดลองใช้แล้วได้ผลดีและเป็นที่ยอมรับจึงนำไปจัดเป็นมาตรฐานต่อไป

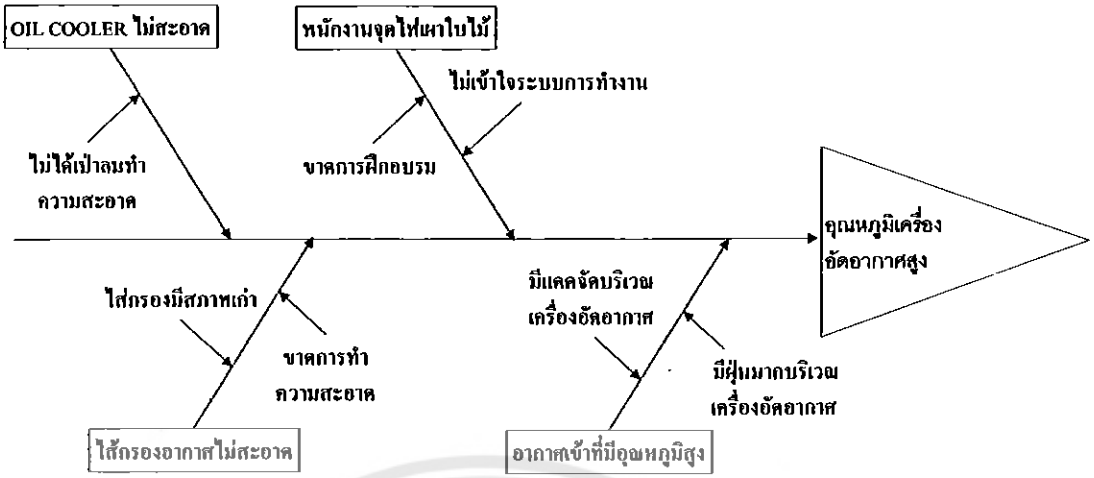
4.4.1 วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เครื่องอัดอากาศเกิดการเสียหรือขัดข้อง

โดยใช้แผนผังก้างปลา (Fish bone diagram) เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ซึ่งจะนำข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นเกี่ยวกับสาเหตุและการแก้ไขการเสียของเครื่องอัดอากาศมาใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์โดยหัวปลาเป็นอาการเสียซึ่งนำมาจากตารางที่ 4.4 ส่วนก้างปลาเป็นสาเหตุที่นำมาจากช่องสาเหตุการเสียในตารางที่ 4.3 บางก้างเป็นการวิเคราะห์สาเหตุที่น่าจะเกิดขึ้นได้โดยแสดงการวิเคราะห์ด้วยผังก้างปลาดังรูปที่ 4.5 - 4.11 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

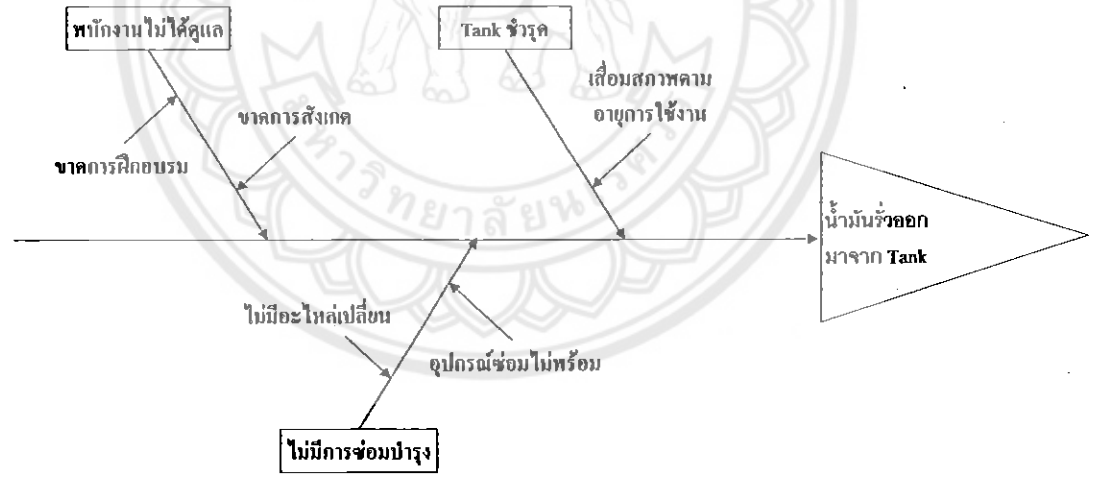
ลำดับที่ 1 ชื่อเครื่องจักร : เครื่องอัดอากาศ
จำนวนเครื่องจักร : 3 เครื่อง รหัสเครื่องจักร : 10013950 , 10013951, 10013952



รูปที่ 4.5 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำมันเครื่องต่ำกว่าครึ่งของเกณฑ์

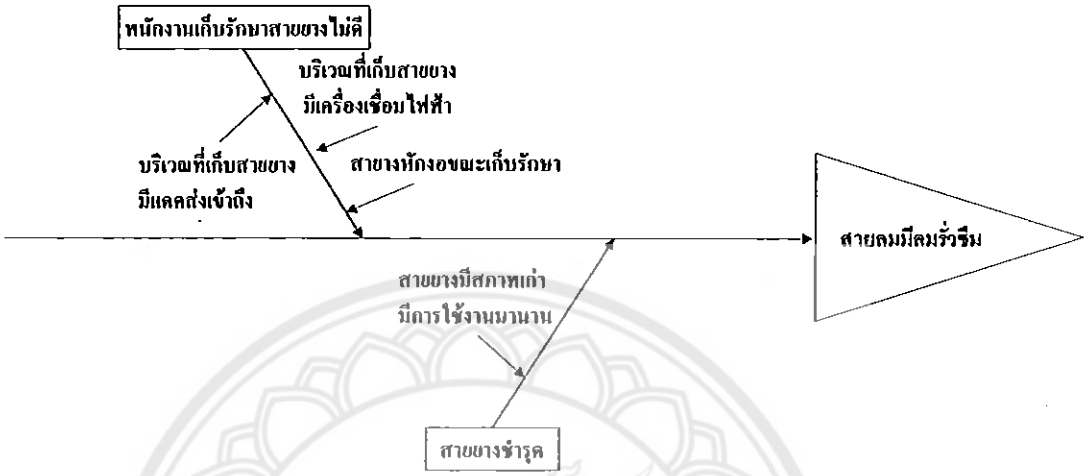


รูปที่ 4.6 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาอุณหภูมิเครื่องอัดอากาศสูงถึง 124 ℃

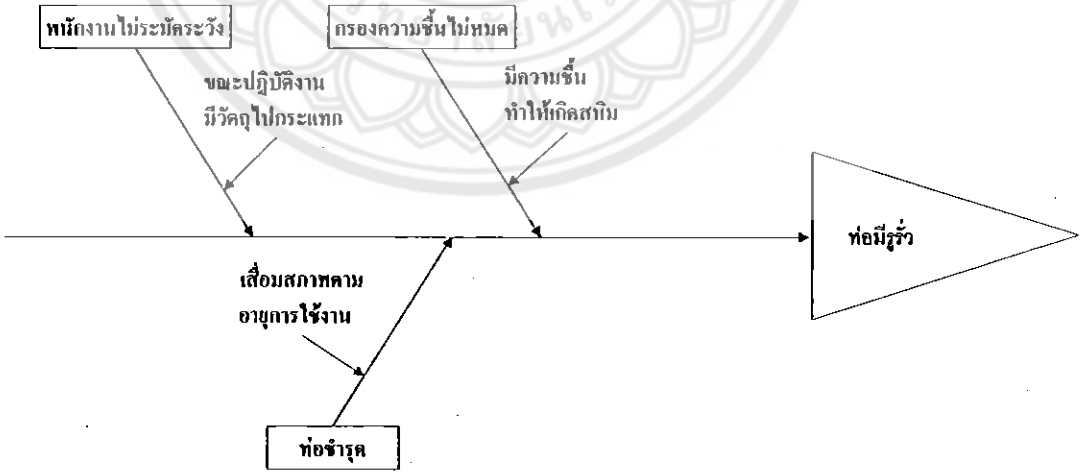


รูปที่ 4.7 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาน้ำมันรั่วออกมาจาก Tank

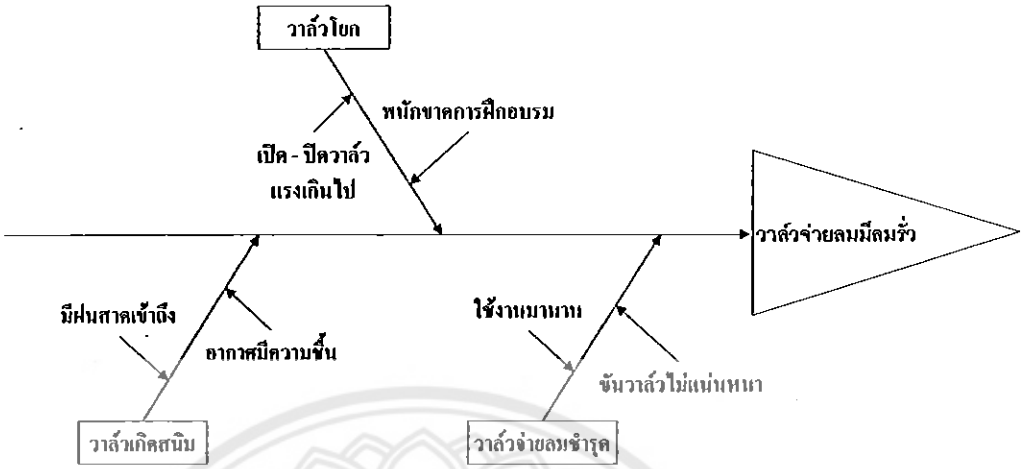
ลำดับที่ 2	ชื่อเครื่องจักร : ระบบท่อลม
จำนวนเครื่องจักร : - เครื่อง	รหัสเครื่องจักร : -



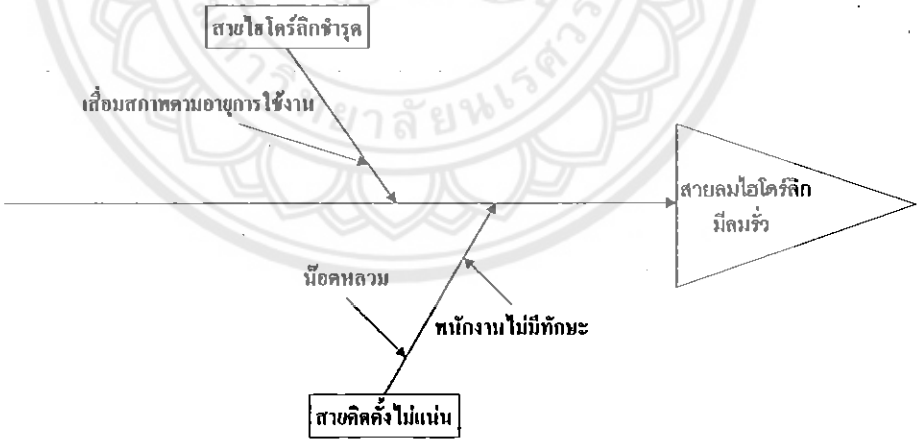
รูปที่ 4.8 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาสายลมมีลมรั่วซึม



รูปที่ 4.9 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาท่อมีรูรั่ว



รูปที่ 4.10 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาวาล์วจ่ายลมมีลมรั่ว



รูปที่ 4.11 ผังก้างปลาวิเคราะห์ปัญหาสายลมไฮดรอลิคมีลมรั่ว

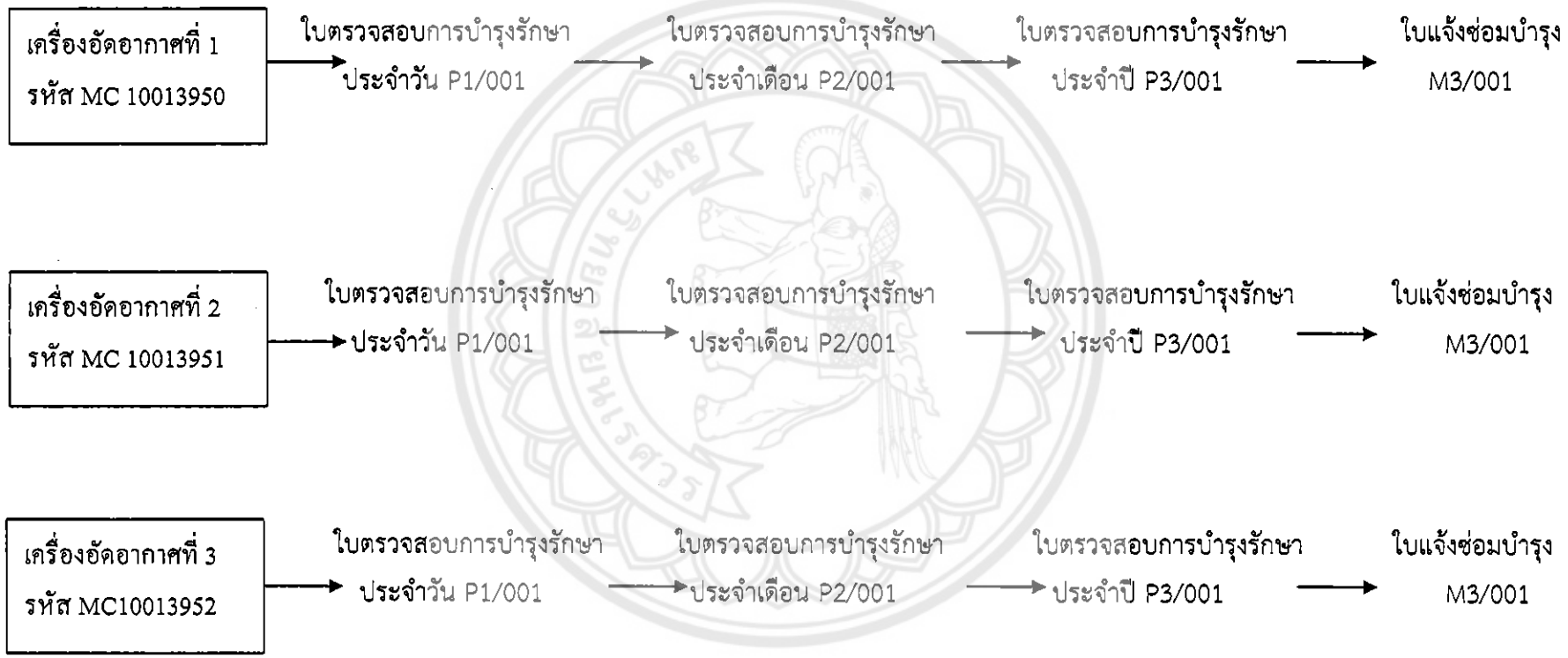
ตารางที่ 4.6 รายการตรวจสอบจากทฤษฎีเทียบกับผังก้างปลาของเครื่องอัดอากาศ

จุดตรวจสอบตามทฤษฎี	สาเหตุจากแผนผังเหตุและผล	การขัดข้องที่เคยเกิดขึ้น
- ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องของ Size Glass	- Tank มีรอยรั่วซึม - น้ำมันไม่ได้มาตรฐาน - เปิดเครื่องเป็นเวลานาน	-น้ำมันเครื่องต่ำกว่าครึ่ง
- อุณหภูมิของเครื่องอัดอากาศ	- อากาศเข้ามีอุณหภูมิสูง - ไส้กรองไม่สะอาด	- อุณหภูมิเครื่องอัดอากาศสูง
- ตรวจเช็ค Tank	- Tank ชำรุด - ไม่มีการซ่อมบำรุง	- น้ำมันรั่วออกจาก Tank
- ตรวจเช็คสายยางลม	- มีการเก็บรักษาไม่ดีมีการหักงอของสายยางขณะเก็บ - สายยางมีสภาพที่เก่า	- สายยางลมมีลมรั่วซึม
- ตรวจเช็คท่อส่งลม	- มีความชื้นทำให้เกิดสนิม - เสื่อมสภาพตามอายุการใช้งาน	- ท่อส่งมีรูรั่ว
- ตรวจเช็ควาล์วจ่ายลม	- วาล์วเปิดปิดเกิดการโยก - เกิดสนิมที่วาล์วจ่าย - วาล์วจ่ายชำรุด	- วาล์วจ่ายลมมีลมรั่ว
- ตรวจเช็คสายยางต่อไฮดรอลิค	- สายยางต่อไฮดรอลิคชำรุด - น็อตหลวม	- สายยางต่อไฮดรอลิคมีลมรั่ว

4.5 การตรวจเช็คอุปกรณ์ของระบบ PM

การตรวจเช็คอุปกรณ์ซึ่งจะทำการเช็คเพื่อติดตามความเสียหายหรือเหตุขัดข้องที่อาจจะเกิดขึ้น เพื่อที่จะสามารถแก้ไขได้ทันท่วงทีและให้งานเดินได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะมีการตรวจเช็คทั้งประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี ของเครื่องจักรและอุปกรณ์ หลักในการเลือกรายการตรวจสอบนั้น คือ เนื่องจากการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในครั้งนี้เป็นการปรับปรุงระบบใหม่ ดังนั้นควรที่จะใช้รายการตรวจสอบทั้งหมดที่ได้จากทฤษฎีและมีการเพิ่มการตรวจสอบจุดที่เคยเกิดการเสีย แต่ไม่มีในรายการการตรวจสอบตามทฤษฎีเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำอีก และการกำหนดความถี่ในการตรวจสอบก็สามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความถี่ของการเสียของเครื่องจักรที่นำมาจากการเก็บข้อมูลเองที่ผ่านมา

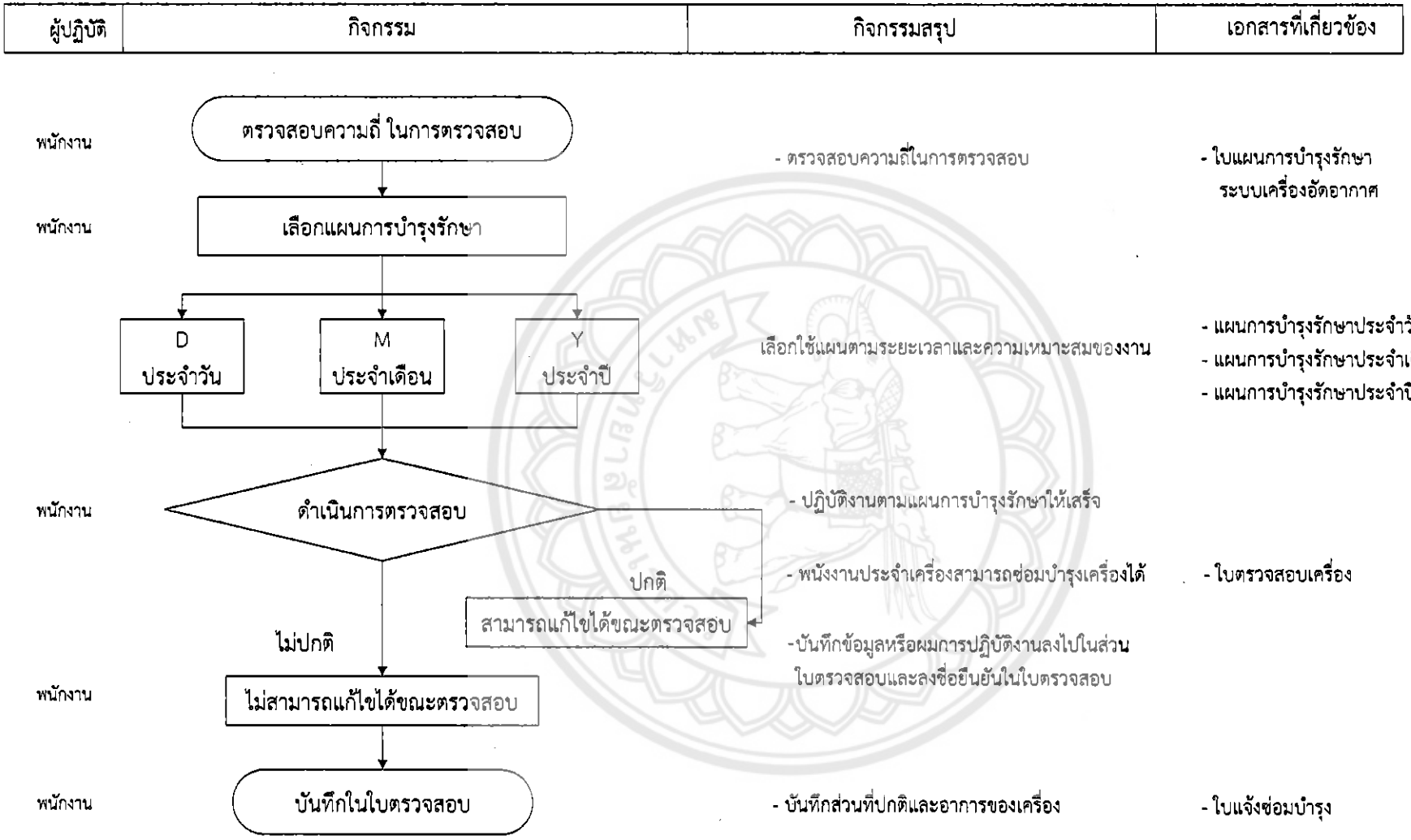
เครื่องจักร	เอกสารที่เกี่ยวข้อง



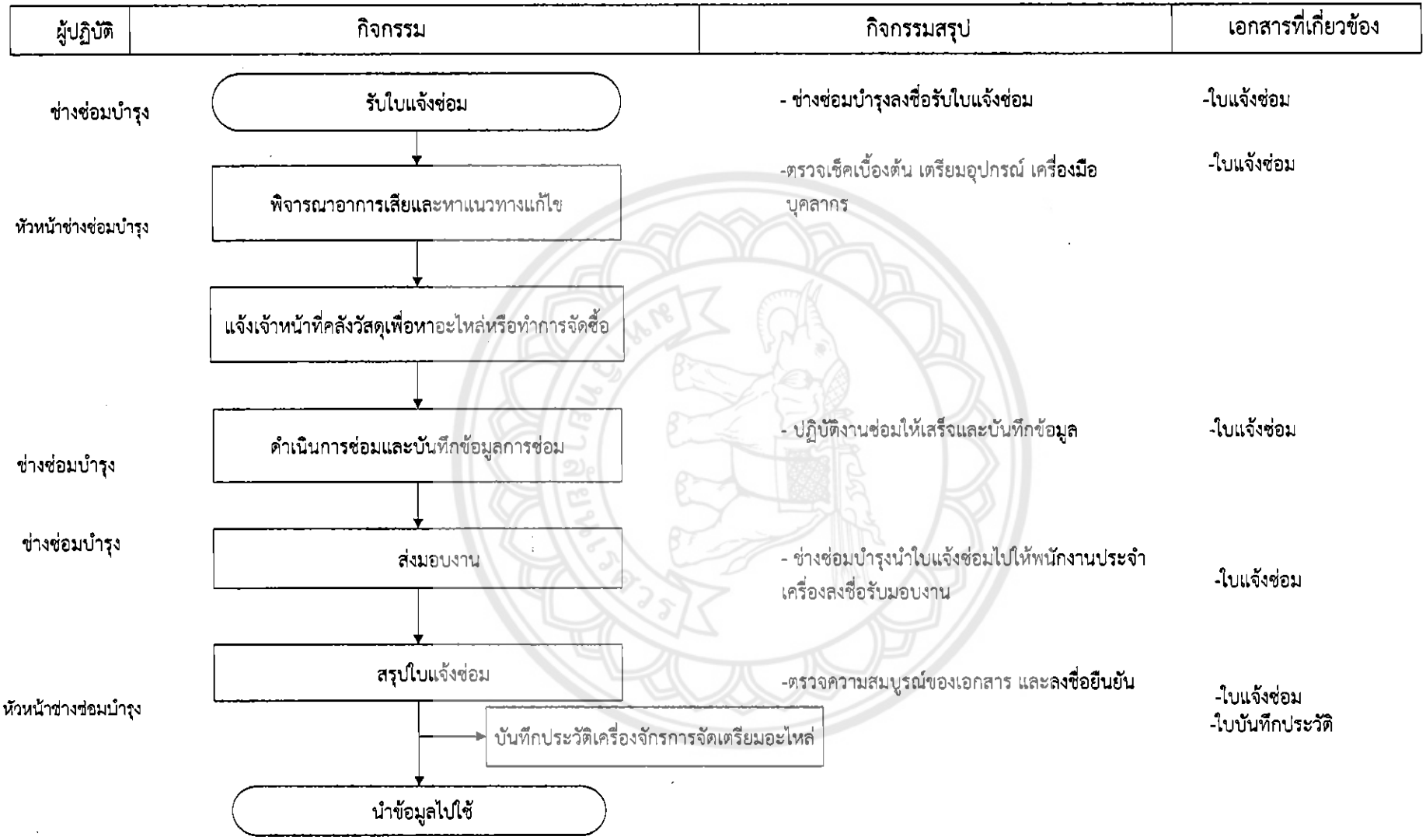
รูปที่ 4.12 ผังการจัดการระบบซ่อมบำรุงเครื่องอัดอากาศ

4.5.1 จัดทำ Flow Chart กิจกรรมการบำรุงระบบการจัดการเครื่องอัดอากาศ และ Flow Chart กิจกรรมงานซ่อมบำรุงจากใบแจ้งซ่อม

โดยจัดทำกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศและกิจกรรมงานซ่อมจากใบแจ้งซ่อม ทำให้พนักงานมองเห็นขั้นตอนกิจกรรมการบำรุงรักษาและกิจกรรมงานซ่อม เพื่อกำหนดให้พนักงานปฏิบัติเป็นมาตรฐานเดียวกันดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แสดง FLOW CHART กิจกรรมการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศ



รูปที่ 4.14 แสดง FLOW CHART กิจกรรมงานซ่อมจากใบแจ้งซ่อม

การบำรุงรักษาประจำวัน

หลักการจัด คือ ในการบำรุงรักษาประจำวันนั้นจะต้องดูเรื่องความสะอาดของเครื่องจักรที่สามารถทำได้ง่าย และการตรวจเช็คความพร้อมในการใช้เครื่องจักรของแต่ละวัน

มีรายการตรวจสอบดังนี้

1. UNLOAD PRESSURE
2. **ระดับน้ำมันเครื่อง**
3. **อุณหภูมิเครื่อง**
4. **ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน**
5. **ตรวจเช็คเสียงของ** COMPRESSOR
6. ตัวแยกน้ำมันออกจากลม
7. STARTER CONTACTORS
8. การใช้งานของพนักงาน
9. ปิด-เปิดเครื่อง

การบำรุงรักษาประจำเดือน

หลักการจัด คือ ในการบำรุงรักษาประจำเดือนนั้นเป็นการหล่อลื่นชิ้นส่วนที่มีการเสียดสี การตรวจสอบที่ต้องใช้เวลาพอสมควร และเรื่องความสะอาดส่วนที่ทำความสะอาดค่อนข้างยาก

มีรายการตรวจสอบดังนี้

1. ฟิวเตอร์กรองอากาศ
2. แผงน้ำมันหล่อเย็น
3. SEPARATOR SCAVENGE SCREEN & ORIFICE
4. มอเตอร์
5. ตรวจเช็คข้อต่อและท่อส่ง
6. ตรวจเช็คสายยางไฮดรอลิค

การบำรุงรักษาประจำปี

หลักการจัด คือ ในการบำรุงรักษาประจำปีนั้นเป็นถอดเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีความเสื่อมสภาพในการใช้งานไปแล้วมีรายการตรวจสอบดังนี้

1. **ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน**
2. **ตัวแยกน้ำมันออกจากลม**
3. **ฟิวเตอร์กรองอากาศ**
4. **แผงน้ำมันหล่อเย็น**

4.6 จัดทำแผนการบำรุงรักษาเบื้องต้นของระบบเครื่องอัดอากาศ

จากการวิเคราะห์รายการตรวจสอบจากทฤษฎีเปรียบเทียบกับแผนผังเหตุและผลข้างต้นที่ผ่านมานั้น จะนำมาจัดทำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักรโดยนำรายการตรวจสอบที่ได้มากำหนดวิธีการปฏิบัติและมาตรฐานการตัดสินใจในการตรวจสอบการบำรุงรักษา ซึ่งจะกำหนดลักษณะอธิบายรายละเอียดในแผนการบำรุงรักษา มีดังต่อไปนี้

D = ประจำวัน

M = ประจำเดือน

Y = ประจำปี

ฉะนั้นจึง จะต้องมีการจัดแผนการบำรุงรักษาระบบอัดอากาศประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี ซึ่งแผนการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศจะแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 4.7 ดังต่อไปนี้

4.6.1 ระเบียบปฏิบัติของเครื่องอัดอากาศ

ตารางที่ 4.7 แผนการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศ

แผนการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศโรงอบใบยา

จุดตรวจสอบ	วิธีการ	มาตรฐานการตัดสินใจ	ช่วงการตรวจสอบ			ผู้รับผิดชอบ
			D	M	Y	
1. UNLOAD PRESSURE	- ตรวจเช็คที่แผงหน้าปัด	-ดูความปกติของการทำงาน	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
2. ระดับน้ำมันเครื่อง	- ตรวจเช็คระดับน้ำมันต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์	-ระดับน้ำมันต้องอยู่ในระดับปกติเสมอ	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
3. อุณหภูมิของเครื่อง	- ใช้เครื่องมือทำการวัดความร้อนจากเครื่อง	-ตรวจอุณหภูมิของเครื่องต้องไม่เกิน 100 °C หรือ 210 °F	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
4. ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน	- ตรวจเช็คตัวกรองน้ำมันจากแผงหน้าปัด	-เมื่อมีการโชว์สีแดงที่หน้าปัดควรเปลี่ยน	✓		✓	นายชนะ บุญเกิดมา
5.ตรวจเช็คเสียงของ COMPRESSOR	- ฟังเสียงผิดปกติของ COMPRESSOR	- ดังผิดปกติควรหยุดเครื่องแล้วรีบหาสาเหตุ	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
6.ตัวแยกน้ำมันออกจากลม	- ตรวจเช็คที่ความดันตก	-ความดันตกต้องไม่เกิน12 PSI หรือ 0.8 BAR	✓		✓	นายชนะ บุญเกิดมา

ตารางที่ 4.7 แผนการบำรุงรักษาระบบเครื่องอัดอากาศ (ต่อ)

จุดตรวจสอบ	วิธีการ	มาตรฐานการตัดสินใจ	ช่วงการตรวจสอบ			ผู้รับผิดชอบ
			D	M	Y	
7.STARTER CONTACTORS	- ตรวจเช็คการทำงานและทำความสะอาด	-ดูความปกติของการทำงาน และคราบสกปรกติด	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
8. การใช้งานของพนักงาน	-ใช้ตาดูการใช้	-ตรวจดูการใช้งานที่ถูกต้อง	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
9. ปิด-เปิดเครื่อง	-ใช้สายตาดู	-ไม่มีเหตุขัดข้องในการเปิดปิด	✓			นายชนะ บุญเกิดมา
10. ฟิวเตอร์กรองอากาศ	- เป่าทำความสะอาด	-ต้องไม่มีคราบสกปรกติดอยู่		✓	✓	นายชนะ บุญเกิดมา
11. แผงน้ำมันหล่อเย็น	- ใช้ลมเป่าที่ COOLER เพื่อทำความสะอาดและสิ่งสกปรก	-COOLER ไม่มีฝุ่นและคราบสกปรก		✓	✓	นายชนะ บุญเกิดมา
12. SEPARATOR SCAVENGE SCREEN & ORIFICE	- ถอดล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยา	- ต้องไม่มีคราบสกปรกติด		✓		นายชนะ บุญเกิดมา
13. มอเตอร์	- ใช้หัวฉีดอัดจารบีที่ชุด BEARING ของมอเตอร์	-ที่ชุด BEARING ของมอเตอร์จารบีต้องไม่แห้ง		✓		นายชนะ บุญเกิดมา
14.ตรวจเช็คข้อต่อและท่อส่ง	-เดินฟังเสียงลมรั่วและใช้น้ำสบู่ลูบที่ข้อต่อสายลม	-ไม่มีเสียงลมรั่วและไม่มีฟองสบู่เนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อท่อ		✓		นายชนะ บุญเกิดมา
15.ตรวจเช็คสายยางไฮดรอลิก	-เดินฟังเสียงลมรั่วและใช้น้ำสบู่ลูบที่ข้อต่อสายยาง	-ไม่มีเสียงลมรั่วและไม่มีฟองสบู่เนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อสาย		✓		นายชนะ บุญเกิดมา

ระเบียบปฏิบัติการตรวจข้างต้นได้นำมาจาก ระเบียบคู่มือเครื่องอัดอากาศและจากการสำรวจจุดที่เกิดข้อขัดข้องนำมาเป็นข้อปฏิบัติที่ใช้ในการตรวจสอบประจำวัน ประจำสัปดาห์ ผู้ที่รับผิดชอบคือ นายชนะ บุญเกิดมา เป็นหัวหน้าแผนกฝ่ายซ่อมบำรุงของโรงอบใบยา ที่คอยดูแลเครื่องจักรทั้งโรงอบใบยา

4.7 การจัดทำใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักร

มีไว้เพื่อให้พนักงานใช้บันทึกการตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักร ซึ่งข้อมูลรายการตรวจสอบในใบตรวจสอบได้นำข้อมูลมาจากระเบียบปฏิบัติการบำรุงรักษา เพื่อลดความเสียหาย เสียเวลา อันเกิดจากเครื่องจักรขัดข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องจักรที่มีการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่องพร้อมกับยืดอายุการใช้งานของเครื่องจักรอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนและงบประมาณการจัดหาการซ่อมบำรุง ทำให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน ดังนั้นถ้าเกิดพนังงานไม่เข้าใจรายการตรวจสอบใดในใบตรวจสอบก็สามารถกลับไปดูที่ระเบียบปฏิบัติการบำรุงรักษาได้
มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

หมายเลข (1) คือ ชื่อใบตรวจสอบของเครื่องอัดอากาศ

หมายเลข (2) คือ ชื่อเครื่องจักร

หมายเลข (3) คือ กิจกรรมการตรวจสอบนั้นคืออะไรหากไม่เข้าใจวิธีการตรวจสอบก็สามารถกลับไปดูที่คู่มือปฏิบัติการบำรุงรักษาได้ที่ภาคผนวก

หมายเลข (4) คือ ลำดับเครื่อง

หมายเลข (5) คือ ช่วงการตรวจสอบเป็นการระบุช่วงการตรวจสอบเพื่อให้พนักงานทราบว่าควรตรวจก่อนหรือหลังเดินเครื่อง

หมายเลข (6) คือ มาตรฐานการตรวจ

หมายเลข (7) คือ ช่องสำหรับให้ผู้ที่ทำการตรวจสอบลงชื่อ

หมายเลข (8) คือ สัญลักษณ์แสดงความหมาย

หมายเลข (9) คือ ช่องสำหรับเช็คการตรวจสอบ

หมายเลข (10) คือ ช่องหมายเหตุสำหรับไว้เขียนวันเดือนปี

หมายเลข (11) คือ ตำแหน่งที่ผิดปกติ

หมายเลข (12) คือ สาเหตุ

หมายเลข (13) คือ การแก้ไข

หมายเลข (14) คือ ระยะเวลา

หมายเลข (15) คือ ผู้ซ่อม

หมายเลข (16) คือ ผู้ตรวจ

หมายเลข (17) คือ หมายเหตุ

ตารางที่ 4.8 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน รหัสใบตรวจเช็ค P1/001

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน (1)

ผู้ตรวจสอบ (7)

/ /

ชื่อเครื่องจักร : (2) เครื่องอัดอากาศ INGERROLL - RAND

ที่	กิจกรรมการตรวจ (3)	เครื่อง (4)	ผลและแผนการตรวจสอบประจำเดือน .....พ.ศ..... (8)																							✓ ปกติ		x ผิดปกติ		○ แก้ไข		ขณะ (5)		มาตรฐานการตรวจ (6)
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เดิน	หยุด	
1	UNLOAD PRESSURE	1																														P		ตรวจเช็คที่แผงหน้าปัด
		2																														P		
		3																														P		
2	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่อง	1																														P		ตรวจเช็คระดับน้ำมันต้องไม่ต่ำกว่าระดับ
		2																														P		
		3																														P		
3	ตรวจเช็คอุณหภูมิเครื่อง	1																														P		ตรวจอุณหภูมิของเครื่องต้องไม่เกิน100°C
		2																														P		
		3																														P		
4	ตรวจเช็คฟิวเตอร์กรองน้ำมัน	1																														P		เมื่อมีสัญญาณเตือนเป็นสีแดงควรเปลี่ยน
		2																														P		
		3																														P		
5	ตรวจเช็คเสียงของเครื่องอัดอากาศ	1																														P		เกิดเสียงดังผิดปกติควรหยุดเครื่องและหาสาเหตุแก้ไข
		2																														P		
		3																														P		
6	ตรวจเช็คตัวแยกน้ำมันออกจากลม	1																														P		ตรวจเช็คความดันตกต้องไม่เกิน 0.8 bar
		2																														P		
		3																														P		

(9)

ตารางที่ 4.8 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน (ต่อ)

7	STARTER CONTACTORS	1																														P		ดูความปกติของการทำงาน และคราบสกปรก
		2																														P		
		3																														P		
8	การใช้งานของพนักงาน																															P		ดูการใช้งานที่ถูกต้อง
9	การปิด-เปิดเครื่อง																															P		ไม่มีเหตุขัดข้องในการเปิดปิด

ที่	วัน/เดือน/ปี	ตำแหน่งที่ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	ระยะเวลา	ผู้ซ่อม	ผู้ตรวจ	หมายเหตุ
	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)

ตารางที่ 4.9 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน รหัสใบตรวจเช็ค P2/001

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน

ชื่อเครื่องจักร : เครื่องอัดอากาศ INGERROLL - RAND

ผู้ตรวจสอบ
/ /

ที่	กิจกรรมการตรวจ	เครื่อง	ผลและแผนการตรวจสอบประจำปี พ.ศ.....									✓ ปกติ	× ผิดปกติ	○ แก้ไข	ขณะ		มาตรฐานการตรวจ
			ม.ค	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เดิน	หยุด	
1	ตรวจเช็คฟิวเตอร์กรองอากาศ	1														P	เป่าทำความสะอาด
		2														P	
		3														P	
2	ตรวจเช็คแผงน้ำมันหล่อเย็น	1														P	ใช้ลมเป่าที่แผงรังผึ้งเพื่อทำความสะอาด
		2														P	
		3														P	
3	SEPARATOR SCAVENGE SCREEN & ORIFICE	1														P	ถอดล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยา
		2														P	
		3														P	
4	มอเตอร์	1														P	ใช้หัวฉีดอัดจารบีที่ชุด BEARING ของมอเตอร์
		2														P	
		3														P	
5	ตรวจเช็คข้อต่อและท่อส่ง														P		ไม่มีเสียงลมรั่วเนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อท่อ
6	ตรวจเช็คสายยางไฮดรอลิก														P		ไม่มีเสียงลมรั่วเนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อ

ตารางที่ 4.9 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน (ต่อ)

ที่	วันเดือนปี	ตำแหน่งที่ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	ระยะเวลา	ผู้ซ่อม	ผู้ตรวจ	หมายเหตุ

ตารางที่ 4.10 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำปี

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาประจำปี รหัสใบตรวจสอบ P3/001

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ถอดเปลี่ยน

ชิ้นส่วน	มาตรฐาน	หมายเหตุ
☐ 1. ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน	- เปลี่ยนทุก 12 เดือนหรือตามสภาพใช้งานจริง	
☐ 2. ตัวแยกน้ำมันออกจากลม	- เปลี่ยนเมื่อตรวจพบว่าความดันตกเกิน 12 psi หรือมีน้ำมันปนไปกับ Pressure	
☐ 3. ฟิวเตอร์กรองอากาศ	- เปลี่ยนทุก 12 เดือนหรือตามสภาพใช้งานจริง	
☐ 4. แผงน้ำมันหล่อเย็น	- เปลี่ยนทุก 6 เดือนมีการเติมน้ำมันต่ำกว่าครึ่ง	
☐ 5. อื่นๆ		

* หมายเหตุ กรอกเครื่องหมาย ✓ เมื่อมีการเปลี่ยน

ลงชื่อผู้ตรวจเช็ค

.....

...../...../.....

4.8 ทดลองและตรวจสอบการใช้งานจริง

หลังจากการวิเคราะห์ข้อมูลหาแนวทางในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรแล้วทำการทดลองใช้ ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักร เพื่อที่จะนำไปทดลองใช้งานจริงภายในโรงงาน ซึ่งขั้นตอนการเข้าไปทดลองใช้แผนบำรุงรักษาเครื่องจักรมีดังนี้

4.8.1 ขออนุญาตจากเจ้าของโรงงานและเสนอแผนการบำรุงรักษาให้ผู้จัดการโรงงานทราบ

4.8.2 ขอความร่วมมือจากพนักงานทุกคนภายในโรงงาน

4.8.3 อธิบายการใช้ระเบียบปฏิบัติการบำรุงรักษาเครื่องจักร ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กับช่างและพนักงานได้ทราบ

4.8.4 แจกใบตรวจสอบการบำรุงรักษาประจำวันให้กับพนักงานประจำเครื่องจักรเพื่อตรวจสอบการบำรุงรักษาประจำวัน

4.8.5 หลังจากทดลองใช้งานได้ในระยะหนึ่งแล้วก็เข้าไปสอบถามความเข้าใจของพนักงานเพื่อตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นและหาปัญหาในการใช้ใบตรวจสอบการบำรุงรักษา

4.9 การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของระบบอัดอากาศก่อนการตรวจวัด

เครื่องอัดอากาศขนาด 77 แรงม้า จำนวน 2 เครื่อง มีการทำงานวันละ 15 ชั่วโมง สัปดาห์ ละ 3 วัน ซึ่งมีวันหยุดนักขัตฤกษ์ 19 วัน รวมทั้งสิ้น 2,205 ชม./ปี หรือคิดเป็น 147 วัน/ปี โรงงานเป็นโรงงานขนาดกลางค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 Bt./kWh (ปี 2553)

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

4.9.1 กำลังไฟฟ้าที่ใช้คำนวณจาก (kW)

$$P = \text{กระแสไฟฟ้าที่ใช้} \times \text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} \times 380 \times \sqrt{3}$$

4.9.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh) คำนวณจากระยะเวลาการทำงาน

คำนวณเครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

ขณะมีภาระ	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	$= \sqrt{3} \times 380 \times 87.7 \times 0.8$	
		$= 46.12$ kW	(5)
	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$= 46.12 \times 0.9 \times 2{,}205$	
		$= 91{,}525.14$ (kWh/yr)	(6)
	ค่าไฟฟ้า	$= 91{,}525.14 \times 3.76$	
		$= 344{,}134.53$ (Bt./yr)	(7)
ขณะไม่มีภาระ	กำลังไฟฟ้าที่ใช้	$= \sqrt{3} \times 380 \times 30.0 \times 0.5$	
		$= 9.861$ kW	(5)
	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้	$= 9.861 \times 0.1 \times 2{,}205$	
		$= 2{,}174.35$ (kWh/yr)	(6)

ค่าไฟฟ้า = 2,174.35 × 3.76

= 8,175.56 (Bt./yr) (7)

ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) = [(46.12 × 0.90 × 15) + (9.861 × 0.10 × 15)] / 15

= 42.49 kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 93,690.45 kWh)

คำนวณเครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

ขณะมีภาระ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = $\sqrt{3}$ × 380 × 89.9 × 0.8

= 47.28 kW (5)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 47.28 × 0.9 × 2,205

= 93,827.16 (kWh/yr) (6)

ค่าไฟฟ้า = 93,827.16 × 3.76

= 352,790.12 (Bt./yr) (7)

ขณะไม่มีภาระ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ = $\sqrt{3}$ × 380 × 33.0 × 0.5

= 10.85 kW (5)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 10.85 × 0.1 × 2,205

= 2,392.42 (kWh/yr) (6)

ค่าไฟฟ้า = 2,392.42 × 3.76

= 8,995.52 (Bt./yr) (7)

ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) = [(47.28× 0.90 × 15) + (10.85 × 0.10 × 15)] / 15

= 43.63 kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 96,204.15 kW)

เครื่องอัดอากาศขนาด 57 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง มีการทำงานวันละ 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 6 วัน ซึ่งมีวันหยุดนักขัตฤกษ์ 19 วัน รวมทั้งสิ้น 4,410 ชม./ปี หรือคิดเป็น 294 วัน/ปี โรงงานเป็นโรงงานขนาดกลางค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.76 Bt./kWh (ปี 2553)

คำนวณเครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

ขณะมีภาระ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ $= \sqrt{3} \times 380 \times 66.9 \times 0.8$

$= 35.18$ kW (5)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ $= 35.18 \times 0.8 \times 4,410$

$= 124,115.04$ (kWh/yr) (6)

ค่าไฟฟ้า $= 124,115.04 \times 3.76$

$= 466,672.55$ (Bt./yr) (7)

ขณะไม่มีภาระ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ $= \sqrt{3} \times 380 \times 25.0 \times 0.5$

$= 8.22$ kW (5)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ $= 8.22 \times 0.2 \times 4,410$

$= 7,250.04$ (kWh/yr) (6)

ค่าไฟฟ้า $= 7,250.04 \times 3.76$

$= 27,260.15$ (Bt./yr) (7)

ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) $= [(35.18 \times 0.8 \times 15) + (8.22 \times 0.2 \times 15)] / 15$

$= 29.79$ kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 120,194.58 kWh)

การประมาณการปริมาณพลังงานที่ประหยัดของแต่ละรายการ

1. รายละเอียดคอมเพรสเซอร์ มีมอเตอร์ขนาด 77 แรงม้าจำนวน 2 ชุด และขนาด 57 แรงม้า จำนวน 1 ชุด ซึ่งใช้แรงดันที่ 7 บาร์เท่ากันทั้งหมด

2. กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

วัดขณะมีภาระเต็มที่	46.12 kW	(8)
วัดขณะไร้ภาระ	9.86 kW	(8)
วัดขณะมีภาระเฉลี่ย	42.49 kW	(8)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

วัดขณะมีภาระเต็มที่	47.28 kW	(9)
วัดขณะไร้ภาระ	10.85 kW	(9)
วัดขณะมีภาระเฉลี่ย	43.63 kW	(9)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

วัดขณะมีภาระเต็มที่	35.18 kW	(10)
วัดขณะไร้ภาระ	8.22 kW	(10)
วัดขณะมีภาระเฉลี่ย	29.79 kW	(10)

3. จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องอัดอากาศทั้ง 3 ชุดมีการทำงาน 15 ชั่วโมงต่อวัน

4. การสิ้นเปลืองพลังงาน

4 ก. การใช้พลังงานต่อวัน = ภาระเฉลี่ย (kW) × จำนวน ชม. การทำงานต่อวัน

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

การใช้พลังงานต่อวัน = 42.49 kW × 15 h = 637.45 kWh (8)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

การใช้พลังงานต่อวัน = 43.63 kW × 15 h = 654.45 kWh (9)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

การใช้พลังงานต่อวัน = 29.79 kW × 15 h = 446.82 kWh (10)

4 ข. การใช้พลังงานต่อเดือน = การใช้พลังงานต่อวัน (kWh) × จำนวนวันทำงานต่อเดือน

จำนวนวันทำงานต่อเดือน = ชั่วโมงทำงานต่อปี / (เดือนต่อปี × ชั่วโมงทำงานต่อวัน)

จำนวนวันทำงานต่อเดือน = 2,205 / (12 × 15)

= 12.25 วัน/เดือน

(เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950 และ เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951)

จำนวนวันทำงานต่อเดือน = 4,410 / (12 × 15)

= 24.5 วัน/เดือน

(เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

การใช้พลังงานต่อเดือน = 637.45 kWh × 12.25 = 7,808.76 kWh (8)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

การใช้พลังงานต่อเดือน = 654.45 kWh × 12.25 = 8,017.01 kWh (9)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

การใช้พลังงานต่อเดือน = 446.82 kWh × 24.5 = 10,947.09 kWh (10)

5. การรั่วของอากาศ

กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW) = $\frac{\text{ปริมาณอากาศรั่ว (l/s)}}{3}$

พลังงานที่ประหยัดได้ = กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย (kW) × จำนวน ชม. ที่ใช้งานต่อเดือน

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

พลังงานที่ประหยัดได้ = 27.87 × 15 × 12.25

= 5,121.11 kWh (8)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

พลังงานที่ประหยัดได้ = 5.07 × 15 × 12.25

= 931.61 kWh (9)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

พลังงานที่ประหยัดได้ = 0.36 × 15 × 24.5

= 132.3 kWh (10)

6. การลดความดันอากาศ

พลังงานที่ประหยัดได้ = พลังงานที่เครื่องอัดอากาศใช้ต่อเดือน × พลังงานที่ประหยัดได้(%) จากการลดความดันอากาศ

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013950

พลังงานที่ประหยัดได้ = 7,808.76 × 0.08

= 624.7 kWh (8)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013951

พลังงานที่ประหยัดได้ = 8,017.01 × 0.08

= 641.35 kWh (9)

เครื่องอัดอากาศรหัสที่ 10013952

พลังงานที่ประหยัดได้ = 10,947.09 × 0.08

= 875.76 kWh (10)

ตารางที่ 4.11 ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานของเครื่องอัดอากาศ

	ระยะเวลาที่ใช้ (%) (1)	แรงดัน (Volt) (2)	กระแสไฟฟ้าที่ใช้ (Amps) (3)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (4)	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW) (5)	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh/yr) (6)	ค่าไฟฟ้า (Bt./yr.) (7)
เครื่องอัดอากาศ	ทำงานวันละ 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 วัน รวมทั้งสิ้น 2,205 ชม./ปี						
รหัสที่ 10013950	ราคาค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 3.76 Bt./kWh (ปี 2553)						
ขณะมีภาระ	90	380	87.7	0.8	46.12	91,525.14	344,134.53
ขณะไม่มีภาระ	10	380	30.0	0.5	9.861	2,174.35	8,175.56
	ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) = [(46.12 × 0.90 × 15) + (9.861 × 0.10 × 15)] / 15 = 42.49 kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 93,690.45 kWh)						
เครื่องอัดอากาศ	ทำงานวันละ 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 3 วัน รวมทั้งสิ้น 2,205 ชม./ปี						
รหัสที่ 10013951	ราคาค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 3.76 Bt./kWh (ปี 2553)						
ขณะมีภาระ	90	380	89.9	0.8	47.28	93,827.16	352,790.12
ขณะไม่มีภาระ	10	380	33.0	0.5	10.85	2,392.42	8,995.52
	ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) = [(47.28× 0.90 × 15) + (10.85 × 0.10 × 15)] / 15 = 43.63 kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 96,204.15 kWh)						
เครื่องอัดอากาศ	ทำงานวันละ 15 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 6 วัน รวมทั้งสิ้น 4,410 ชม./ปี						
รหัสที่ 10013952	ราคาค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย 3.76 Bt./kWh (ปี 2553)						
ขณะมีภาระ	80	380	66.9	0.8	35.18	124,115.04	466,672.55
ขณะไม่มีภาระ	20	380	25.0	0.5	8.22	7,250.04	27,260.15
	ค่าภาระเฉลี่ยที่ (15 ชม./วัน) = [(35.18 × 0.8 × 15) + (8.22 × 0.2 × 15)] / 15 = 29.79 kW (พลังงานที่ใช้ต่อปี = 120,194.58 kWh)						
	Total					321,284	1,208,028

ตารางที่ 4.12 ปริมาณพลังงานที่ประหยัดของแต่ละรายการ

รายการที่	ข้อมูล / สูตรที่ใช้คำนวณ	เครื่องอัดอากาศ			รวม
		รหัสที่ 10013950 (8)	รหัสที่ 10013951 (9)	รหัสที่ 10013952 (10)	(11)
1	**รายละเอียดคอมเพรสเซอร์**				
	มอเตอร์ (kW)	77	77	57	-
	ความดันที่ใช้ทำงาน (kPa)	7	7	7	-
2	**กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ**				
	ขณะมีภาระเต็มที่ (kW)	46.12	47.28	35.18	-
	ขณะไร้ภาระ (kW)	9.86	10.85	8.22	-
	ขณะมีภาระเฉลี่ย (kW)	42.49	43.63	29.79	-
3	**ระยะเวลาทำงาน**				
	จำนวนชั่วโมงการทำงานทั้งหมดต่อวัน (h)	15	15	15	-
4	**การสิ้นเปลืองพลังงาน**				
4 ก.	**การใช้**พลังงานต่อวัน = จำนวน ชม. การทำงานต่อวัน × ภาระเฉลี่ย (kW)	637.45	654.45	446.82	1,738.62
4 ข.	การใช้พลังงาน / เดือน = การใช้พลังงานต่อวัน (kWh) × จำนวนวันทำงานต่อเดือน = kWh	7,808.76	8,017.01	10,947.09	26,772.86
5	**การรั่วของอากาศ**				
	กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (kW) = ปริมาณอากาศรั่ว (l/s) / 3	27.87	5.07	0.36	33.3
	พลังงานที่ประหยัดได้ = กำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย (kW) × จำนวน ชม. ที่ใช้งานต่อเดือน = kWh	5,121.11	931.61	132.30	6,185.02
6	**การลดความดันอากาศ**				
	พลังงานที่ประหยัดได้ = พลังงานที่เครื่องอัดอากาศใช้ต่อเดือน × พลังงานที่ประหยัดได้ (%) จากการลดความดันอากาศ = kWh	624.70	641.35	875.76	2141.81
7	**รวมปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด** จากรายการที่ 5 และ 6 และหักออก 10% เพื่อชดเชยการประหยัดที่เกิดขึ้นเนื่องจากเป็นผลต่อเนื่อง** พลังงานที่ประหยัดได้จริง = (รวมพลังงานที่ประหยัดได้จากรายการที่ 5 และ 6) × 0.9 = kWh	5,745.81	1,572.96	1,008.06	7,494.15

** การคำนวณในรายการที่ 5 และ 6 เป็นการคำนวณประหยัดพลังงานของแต่ละรายการโดยอิสระไม่ขึ้นแก่กัน แต่ในทางปฏิบัติแล้วการประหยัดพลังงานในรายการหนึ่งจะส่งผลต่อเนื่องให้เกิดการประหยัดพลังงานในอีกรายการหนึ่ง ดังนั้น มูลค่าของพลังงานที่ประหยัดได้จริงจะต่ำกว่าที่คำนวณได้ประมาณ 10%

4.10 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

4.10.1 ต้องประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างน้อย 5%

การประมาณการคำนวณเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงาน

$$\text{เปอร์เซ็นการประหยัดพลังงาน} = \frac{\text{ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ทั้งหมด} \times 100}{\text{การใช้พลังงาน / เดือน}} \quad (4.1)$$

แทนค่า

$$= \frac{7{,}494.15 \times 100}{26{,}772.86}$$

$$= 27.9\ \%$$

จากการประมาณการคำนวณเปอร์เซ็นการประหยัดพลังงานหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 27.9 % แสดงว่าให้เห็นว่ามีเปอร์เซ็นที่ประมาณการประหยัดพลังงานมากกว่า 5% ทำให้ผลการประหยัดพลังงานมีแนวโน้มบรรลุเกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ

4.11 สรุปผลเปรียบเทียบพลังงานกับหน่วยผลิตที่เกิดขึ้นจริง

ตารางที่ 4.13 พลังงานกับหน่วยผลิตหลังปรับปรุงเทียบกับพลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงานที่เกิดขึ้นจริง

เดือน	ก่อนปรับปรุง ปี 2552			หลังปรับปรุง ปี 2553		
	ผลิต (ตัน)	พลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงาน kWh	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า kWh/ตัน	ผลิต (ตัน)	พลังงานไฟฟ้าทั้งโรงงาน kWh	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า kWh/ตัน
ม.ค.	70.74	67,203.00	950	82.04	71,374.80	870
ก.พ.	-	-	-	-	-	-
มี.ค.	801.60	144,288.00	180	809.00	113,260.00	140
เม.ย.	772.40	193,100.00	250	742.70	163,394.00	220
ค่าเฉลี่ย	548.24	134863.67	460	544.58	116009.6	410
สรุปผล	245.99 kWh/ตัน			213.02 kWh/ตัน		

การคำนวณ [1 - (213.02 / 245.99)] x 100 % = 13.40 %

จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยในตารางที่ 4.13 พลังงานไฟฟ้าเทียบกับผลผลิต ก่อนปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 245.99 kWh/ตันและหลังปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 213.02 kWh/ตัน ในเดือนตรงกันแต่ข้ามปี เพื่อตัดผลกระทบเรื่องการผลิตตามฤดูกาลออกไป จะเห็นว่าหลังการปรับปรุงมีค่าการใช้พลังงานต่อตันที่ลดลง เมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นเท่ากับ 13.40 % เมื่อเทียบกับปี 2552

ในการเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ ได้ทำการใช้เครื่องวัดกระแสไฟฟ้าแบบก้ามปู ในการตรวจวัดกระแสของเครื่องอัดอากาศ มีความถี่ในการตรวจวัด 1ครั้ง/เดือนแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 4.15 แสดงภาพเครื่องวัดไฟฟ้าแบบก้ามปูและการตรวจวัด

ตารางที่ 4.14 สรุปผลเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศต่อหน่วยผลิตที่เกิดขึ้นจริง

เดือนที่ผลิต	ก่อนปรับปรุง ปี 2552		หลังปรับปรุง ปี 2553	
	ผลิต (ตัน)	พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ kWh	ผลิต (ตัน)	พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศ kWh
ม.ค.	70.74	3,454.489	82.04	2,904.30
ก.พ.	-	-	-	-
มี.ค.	801.60	39,145.02	809.00	28,639.45
เม.ย.	772.40	37,719.07	742.70	26,292.36
ค่าเฉลี่ย	548.24	26,772.86	544.58	19,278.71
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	48.83 kWh/ตัน		35.40 kWh/ตัน	

การคำนวณ [1 - (35.40 / 48.83)] x 100 % = 27.5 %

จากตารางที่ 4.14 จะพบว่าตัวเลขของดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศต่อหน่วยผลิตหลังการปรับปรุงในเดือนมกราคม มีนาคม และเดือนเมษายน ซึ่งตรงกันแต่ข้ามปีเพื่อตัดผลกระทบเรื่องฤดูกาล มีค่าการใช้พลังงานน้อยกว่า ตัวเลขดัชนีการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศก่อนการปรับปรุง แสดงว่าการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยลงถึงร้อยละ 27.5 เมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง สรุปแล้วผลของการจัดการทำระบบซ่อมบำรุงเชิงป้องกันของเครื่องอัดอากาศสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้เกินดัชนีชี้วัดผลสำเร็จที่ได้ตั้งไว้

4.12 การประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจ

ข้อมูลการประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจการจัดทำคู่มือการใช้งานและมาตรฐานบำรุงรักษาเครื่องจักรของผู้ใช้งาน ผู้ซ่อมแซม และหัวหน้าแผนก ทั้งหมดจำนวน 20 ใบประเมิน ดูตัวอย่างแบบสอบถามได้จากภาคผนวก จ

จากคะแนนเต็ม 1,000 คะแนน เท่ากับ 100 %

ได้คะแนนรวม 796 คะแนน เท่ากับ $\frac{796 \times 100\ \%}{1,000}$ = 79.6 %

จากการประเมินความคิดเห็นความพึงพอใจการจัดทำคู่มือการใช้งานและมาตรฐานบำรุงรักษาเครื่องจักรของผู้ใช้งาน ผู้ซ่อมแซม และหัวหน้าแผนก มีระดับความพึงพอใจทั้งหมดรวมร้อยละ 79.6 แสดงดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 รวมคะแนนความคิดเห็นความพึงพอใจการจัดทำคู่มือการใช้งานและใบมาตรฐานบำรุงรักษาในแต่ละรายการ

ที่	กิจกรรมการประเมิน	คะแนน	คะแนนเต็ม	คิดเป็น (%)
1.	ท่านทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมมากน้อยเพียงใด	88	100	88
2.	เนื้อหาและความละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติงานบำรุงรักษา	82	100	82
3.	ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในคู่มือการบำรุงรักษา	76	100	76
4.	รูปแบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	72	100	72
5.	สามารถทำตามคู่มือนี้ได้	70	100	70
6.	ท่านคิดว่าใบตรวจสอบมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด	69	100	69
7.	ท่านมีความประสงค์ที่จะทำการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนการทำงานมากน้อยเพียงใด	82	100	82
8.	ท่านคิดว่ากิจกรรมซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีผลทำให้การชำรุดของเครื่องอัดอากาศลดลงมากน้อยเพียงใด	81	100	81
9.	ท่านคิดว่ากิจกรรมการซ่อมแซมบำรุงเชิงป้องกันมีผลต่อการทำงานมากน้อยพียงใด	84	100	84
10.	โดยภาพรวม ท่านพอใจต่อกิจกรรมการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ปรับใหม่นี้อย่างไร	92	100	92
	รวม	796	1,000	79.6

จากผลการวิจัยปรากฏว่าคู่มือการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องจักรและใบมาตรฐานการใช้งานตรวจสอบที่จัดทำขึ้นมีผลสัมฤทธิ์จากการทดลองใช้ของผู้ทดลองใช้ ทั้งผู้ซ่อมแซม และหัวหน้าแผนซ่อมบำรุง จากจำนวน 20 ใบประเมิน มีรายละเอียดระดับความคิดเห็นในแต่ล่ะรายการแสดงดังตารางที่ 4.15 และโดยภาพรวมในข้อที่ 10 มีระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันร้อยละ 92

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินการวิจัย

โครงงานวิจัยนี้เป็นการจัดทำระบบการจัดการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศในโรงอบใบยาจังหวัดแพร่ โดยการเก็บข้อมูลการเสียของเครื่องอัดอากาศและระบบท่อลมมาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีเพื่อจัดทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักร

จากการเก็บข้อมูลเครื่องอัดอากาศภายในโรงงานมีเครื่องอัดอากาศที่ใช้งานอยู่ทั้งหมด 3 เครื่อง จากนั้นได้นำข้อมูลการเสียของเครื่องจักรมาวิเคราะห์โดยใช้แผนผังก้างปลาเพื่อหาสาเหตุของอาการเสีย แล้วนำมาเปรียบเทียบกับทฤษฎีการบำรุงรักษา เพื่อหารายการตรวจสอบมาใช้ในการจัดทำแผนบำรุงรักษาเครื่องจักร และจัดทำระบบการบำรุงรักษา ซึ่งได้จัดทำใบตรวจสอบในการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศทั้ง 3 เครื่อง โดยรายการตรวจสอบและความถี่ในการตรวจสอบนั้นจะพิจารณาจากทฤษฎีและข้อมูลความถี่ที่เครื่องจักรเสียควบคู่กันไป แล้วได้นำแผนการบำรุงรักษาไปทดลองใช้ พบว่าจากที่ได้ปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติการและการซ่อมบำรุงทำให้ได้ค่าการใช้พลังงานการใช้ไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศก่อนการปรับปรุงมีค่าเท่ากับ 48.83 KWh/ตัน และได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าหลังการปรับปรุงมีค่าพลังงานเท่ากับ 35.40 KWh/ตัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าค่าพลังงานของเครื่องอัดอากาศลดลงที่เกิดขึ้นจริงเมื่อเทียบกับก่อนการปรับปรุง คิดเป็นเปอร์เซ็นมีค่าการประหยัดพลังงานเท่ากับ 27.5 %

จากแผนการดำเนินงานสรุปได้ว่า ได้มีการทดลองใช้เอกสารสำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรและมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรมีความเหมาะสมกับการใช้งานภายในโรงงาน

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปเปรียบเทียบระบบเก่า ระบบใหม่

ระบบเดิม	ระบบใหม่
1.ด้านระบบการบำรุงรักษา 1.1 เป็นระบบการซ่อมบำรุงรักษาหลังจากการขัดข้องเสียหายของเครื่องจักรจะกระทำภายหลังจากเครื่องจักรเกิดการเสียหายจนต้องหยุดทำการผลิต	1.ด้านระบบการบำรุงรักษา 1.1 เป็นการซ่อมบำรุงเพื่อป้องกัน เป็นการดูแลซ่อมแซมชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรที่อาจเกิดการชำรุดเสียหายก่อนที่จะเกิดเหตุขัดข้องเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการหยุดชะงักในการผลิต

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปเปรียบเทียบระบบเก่า ระบบใหม่ (ต่อ)

2.ด้านการทำงาน 2.1 เครื่องอัดอากาศมีการผลิตอากาศที่ความดัน 8 bar	2.ด้านการทำงาน 2.1 มีการปรับลดความดันจากเดิมที่มีการผลิตอากาศอัดที่ความดัน 8 bar มาเป็น 7 bar ซึ่งสามารถลดการผลิตอากาศอัดได้ 1 bar และยังคงทำงานการผลิตได้ตามปกติ
3.ด้านจุดรั่วไหลของอากาศ 3.1 มีปริมาณอากาศรั่วทั้งหมด 4 จุด	3.ด้านจุดรั่วไหลของอากาศ 3.1 ไม่มีจุดรั่วเพราะมีการตรวจสอบจุดรั่วของอากาศทุกๆเดือน
4.ด้านเอกสารในการตรวจเช็ค 4.1 ไม่มีเอกสารในการตรวจสอบความเสียหายเลย	4.ด้านเอกสารในการตรวจเช็ค 4.1 ได้มีการจัดทำเอกสารในการตรวจเช็ค เป็นประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี
5.ด้านระบบการจัดการ 5.1 ไม่มีระบบแผนในการตรวจเช็คเครื่องอัดอากาศ	5.ด้านระบบการจัดการ 5.1 มีระบบในการตรวจเช็คและมีลำดับขั้นตอนในการในการทำการตรวจ และซ่อมแซม

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในช่วงของเวลาการทำสะอาดเครื่องจักรตอนเลิกงานในตอนเย็นควรมีการกดกริ่งสัญญาณให้พนักงานทำความสะอาดเครื่องจักรก่อนเวลาเลิกงานด้วย เนื่องจากพนักงานบางคนทำความสะอาดเครื่องไม่ทันจึงทำให้ไม่ได้ทำความสะอาดเครื่องจักร

5.2.2 ควรมีการอบรมในเรื่องของทักษะการทำงานรวมไปถึงการใช้คู่มือมาตรฐานการบำรุงรักษาและใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กับพนักงานที่เข้ามาใหม่ และพนักงานในสายงานที่พนักงานขาดงานบ่อยหรือที่ต้องออกไปทำงานนอกสถานที่ เพื่อให้พนักงานในสายงานเดียวกันนั้นทำการตรวจเช็คแทนได้

เอกสารอ้างอิง

เกียรติไกร อายุวัฒน์ (ผู้บรรยาย). (มกราคม 2549). สาระสำคัญของ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

ใน คู่มือและเอกสารประกอบการฝึกอบรมการจัดการพลังงานไฟฟ้า

(หน้า 6-1 6-19). ปทุมธานี: บริษัท เอ็นเนอร์ คอนซัลแตนท์ จำกัด

จิรศักดิ์ บุญรอด. (2533). คู่มือประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ.(1).

กรุงเทพฯ: บริษัท ประชาชน จำกัด

พูลพร แสงบางปลา. (2545) .การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตโดยการบำรุงรักษา TPM.(3).

กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โมโตกิ มัตสุโอะ (2544). เทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรม (ดร.บัญชิต โรจน์อารยานนท์,ประยูร เชี่ยววัฒนา,สายกมล กมลยะบุตร,ระนอง พยัคฆพันธ์,สุธี ฉัตรชัยเวช, ผู้แปล).

กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น)

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย คู่มือการประหยัดพลังงานสำหรับระบบอัดอากาศ ; กรุงเทพ

ประยูร สตารัตน์ , เดชอนันต์ โกมาสถิต , ธีรพจน์ พุทธิกีฎกวงศ์ (พ.ศ.2540). ผลของการเปลี่ยนความดันอากาศต่อค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่

ภาคผนวก ก

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน ประจำเดือน และประจำปี

ตารางที่ ก.1 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน รหัสใบตรวจเช็ค P1/001

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำวัน

ชื่อเครื่องจักร : เครื่องอัดอากาศ INGERROLL - RAND

ผู้ตรวจสอบ
/ /

ที่	กิจกรรมการตรวจ	เครื่อง	ผลและแผนการตรวจสอบประจำเดือน .พ.ศ ..																									✓ ปกติ		× ผิดปกติ		○ แก้ไข		ขณะ		มาตรฐานการตรวจ
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	เดิน	หยุด	
1	UNLOAD PRESSURE	1																																P		ตรวจเช็คที่แผงหน้าปัด
		2																																P		
		3																																P		
2	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่อง	1																																P		ตรวจเช็คระดับน้ำมันต้องไม่ต่ำกว่า ระดับ
		2																																P		
		3																																P		
3	ตรวจเช็คอุณหภูมิเครื่อง	1																																P		ตรวจอุณหภูมิของเครื่องต้องไม่เกิน 100 °C หรือ 210°F
		2																																P		
		3																																P		
4	ตรวจเช็คฟิวเตอร์กรองน้ำมัน	1																																P		ตรวจเช็คเมื่อหน้าปัดเป็นสีแดงควรเปลี่ยน
		2																																P		
		3																																P		
5	ตรวจเช็คเสียงของเครื่องอัดอากาศ	1																																P		เกิดเสียงดังผิดปกติควรหยุดเครื่องและหาสาเหตุแก้ไข
		2																																P		
		3																																P		
6	ตรวจเช็คตัวแยกน้ำมันออกจากลม	1																																P		ตรวจเช็คความดันตกต้องไม่เกิน 0.8 bar
		2																																P		
		3																																P		

7	STARTER CONTACTORS	1																															P		ดูความปกติของการทำงาน และคราบสกปรก
		2																															P		
		3																															P		
8	การใช้งานของพนักงาน																																P		ดูการใช้งานที่ถูกต้อง
9	การปิด-เปิดเครื่อง																																P		ไม่มีเหตุขัดข้องในการเปิดปิด

ที่	วัน/เดือน/ปี	ตำแหน่งที่ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	ระยะเวลา	ผู้ซ่อม	ผู้ตรวจ	หมายเหตุ

ตารางที่ ก.2 ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน รหัสใบตรวจเช็ค P2/001

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศประจำเดือน

ชื่อเครื่องจักร : เครื่องอัดอากาศ INGERROLL RAND

ผู้ตรวจสอบ
/ /

ที่	กิจกรรมการตรวจ	เครื่อง	ผลและแผนการตรวจสอบประจำปี พ.ศ ..									✓ ปกติ	× ผิดปกติ	○ แก้ไข	ขณะ		มาตรฐานการตรวจ
			ม.ค	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เดิน	หยุด	
1	ตรวจเช็คฟิวเตอร์กรองอากาศ	1														P	เป่าทำความสะอาด
		2														P	
		3														P	
2	ตรวจเช็คแผงน้ำมันหล่อเย็น	1														P	ใช้ลมเป่าที่แผงรังผึ้งเพื่อทำความสะอาด
		2														P	
		3														P	
3	SEPARATOR SCAVENGE SCREEN&ORIFICE	1														P	ถอดล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยา
		2														P	
		3														P	
4	มอเตอร์	1														P	ใช้หัวฉีดอัดจารบีที่ชุด BEARING ของมอเตอร์
		2														P	
		3														P	
5	ตรวจเช็คข้อต่อและท่อส่ง														P		ไม่มีเสียงลมรั่วและฟองสบู่เนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อท่อ
6	ตรวจเช็คสายยางไฮดรอลิค														P		ไม่มีเสียงลมรั่วและฟองสบู่เนื่องจากแรงดันลมที่ข้อต่อ

ที่	วัน/เดือน/ปี	ตำแหน่งที่ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	ระยะเวลา	ผู้ซ่อม	ผู้ตรวจ	หมายเหตุ

ใบตรวจสอบการบำรุงรักษาประจำปี

รหัสใบตรวจสอบ P3/001

วันที่ ..... เดือน.....พ.ศ.....

ถอดเปลี่ยน

ชิ้นส่วน	มาตรฐาน	หมายเหตุ
☐ 1. ฟิวเตอร์กรองอากาศ	- เปลี่ยนทุก 6 เดือนหรือ12 เดือนตามสภาพใช้งานจริง	
☐ 2. Separator Element	- เปลี่ยนเมื่อตรวจพบว่าความดันตกเกิน 12 psi หรือมีน้ำมันปนไปกับ Pressure	
☐ 3. Coolant (SSR ULTRA COOLANT)	- เปลี่ยนทุก 6 เดือนมีการเติมน้ำมันต่ำกว่าครึ่ง	
☐ 4. ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน	- เปลี่ยนทุก 12 เดือนหรือตามสภาพใช้งานจริง	
☐ 5. อื่นๆ		

* หมายเหตุ กรอกเครื่องหมาย ✓ เมื่อมีการเปลี่ยน

ลงชื่อผู้ตรวจเช็ค

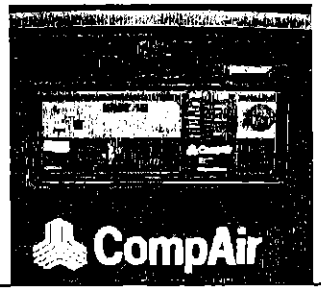
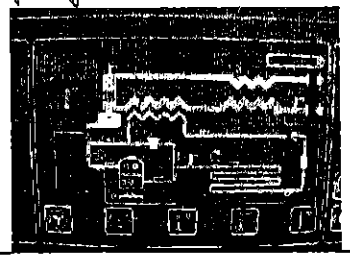
.....

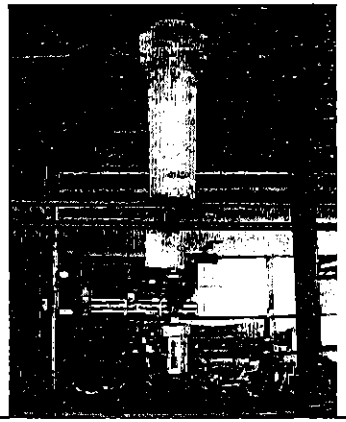
...../...../.....

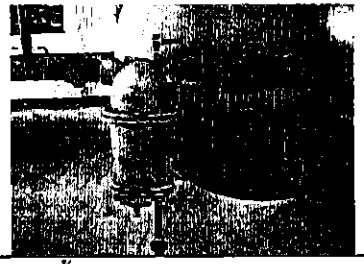
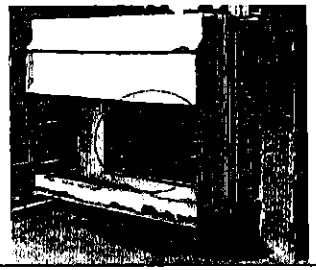
ภาคผนวก ข

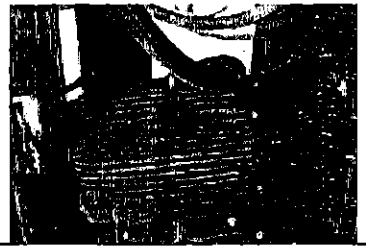
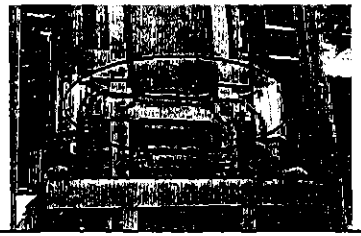
ใบมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

ตารางที่ ข.1 คู่มือมาตรฐานการบำรุงรักษาเครื่องจักร

ที่	รายการที่ทำการตรวจสอบ	วิธีการ	ช่วงเวลาการตรวจสอบ			วิธีทดสอบ	
			วัน	เดือน	ปี	เดินเครื่อง	หยุดเดินเครื่อง
1	UNLOAD PRESSURE 	ตรวจเช็คที่แผงหน้าปัด	✓			✓	
2	ระดับน้ำมันเครื่อง	ตรวจเช็คระดับน้ำมันต้องไม่ต่ำกว่าเกณฑ์	✓			✓	
3	อุณหภูมิเครื่อง 	ตรวจสอบอุณหภูมิของเครื่องต้องไม่เกิน 100 °C หรือ 210 °F	✓			✓	

ที่	รายการที่ทำการตรวจสอบ	วิธีการ	ช่วงเวลาการตรวจสอบ			วิธีทดสอบ	
			วัน	เดือน	ปี	เดินเครื่อง	หยุดเดินเครื่อง
4	ฟิวเตอร์กรองน้ำมัน 	- ตรวจสอบประจำวัน ตรวจเช็คตัวกรองน้ำมันจากแผงหน้าปัดเมื่อหน้าปัดโชว์เป็นสีแดง ควรเปลี่ยน - ตรวจสอบประจำปี ถอดเปลี่ยนตามสภาพการใช้งานประจำปี	✓		✓	✓	
5	ตรวจเช็คเสียงของ COMPRESSURE	ตรวจฟังเสียงผิดปกติของ COMPRESSOR	✓			✓	
6	ตัวแยกน้ำมันออกจากลม	- ตรวจสอบประจำวัน ตรวจสอบ PRESSURE DROP ต้องไม่เกิน 0.8 BAR - ตรวจสอบประจำปี ถอดเปลี่ยนตามสภาพการใช้งานประจำปี	✓		✓	✓	

ที่	รายการที่ทำการตรวจสอบ	วิธีการ	เวลาการตรวจสอบ			วิธีทดสอบ	
			วัน	เดือน	ปี	เดินเครื่อง	หยุดเดินเครื่อง
7	STARTER CONTACTORS	ตรวจสอบการทำงานและทำความสะอาด	✓			✓	
8	ตรวจเช็คการใช้งานของพนักงาน	- ตรวจในการห้ามใช้ลมมาระบายความร้อนที่เครื่องจักรหรือทำความสะอาดเครื่องจักร	✓			✓	
9	การเปิด - ปิดเครื่อง	ตรวจสอบความขัดข้องในการเปิด ปิดสวิทช์	✓			✓	
10	ฟิวเตอร์กรองอากาศ 	- ตรวจสอบประจำเดือน ต้องไม่มีคราบฝุ่นติดที่ฟิวเตอร์กรองอากาศ - ตรวจสอบประจำปี ถอดเปลี่ยนตามสภาพการใช้งานประจำปี		✓	✓	✓	
11	แผงน้ำมันหล่อเย็น 	- ตรวจสอบประจำเดือน ต้องไม่มีคราบสกปรกติดที่ฟิวเตอร์กรองอากาศ - ตรวจสอบประจำปี ถอดเปลี่ยนตามสภาพการใช้งานประจำปี		✓	✓		✓

ที่	รายการที่ทำการตรวจสอบ	วิธีการ	เวลาการตรวจสอบ			วิธีทดสอบ	
			วัน	เดือน	ปี	เดินเครื่อง	หยุดเดินเครื่อง
12.	SEPARATOR SCAVENGE SCREEN & ORIFICE	ตรวจสอบสิ่งสกปรกต้องไม่มีฝุ่นและคราบน้ำมัน		✓			✓
13	มอเตอร์ 	ตรวจสอบที่ชุด BEARING ของมอเตอร์จารบีต้องไม่แห้ง		✓			✓
14	ตรวจเช็คข้อต่อและท่อส่ง	ตรวจสอบไม่มีเสียงลมรั่วและแรงดันลมที่ข้อต่อสาย		✓		✓	
15	ตรวจเช็คสายยางไฮดรอลิค 	ตรวจสอบไม่มีเสียงลมรั่วและแรงดันลมที่ข้อต่อสาย		✓		✓	

ภาคผนวก ค

ใบรายงานกิจกรรมงานซ่อมจากใบแจ้งซ่อม

แบบฟอร์มใบแจ้งการชำรุด	รหัส M3/001

แผนก.....

ชนิดเครื่องจักร.....

ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องจักรที่ชำรุด.....

หมายเลขประจำเครื่อง.....

ชื่อชิ้นส่วนที่ชำรุด.....

อาการ

.....

.....

.....

.....

สาเหตุ

.....

.....

.....

.....

สรุปผล

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้แจ้ง .....

แผนก .....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

ภาคผนวก จ

แบบสำรวจความคิดเห็นความพึงพอใจ

กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องวางที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

1. ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

1.2 ตำแหน่ง ( ) ผู้ใช้งาน ( ) ช่างซ่อมบำรุง ( ) หัวหน้าแผนก

2. ความคิดเห็น

ที่	กิจกรรมการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
1.	ท่านทราบถึงวัตถุประสงค์ของการทำกิจกรรมมากน้อยเพียงใด					
2.	เนื้อหาและความละเอียดของขั้นตอนการปฏิบัติงานบำรุงรักษา					
3.	ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาในคู่มือการบำรุงรักษา					
4.	รูปแบบมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย					
5.	สามารถทำตามคู่มือนี้ได้					
6.	ท่านคิดว่าใบตรวจสอบมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด					
7.	ท่านมีความประสงค์ที่จะทำการตรวจสอบเครื่องจักรก่อนการทำงานมากน้อยเพียงใด					
8.	ท่านคิดว่ากิจกรรมซ่อมบำรุงเชิงป้องกันมีผลทำให้การชำรุดของเครื่องอัดอากาศลดลงมากน้อยเพียงใด					
9.	ท่านคิดว่ากิจกรรมการซ่อมแซมบำรุงเชิงป้องกันมีผลต่อการทำงานมากน้อยพียงใด					
10.	โดยภาพรวม ท่านพอใจต่อกิจกรรมการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันที่ปรับใหม่นี้อย่างไร					

ข้อเสนอแนะ

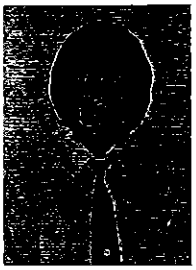
.....

.....

.....

.....

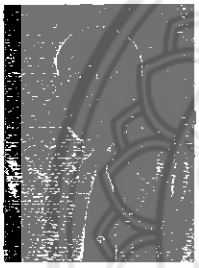
ประวัติผู้ดำเนินการโครงงาน



ชื่อ นายเรวัต เสงี่ยมสมานันท์
ภูมิลำเนา 34 หมู่ 5 ต. ทุ่งสมอ อ. เขาค้อ
จ. เพชรบรูณ์
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนแคมป์สน วิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: predator_281030@hotmail.com



ชื่อ นายสุมนฤทธิ์ ธีรประเสริฐ
ภูมิลำเนา 104/2 หมู่ 6 ต. คลองตาล อ. ศรีสำโรง
จ. สุโขทัย
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนศรีสำโรง ชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: sumonrith.th@hotmail.com