การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์

โดย

นายเกรียงไกร นาคทอง

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605910037216BFV

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์

โดย

นายเกรียงไกร นาคทอง

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Ref. code: 25605910037216BFV

THE ENERGY SAVING ON AIR COMPRESSOR SYSTEM OF THE ELECTRONIC PARTS AND AUTOMOTIVE PARTS

BY

MR. KRIENGKRAI NARKTHONG

AN INDEPENDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL DEVELOPMENT

DEPARTMENTOF INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2017

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

Ref. code: 25605910037216BFV

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

การค้นคว้าอิสระ

ของ

นายเกรียงไกร นาคทอง

เรื่อง

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ. 2561

ประธานกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาระราช)

กรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ _____

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรวรรณ คล้อยภยันต์)

คณบดี _____

(รองศาสตราจารย์ ดร. ธีร เจียศิริพงษ์กุล)

หัวข้อการค้นคว้าอิสระ	การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์
ชื่อผู้เขียน	นายเกรียงไกร นาคทอง
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาการพัฒนางานอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ภาระราช
ปีการศึกษา	2560

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปรับปรุงประสิทธิภาพ เครื่องอัดอากาศในบริษัทกรณีศึกษา ซึงเป็นบริษัทผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์ ซึ่งในปัจจุบันบริษัทได้ประสบปัญหาเรื่องค่าใช้จ่ายในการผลิตสูงขึ้น ในหลายๆ ด้าน จึงนำข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับค่าใช้จ่ายการผลิตมาวิเคราะห์ และพบว่าส่วนหนึ่งของค่าใช้จ่ายการผลิตที่สูงขึ้นอยู่ที่ค่าไฟฟ้า ในเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เมื่อแยกตัวเครื่องจักร และอุปกรณ์ พบว่าในระบบอัดอากาศยังมีข้อบกพร่องในระบบอยู่หลายอย่าง จึงได้ทำการศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบอัดอากาศ ให้มีการทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ ทำเป็นมาตรการ การอนุรักษ์พลังงาน จนส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศลดลง คิดเป็นร้อยละ 20

คำสำคัญ : ผังก้างปลา, ระบบอัดอากาศ, การอนุรักษ์พลังงาน, การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ

Ref. code: 25605910037216BFV

Independent Study Title	THE ENERGY SAVING ON AIR COMPRESSOR SYSTEM OF THE ELECTRONIC PARTS AND AUTOMOTIVE PARTS
Author	Mr. kriengkrai Narkthong
Degree	Master of Engineering
Department/Faculty/University	Industrial Development Faculty of Engineering Thammasat University
Independent Study Advisor	Asst. Prof. Dr. Sawat Pararach
Academic Years	2017

ABSTRACT

The objective of this research was to study efficiency improvement of air compressor in case study on the company that proceed a business in electronic and automotive parts. Recently, the increasing manufacturing overhead in various fields was the problem of the company; therefore, it has led to the analysis of the overheads. The result exposed that the increasing manufacturing overhead was the effect of electricity cost of machinery and other equipment. After analyzing machinery and equipment, there were a lot of errors in compressed air system. Hence, it was necessary to examine an efficiency improvement of compressed air system so that its operation was efficient and energy conservation. As a result, the amount of electricity consumption in compressed air system was decreased by 20 percent

Keywords: Fish bone diagram, Air compressor system, Energy saving, Improving air Compressor performance

Ref. code: 25605910037216BFV

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วย ความอนุเคราะห์อย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สวัสดิ์ ภาระราช ที่คอยให้คำแนะนำ แก้ไข ชี้แนวทางในการค้นคว้าข้อมูล ทำให้การค้นคว้าอิสระนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณ ประธาน คณะกรรมการการสอบ ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิรวรรณ คล้อยภยันต์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์ ที่ร่วมให้ข้อคิด คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ทำให้การค้นคว้าอิสระมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณโรงงานกรณีศึกษา เพื่อนร่วมงานทุกท่าน ตลอดจนผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นายเกรียงไกร นาคทอง

Ref. code: 25605910037216BFV

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(8)
สารบัญภาพ	(9)
รายการสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตการศึกษา	5
1.4 วิธีการดำเนินงาน	5
1.5 ระยะเวลาดำเนินงาน	6
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	7
2.2 พลังงานไฟฟ้า	9
2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	10
2.4 สัญญาลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณทางไฟฟ้า	10

Ref. code: 25605910037216BFV

2.4.1 แนวทางการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ 11
2.5 อัตราการไหลของอากาศ 11
2.5.1 การเปลี่ยนอัตราการไหล 11
2.5.2 วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ แบบจับเวลา 13
2.6 ระบบอัดอากาศ 13
2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบสกรู 14
2.6.2 ระบบอัดอากาศ 15
2.7 การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด 16
2.7.1 ดัชนีการใช้พลังงาน 16
2.7.2 การตรวจประเมินเบื้องต้นด้านพลังงาน 16
2.8 การลดการรั่วไหลอากาศอัด 19
2.8.1 การตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศอัด 19
2.8.2 ภาพตัวอย่างการทำงานในช่วง Load Unload ของเครื่องอัดอากาศ 20
2.8.3 ตัวอย่างจุดที่มักเกิดการรั่วไหลของอากาศอัด 20

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 21

3.1 การศึกษากระบวนการผลิต 21
3.2 ความถี่ในความต้องการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องอัดอากาศ 22
3.3 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของเครื่องอัดอากาศ 23
3.4 การวิเคราะห์สาเหตุ ที่มาของมาตรการ 25
3.5 ประสิทธิภาพพลังงานในการเดินเครื่องอัดอากาศ 27
3.5.1 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน 27
3.5.2 การตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 28
3.5.3 การตรวจวัดค่าอัตราการผลิตอากาศอัด 28
3.5.4 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงานในเครื่องอัดอากาศ 28
3.6 การคำนวณหาความเร็วของลมในท่อจ่ายอากาศอัด 30
3.7 ขนาดถังเก็บลม เพื่อคำนวณหาปริมาตรของขนาดถังเก็บลมอัดที่เหมาะสม 32

Ref. code: 25605910037216BFV

3.8 ท่อส่งลมอัด 33
3.9 การลดการสูญเสีย เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลของระบบอากาศอัด 36

บทที่ 4 ผลการวิจัย และอภิปรายผล 38

4.1 มาตรการเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น 38
4.2 มาตรการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น 40
4.3 มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด 43
4.4 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 45
4.5 แบบฟอร์มบันทึกการตรวจสอบระบบอัดอากาศ รายวัน 50
4.6 แบบฟอร์มแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน 51
4.7 แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน 51

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ 55

5.1 ผลที่ได้รับจากการดำเนินงาน 55
5.2 ข้อเสนอแนะ 55

รายการอ้างอิง 56

ประวัติผู้เขียน 58

Ref. code: 25605910037216BFV

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญของระบบอัดอากาศของปี 2559	3
1.2 ระยะเวลาดำเนินงาน	6
2.1 รายการ Checklist ของระบบอากาศอัด	17
3.1 ความถี่ในความต้องการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องจักร จากการวัดจริง	22
3.2 ชื่อเครื่องจักร และปริมาณลมอัดที่ต้องการใช้งาน	24
3.3 การวิเคราะห์ ผังก้างปลา	26
3.4 ปริมาณการผลิตลมอัด	29
3.5 พิกัดอัตราการผลิตลมอัด	31
3.6 ขนาดถังเก็บลม เพื่อคำนวณหาปริมาตรของขนาดถังเก็บลมอัดที่เหมาะสม	33
3.7 ขนาดท่อส่งลมอัด	36
3.8 การเปรียบเทียบ ปริมาณอากาศอัดรั่วไหล	36
4.1 สรุปผลประหยัดจากการคำนวณ	45
4.2 สรุปผลประหยัดจากการตรวจวัด	50

Ref. code: 25605910037216BFV

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานทั้งหมดเพื่อหานัยสำคัญ	2
1.2 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ สาธารณูปโภค สนับสนุน การผลิต	2
1.3 เป้าหมายที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ หน่วยเป็น kWh/เดือน	4
2.1 การอนุรักษ์	7
2.2 พลังงานไฟฟ้า	9
2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	10
2.4 เครื่องอัดอากาศแบบสกรู	14
2.5 ระบบอัดอากาศ	15
2.6 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ	19
2.7 ตัวอย่างจุดรั่วไหล	20
3.1 กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน	21
3.2 ความถี่ในการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องจักร	22
3.3 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัด	23
3.4 การวิเคราะห์สาเหตุ ที่มาของมาตรการ	25
3.5 ประสิทธิภาพพลังงานในการเดินเครื่องอัดอากาศ	27
3.6 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ	28
3.7 กราฟ Air Compressor Nomography	30
3.8 เปรียบเทียบเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งลมอัด	34
4.1 มาตรการเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	38
4.2 มาตรการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น	40
4.3 มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด	43
4.4 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า	45
4.5 ข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า (รายชั่วโมง)	47
4.6 ข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า (รายสัปดาห์)	48
4.7 อภิปรายผลสรุปการดำเนินงานการดำเนินงาน ทั้ง 3 มาตรการ ในระบบอัดอากาศ	49

Ref. code: 25605910037216BFV

รายการสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำเต็ม/คำจำกัดความ
kW	กิโลวัตต์/กำลังไฟฟ้า
kWh	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/พลังงานไฟฟ้า
CNC	Computer Numerical Control/เครื่องจักรกลอัตโนมัติ ผลิตชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก
M/C	เครื่องจักร
Bar	หน่วยวัดความดัน ของเครื่องอัดอากาศ
นัยสำคัญ	ความหมายที่เป็นข้อสำคัญทางสถิติ แนวทางที่จะเป็นไปได้, สิ่งที่ชี้ชัดว่าใช่, ประเด็นหลัก, ข้อสำคัญอันดับแรก
FLOW METER	เครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศอัด

Ref. code: 25605910037216BFV

บทที่ 1
บทนำ

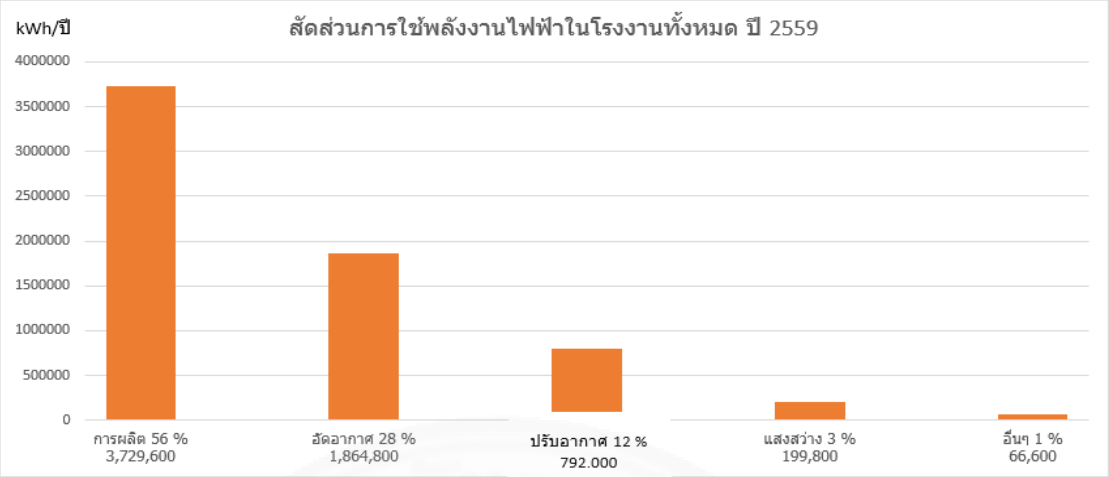
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

โรงงานกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นส่วนยานยนต์ ซึ่งมีหน้าที่หลักในการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กโดยทำจากโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก ทองเหลือง อลูมิเนียม สแตนเลส เป็นต้น ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์ ทั้งหมดจะใช้การขึ้นรูปชิ้นงานด้วยเครื่องจักรแบบอัตโนมัติที่มีการทำงานด้วยระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยตัวเครื่องจะทำงานตามแบบที่เราได้จัดโปรแกรมการทำงานใส่เข้าไป ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้เครื่องจักรชนิดนี้กับงานโลหะที่ต้องการความละเอียดและแม่นยำ หรือมีความซับซ้อนสูง ทั้งนี้ในธุรกิจการรับจ้างผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และชิ้นส่วนยานยนต์ มีการแข่งขันกันสูงขึ้นมาก ทั้งด้านคุณภาพต้องดีที่สุด และราคาสินค้าต้นทุนต่ำ ธุรกิจถึงจะมีผลกำไรที่ดี และเป็นสวัสดิการต่างๆ คืนกลับให้พนักงาน พนักงานก็จะเกิดความภาคภูมิใจ เชื่อมั่น มีความมั่นคง มีความสุขในการทำงาน โรงงานกรณีศึกษาได้ให้ความสำคัญทางด้านคุณภาพ และต้นทุนการผลิตเป็นอย่างมาก เพื่อเป็นการลดต้นทุนความบกพร่องทั้งภายใน และภายนอก ปัจจุบันทางโรงงานกรณีศึกษามีค่าใช้จ่ายสูงทางด้าน ต้นทุนการผลิต ทั้งด้านค่าวัตถุดิบทางตรง ค่าแรงงานทางตรง และค่าใช้จ่ายการผลิต

เพราะฉะนั้นจึงตระหนักถึงความสำคัญของต้นทุนการผลิต จึงขอหยิบยกค่าใช้จ่ายการผลิต คือ ค่าพลังงานไฟฟ้า มาทำการจัดการ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านพลังงาน เพื่อศึกษาแนวทางการลดการใช้พลังงาน ในระบบเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการนำไปสู่การลดใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

การนำสาเหตุมาวิเคราะห์ และแนวทางการแก้ไข ของระบบเครื่องจักร และอุปกรณ์ มาเป็นตัววิเคราะห์หาต้นทุนการผลิต โดยพบว่า ด้านเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆ เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งขอค่าใช้จ่ายในการผลิต ซึ่งเครื่องจักรแต่ละเครื่อง และระบบสาธารณูปโภคทั้งหมดต้องใช้ไฟฟ้า ทั้งนั้น จึงเห็นว่าควรนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักร และระบบสาธารณูปโภค ทั้งหมดโรงงานมาทำการวิเคราะห์เพื่อหานัยสำคัญ หรือสิ่งที่สำคัญต้องแก้ไขปรับปรุงหรือควรทำเพื่อประหยัดหรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ ดังกราฟต่อไปนี้

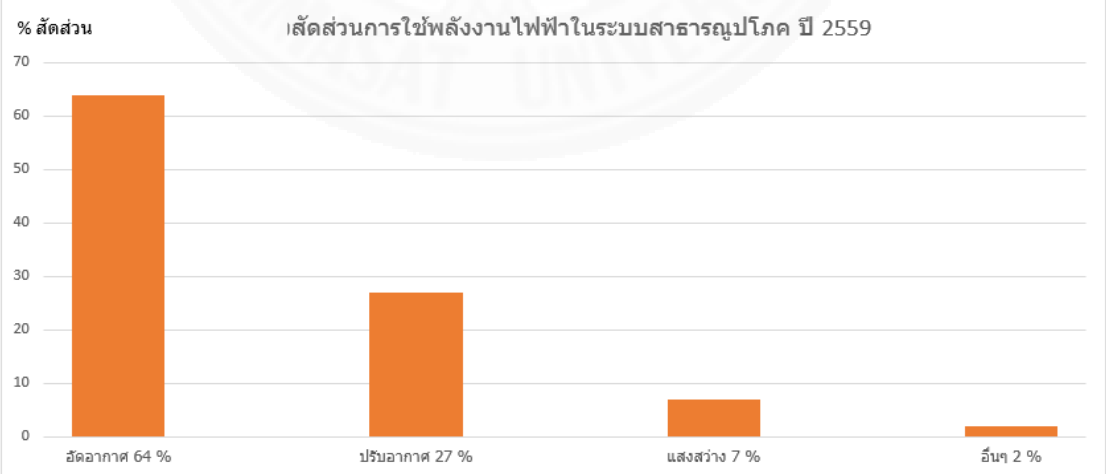
Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 1.1 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานทั้งหมดเพื่อหานัยสำคัญ

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 1.1 ถ้าดูในแง่ของสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงงานทั้งหมด พบว่า การผลิต 56% อัดอากาศ 28% ปรับอากาศ 12% แสงสว่าง 3% และอื่นๆ 1% ในส่วนของการผลิตนี้จะเป็นสัดส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด แต่ไม่สามารถที่จะปรับลดการใช้พลังงานได้ เนื่องจากในเครื่องกลึงชิ้นงานอัตโนมัตินี้ มีระบบที่ออกแบบมาประหยัดพลังงานอยู่แล้วในตัวเครื่องจักร เพราะฉะนั้น จึงเลือกนำเรื่องระบบอัดอากาศที่ใช้พลังงานมากที่สุดในระบบสาธารณูปโภค มาทำงานวิจัยในครั้งนี้ ดังภาพกราฟ ของสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบสาธารณูปโภค ได้ดังนี้



ภาพที่ 1.2 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบ สาธารณูปโภค สนับสนุน การผลิต

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

จากที่ได้วิเคราะห์จากกราฟ 1.2 แล้วพบว่า ส่วนที่ใช้พลังงานมากที่สุดอันดับหนึ่ง คือ ระบบอัดอากาศ (AIR COMPRESSOR) การใช้พลังงานเท่ากับ 64% จาก 100% ของระบบสาธารณูปโภคทั้งหมด จึงเห็นความสำคัญ และยังเป็นระบบที่ยังไม่มีการสำรวจตรวจสอบใดๆ เลย และเมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ในสัดส่วนที่ใช้พลังงานในลำดับต่อไป ซึ่งพบว่า การใช้พลังงานมากเป็นลำดับที่สอง คือ เครื่องปรับอากาศ (AIR CONDITION) มีการใช้พลังงานมากเป็นลำดับที่สอง แต่เครื่องปรับอากาศนี้มีจำนวนหลายเครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องมีพิกัดการใช้ไฟฟ้าไม่มาก และมีเทคโนโลยีที่ทันสมัย มีระบบประหยัดพลังงานอยู่ในตัวเครื่องอยู่แล้ว จึงได้เลือกระบบอัดอากาศมาวิเคราะห์เป็นนัยสำคัญ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1

ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญของระบบอัดอากาศของปี 2559

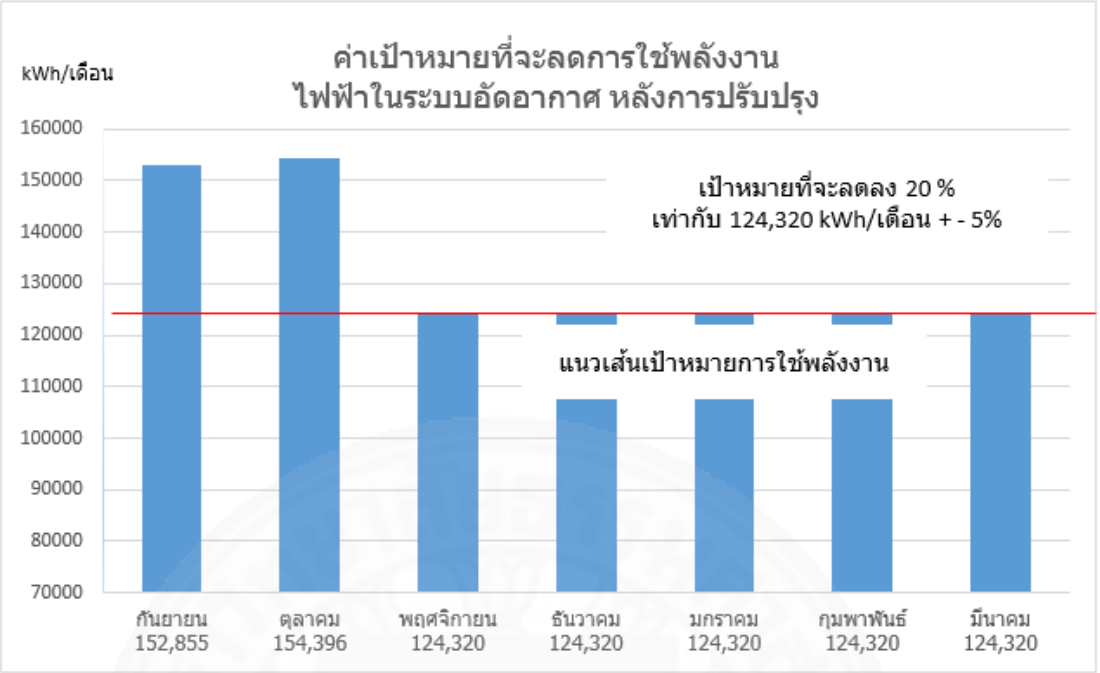
ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญของเครื่องอัดอากาศ ปี 2559

ชื่อเครื่อง	ระบบ	ขนาด	หน่วย	จำนวน	อายุ/ปี	รวม	ชั่วโมงใช้งาน	ปริมาณ พลังงานไฟฟ้า
เครื่องอัดอากาศ	ไฟฟ้า	75	KW	1	7	1	7200	540,000.00
เครื่องอัดอากาศ	ไฟฟ้า	37	KW	1	7	2	7200	532,800.00
เครื่องอัดอากาศ	ไฟฟ้า	110	KW	1	7	1	7200	792,000.00
ค่าไฟฟ้า = 3.83 ต่อkWh							รวม	1,864,800.00
						รวมพลังงานไฟฟ้าที่ใช้	**1,864,800.00**	kWh/ปี
						คิดเป็นเงิน	**7,142,184.00**	บาท/ปี

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากตารางที่ 1.1 เป็นประวัติเครื่อง พิกัดของเครื่อง (กำลังไฟฟ้า) จำนวนเครื่องจักรอายุการใช้งาน ชั่วโมงการทำงาน ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในปี 2559 เพื่อใช้เป็นข้อมูลปีฐาน ใช้เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนหลังดำเนินการ ซึ่งจากข้อมูลมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากถึง ปีละ 1,864,800 kWh/ปี จึงเป็นที่มาของการค้นหามาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ จึงได้ทำการกำหนดค่าเป้าหมายที่จะลดให้ได้ตามเป้าที่กำหนดเพื่อเป็นกำลังใจในการดำเนินงาน ให้ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ ดังภาพกราฟต่อไปนี้

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 1.3 เป้าหมายที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ หน่วยเป็น kWh/เดือน
ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 1.3 เป้าหมายการใช้พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็น kWh/เดือน เพื่อให้ทราบถึงต้นทุนการผลิตด้านพลังงานไฟฟ้า และเป็นข้อมูลปีฐาน เพื่อที่จะใช้ในการเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนหลังดำเนินการ ซึ่งเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม 2560 เป็นข้อมูลการใช้พลังงานก่อนการดำเนินงาน และเดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนมีนาคม 2561 เป็นข้อมูลการใช้พลังงานหลังการดำเนินงาน และเป็นค่าเป้าหมายที่กำหนดไว้ ให้ดำเนินการตามเป้าหมายนี้ให้ได้ ถ้าดำเนินการปรับลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศนี้ลง 20% คาดว่าจะได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ เท่ากับ ค่าเป้าหมายที่ลดลง 20% หรือเท่ากับ 124,320 kWh/เดือน ± 5%

ค่าเป้าหมายที่ลดลง 20% คำนวณมาจาก ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะเครื่องอัดอากาศ หารเฉลี่ยแล้วในแต่ละเดือน ใช้อยู่ที่ 155,400 kWh/เดือน ลบค่าเป้าหมายที่จะทำการ ลดการใช้พลังงานลง 20% ก็จะเท่ากับค่าเป้าหมายที่จะต้องได้ เท่ากับ 124,320 kWh/เดือน ± 5%

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ

Ref. code: 25605910037216BFV

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1 เพื่อทำการวิจัยของการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงงานกรณีศึกษาในระบบอัดอากาศของผลิตภัณฑ์ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์

1.3.2 ศึกษาต้นทุนการผลิต ในส่วนสำคัญ คือ ค่าใช้จ่ายการผลิต (Overhead) ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน ในการสร้างสินค้า ทั้งนี้จะศึกษาในด้านค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยมีนัยสำคัญ คือระบบอัดอากาศ ดังต่อไปนี้

1.3.2.1 เครื่องอัดอากาศ (AIR COMPRESSOR) ขนาด 37 KW จำนวน 2 เครื่อง

1.3.2.2 เครื่องอัดอากาศ (AIR COMPRESSOR) ขนาด 75 KW จำนวน 1 เครื่อง

1.3.2.3 เครื่องอัดอากาศ (AIR COMPRESSOR) ขนาด 110 KW จำนวน 1 เครื่อง

1.3.2.4 ถังเก็บลมอัด และท่อส่งลมอัด

1.3.3 เป้าหมายการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ ร้อยละ 20 (เป้าหมายร้อยละ 20 ± 5% นี้กำหนดมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศ คำนวณจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะเครื่องอัดอากาศเท่านั้น)

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาหลักการและทฤษฎี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวกับการลดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องอัดอากาศ

1.4.2 ศึกษากระบวนการผลิตและข้อมูลการใช้พลังงานในโรงงานกรณีศึกษา

1.4.3 วิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไข

1.4.4 ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่เลือก

1.4.5 วัดและประเมินผลการดำเนินงาน เปรียบเทียบก่อนหลัง

1.4.6 จัดทำคู่มือการใช้ และการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศที่จะทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน

1.4.7 สรุปงานค้นคว้าอิสระ และจัดทำเล่ม

Ref. code: 25605910037216BFV

1.5 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1.2

ระยะเวลาการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เวลา (เดือน)						
	2560					2561	
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาหลักการ และทฤษฎี รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวกับการลดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องอัดอากาศ							
2. ศึกษากระบวนการผลิต และข้อมูลการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม							
3. วิเคราะห์สาเหตุและแนวทางแก้ไข							
4. ดำเนินการแก้ไขตามแนวทางที่เลือก							
5. วัดและประเมินผลการดำเนินงาน เปรียบเทียบก่อนหลัง							
6. จัดทำคู่มือการใช้และการบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศที่จะทำให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน							
7. สรุปงานค้นคว้าอิสระ และจัดทำเล่ม							

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 สามารถทราบถึงต้นทุนการผลิตทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศในผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อจัดการต้นทุนการผลิตโดยรวมของผลิตภัณฑ์

1.6.2 สามารถลดต้นทุนการผลิตของโรงงานได้

Ref. code: 25605910037216BFV

บทที่ 2
วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะเป็นการกล่าวถึงทฤษฎีบทคำนิยาม (การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า) ในโรงงานอุตสาหกรรม เนื้อหาของบทนี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับนิยามความเป็นมาของการอนุรักษ์พลังงาน ระบบอัดอากาศ โดยเป็นส่วนหนึ่งของต้นทุนการผลิต เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ เป็นต้นทุนสร้างให้เกิดแนวคิดในการลดการใช้พลังงานในเครื่องจักร และอุปกรณ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาพที่ 2.1 การอนุรักษ์

ที่มา : https://sites.google.com/site/rangnarockzaa/home/1

2.1 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ดร.ฤทธิ์ วัฒนชัยยิ่งเจริญ (2015) ได้ให้คำนิยามของ การอนุรักษ์ ไว้ว่าการอนุรักษ์หมายถึง การใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมด้วยความฉลาดและใช้อย่างเหมาะสม เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อมนุษย์มากที่สุด โดยหลีกเลี่ยงให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุดกระบวนการดำเนินการอนุรักษ์อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ต้องครอบคลุมทั้งปัญหาด้านการทำลายสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติจนเกิดความเสื่อมโทรม รวมถึงปัญหาการก่อมลพิษแก่สิ่งแวดล้อมที่จะส่งผลกระทบกลับมาสู่ตัวมนุษย์เองด้วย โดยแนวทางในการอนุรักษ์ประกอบด้วยวิธีการต่างๆ ดังนี้

Ref. code: 25605910037216BFV

การใช้อย่างยั่งยืน หมายถึง การใช้ทรัพยากรต่างๆ ในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในปริมาณที่เหมาะสมไม่มากเกินไปโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และมีของเสียที่เกิดจากการใช้น้อยที่สุด หรือไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลย การใช้อย่างยั่งยืนจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทำให้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม สามารถฟื้นตัวหรือเกิดขึ้นมาใหม่ได้ทันกับความต้องการใช้งานมนุษย์

การเก็บกักทรัพยากร หมายถึง การรวบรวม และการเก็บกักทรัพยากรที่มีแนวโน้มจะเกิดการขาดแคลนในบางช่วงเวลาไว้ เพื่อให้สามารถนำมาใช้ในกิจกรรมที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การเก็บกักทรัพยากรน้ำที่มีมากในฤดูน้ำหลากไว้ เพื่อนำมาใช้ในฤดูแล้งที่ขาดแคลนน้ำ ซึ่งการเก็บกักน้ำมาใช้ในฤดูแล้งจะทำให้สามารถนำน้ำมาใช้ประโยชน์ได้มากกว่า เมื่อเทียบกับการใช้น้ำในฤดูน้ำหลากหรือในช่วงที่มีน้ำมาก หรือการเก็บผลผลิตทางการเกษตร เช่น ข้าว ไว้เป็นเสบียงอาหารในช่วงเวลาอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ฤดูเก็บเกี่ยว เป็นต้น

การรักษา หมายถึง การดำเนินการกับทรัพยากรที่ลดลงหรือเสื่อมโทรมให้สามารถฟื้นคืนกลับสู่สภาพเดิม ได้โดยอาศัยวิธีการทางเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้นเข้ามาช่วยดำเนินการซ่อมแซมส่วนที่เสียหาย จนทำให้สิ่งแวดล้อมสามารถกับสู่สภาพเดิมได้อีก เช่น การใช้เทคโนโลยีในการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานให้กลับเป็นน้ำสะอาด เป็นต้น

การพัฒนา หมายถึง การพัฒนาปรับปรุงสิ่งที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น เป็นการเร่งหรือเพิ่มประสิทธิภาพให้ได้ผลผลิตที่ดีขึ้น การพัฒนาทรัพยากรจะต้องมีการนำเทคโนโลยีที่ก้าวหน้ามาใช้ควบคู่กับกระบวนการพัฒนาทุกขั้นตอน ทั้งยังรวมถึงการพัฒนาเทคนิควิธีที่ทำให้ใช้ทรัพยากรในปริมาณน้อยแต่ได้ผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น และมีประสิทธิภาพสูงขึ้นด้วย

การสงวน หมายถึง การเก็บสงวนทรัพยากรไว้ไม่ให้มีการนำมาใช้งาน เนื่องจากทรัพยากรนั้นกำลังจะหมดหรือสูญสิ้นไป ทรัพยากรบางชนิดเมื่อสงวนไปในระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจจะทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นจนสามารถนำมากใช้ใหม่ได้ ซึ่งเมื่อถึงเวลาดังกล่าวอาจมีการอนุญาตให้นำทรัพยากรมาใช้ได้ โดยมีกฎเกณฑ์หรือมาตรการต่าง ๆ ควบคุม เช่น การสงวนพันธุ์สัตว์ป่าเป็นต้น

การแบ่งเขต หมายถึง การจัดแบ่งกลุ่มหรือประเภทของทรัพยากรเพื่อให้สามารถดำเนินการอนุรักษ์ได้ผลดีขึ้น การดำเนินการนี้อาจมีการแบ่งพื้นที่ ควบคุมเพื่อให้มีสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร เช่น การจัดพื้นที่เป็นป่าอนุรักษ์หรืออุทยานซึ่งจะทำให้สภาพดิน พืช สัตว์ และป่าไม้มีสภาพที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์ ดำรงพันธุ์ และเจริญเติบโต นอกจากนี้การแบ่งเขตยังช่วยให้สามารถกำหนดมาตรการดำเนินการต่าง ๆ ได้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ด้วย พื้นที่ที่มีการจัดการแบ่งเขตควบคุม ได้แก่ พื้นที่เขตต้นน้ำ เขตอุทยาน อุทยานแห่งชาติ เขตป่าสงวน เขตห้ามล่าและเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า

Ref. code: 25605910037216BFV

ภาพที่ 2.2 พลังงานไฟฟ้า

ที่มา : http://measwatch.org/writing/5125

2.2 พลังงานไฟฟ้า

จากวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2560) ได้ให้คำนิยามของ พลังงานไฟฟ้า (อังกฤษ: Electrical energy) ไว้ว่าเป็นพลังงานที่ได้จากพลังงานศักย์หรือพลังงานจลน์ ไฟฟ้าเมื่อถูกใช้อย่างหลวมๆ จะใช้เพื่ออธิบายพลังงานที่ถูกดูดซับหรือถูกนำส่งโดยวงจรไฟฟ้าหนึ่ง (ยกตัวอย่างเช่น พลังงานที่จัดหามาให้จากโรงไฟฟ้า) "พลังงานไฟฟ้า" อาจพูดถึงพลังงานที่ถูกแปลงมาจากพลังงานศักย์ไฟฟ้า พลังงานนี้ถูกจ่ายออกมาโดยการผสมกันของกระแสไฟฟ้ากับศักย์ไฟฟ้าโดยส่งออกมาในกริด (ไฟฟ้า) ณ จุดที่พลังงานศักย์ไฟฟ้านี้ถูกเปลี่ยนให้เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของพลังงาน มันจะไม่ได้เป็นพลังงานศักย์ไฟฟ้าอีกต่อไป ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดเป็นพลังงานศักย์ก่อนที่มันจะถูกจัดส่งไปให้ผู้ใช้ปลายทาง หลังจากถูกเปลี่ยนจากพลังงานศักย์ พลังงานไฟฟ้าสามารถถูกเรียกเป็นพลังงานชนิดอื่นได้เสมอ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสงสว่าง พลังงานการเคลื่อนไหว ฯลฯ

http://www.ba-na-na.net/tag/ ได้ให้คำนิยามของ พลังงานไฟฟ้า ไว้ว่า พลังงานไฟฟ้าคือกำลังไฟฟ้าที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่งมาดูนิยามของกำลังไฟฟ้ากันก่อน โดยเราสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า W = Ws = J/sโดย W คือ Watt วัตต์ หมายถึง พลังงานที่ปล่อยออกมาในเวลา 1 วินาที โดย พลังงาน 1 Joule จูล ซึ่งจะเทียบเท่ากับการยกของหนัก 1 กิโลกรัมขึ้นสูง 10 เซนติเมตร (นิยามของ Joule คือ นิวตัน-เมตร)โดยการวัดพลังงานไฟฟ้าจะวัดเป็นหน่วย kWh หรือที่การไฟฟ้า

Ref. code: 25605910037216BFV

เรียกว่า หน่วย โดย 1 หน่วยก็คือ 1 kWh หรือเท่ากับ 1000 Whจากที่ว่า พลังงานไฟฟ้าคือ กำลังไฟฟ้าที่สะสมในช่วงเวลาหนึ่งเราสามารถแปลงจากกำลังไฟฟ้า ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ (Ws ไปเป็น Wh) ได้โดย1÷ (60 x 60) hr = 1sWh = Ws ÷ 3600

ภาพที่ 2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ที่มา : http://www.dsm.egat.co.th/index.php?option=com

2.3 การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

www.student.chula.ac.th ได้ให้คำนิยามของ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ไว้ว่าการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นการประหยัด ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และแหล่งผลิตพลังงานด้วย

2.4 สัญญาลักษณ์ที่ใช้ในการคำนวณทางไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า	=	kW
พลังงานไฟฟ้า	=	kW x เวลา (h)
	=	กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh)

Ref. code: 25605910037216BFV

2.4.1 แนวทางการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในเครื่องอัดอากาศและระบบอากาศอัดนั้น มีดังนี้

1. ประเด็นสำคัญในการอนุรักษ์พลังงานของระบบอากาศอัด

คำนวณต้นทุนของอากาศอัด [บาท/m3] แล้วใช้ต้นทุนนี้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายตามปริมาณความสิ้นเปลืองอากาศของอุปกรณ์ที่ทำงานด้วยอากาศอัด ในจำนวนต้นทุนนี้จะมีค่าไฟฟ้าของเครื่องอัดอากาศเป็นหลัก

ปริมาณอากาศขาออก ของเครื่องอัดอากาศ โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 5.5-7.5 ที่กำลังขับจำเพาะ [kW/m3/min] (ANR) กล่าวคือ เท่ากับ 0.13-0.18 [m3/min/kW] (ANR)

เครื่องอัดอากาศขนาดเล็กจะใช้แบบลูกสูบ ขนาดกลางจะใช้แบบสกรู และขนาดใหญ่จะใช้แบบเทอร์โบเป็นหลัก ประเด็นสำคัญในการเลือกใช้เครื่องอัดอากาศ คือ จะใช้แบบใช้น้ำมันหรือไม่ใช้น้ำมัน จำนวนชั้นของการอัดอากาศ การสั่นสะเทือน เสียง และวิธีควบคุม Capacity เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงภาระ

หากมีเครื่องอัดอากาศหลายตัว แล้วใช้วิธีควบคุมจำนวนเครื่องให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงภาระ จะทำให้เดินเครื่องได้อย่างอนุรักษ์พลังงานใกล้เคียงกับเส้นกราฟกำลังขับในอุดมคติ

สิ่งที่สำคัญ คือ การอนุรักษ์พลังงานทางด้านผู้ใช้อากาศอัด (การปรับความดันให้เหมาะสม การลดการปล่อยอากาศทิ้งและอากาศรั่ว เป็นต้น)

2.5 อัตราการไหลของอากาศ

2.5.1 การเปลี่ยนอัตราการไหล

1) จากสภาวะการตรวจวัด เป็นอัตราการไหลที่สภาวะอากาศมาตรฐาน การเปลี่ยนค่าอัตราการไหลที่ได้จากการตรวจวัด เป็นอัตราการไหลที่สภาวะอากาศมาตรฐาน สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$Q_{1S} = Q_{1R} \times \{[p_{1R} - (p_{v1R} \times RH_{1R})] / p_{1S}\} \times [(T_{1S} + 273.15) / (T_{1R} + 273.15)]$$

Q_{1S} = อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (*V*s)

Q_{1R} = อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะการตรวจวัด (*V*s)

Ref. code: 25605910037216BFV

p_{1S} = ความดันอากาศขาเข้าสมบูรณ์ที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (Bar)

p_{1R} = ความดันอากาศขาเข้าสมบูรณ์ที่สภาวะการตรวจวัด (Bar)

p_{v1R} = ความดันไอของอากาศขาเข้าที่สภาวะตรวจวัด (Bar)

RH_{1R} = ความชื้นสัมพันธ์ของอากาศขาเข้าที่สภาวะตรวจวัด (%)

T_{1S} = อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (°C)

T_{1R} = อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่สภาวะการตรวจวัด (°C)

2) จากสภาวะอากาศมาตรฐาน เป็นอัตราการไหลที่สภาวะขาเข้า การเปลี่ยนค่าอัตราการไหลจากสภาวะอากาศมาตรฐาน เป็นอัตราการไหลที่สภาวะอากาศขาเข้า สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

$$Q_{1ac} = Q_{1S} \times \{ p_{1S} / [p_{1R} - (pv_{1R} \times RH_{1R})] \} \times [(T_{1ac} + 273.15) / (T_{1S} + 273.15)]$$

Q_{1ac} = อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะอากาศขาเข้า (l/s)

Q_{1S} = อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (l/s)

p_{1S} = ความดันอากาศขาเข้าสัมบูรณ์ที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (Bar)

p_{1R} = ความดันอากาศขาเข้าสัมบูรณ์ที่สภาวะการตรวจวัด (Bar)

p_{v1R} = ความดันไอของอากาศขาเข้าที่สภาวะตรวจวัด (Bar)

RH_{1R} = ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศขาเข้าที่สภาวะตรวจวัด (%)

T_{1S} = อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (°C)

T_{1ac} = อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่สภาวะการตรวจวัด (°C)

3) จากสภาวะอากาศมาตรฐาน ไปเป็นอัตราการไหลด้านอากาศขาออก การเปลี่ยนค่าอัตราการไหลที่สภาวะอากาศมาตรฐาน ไปเป็นอัตราการไหลของอากาศด้านขาออก สามารถคำนวณได้จากสมการ ต่อไปนี้

Ref. code: 25605910037216BFV

$$Q_d = Q_{1S} \times (p_{1S} / [p_2] \times [(T_2 + 273.15) / (T_{1S} + 273.15)])$$

Q_d = อัตราการไหลของอากาศที่ด้านขาออก (l/s)

Q_{1S} = อัตราการไหลของอากาศที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (l/s)

p_{1S} = ความดันอากาศขาเข้าสัมบูรณ์ที่สภาวะอากาศมาตรฐาน (Bar)

p_2 = ความดันอากาศขาออกสัมบูรณ์ที่สภาวะการตรวจวัด (Discharge Pressure) (Bar)

T_{1S} = อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่สภาวะอากาศมาตรฐาน ($^{\circ}C$)

T_2 = อุณหภูมิอากาศอัดขาออก (Discharge Temperature) ที่สภาวะการตรวจวัด ($^{\circ}C$)

2.5.2 วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ แบบจับเวลา

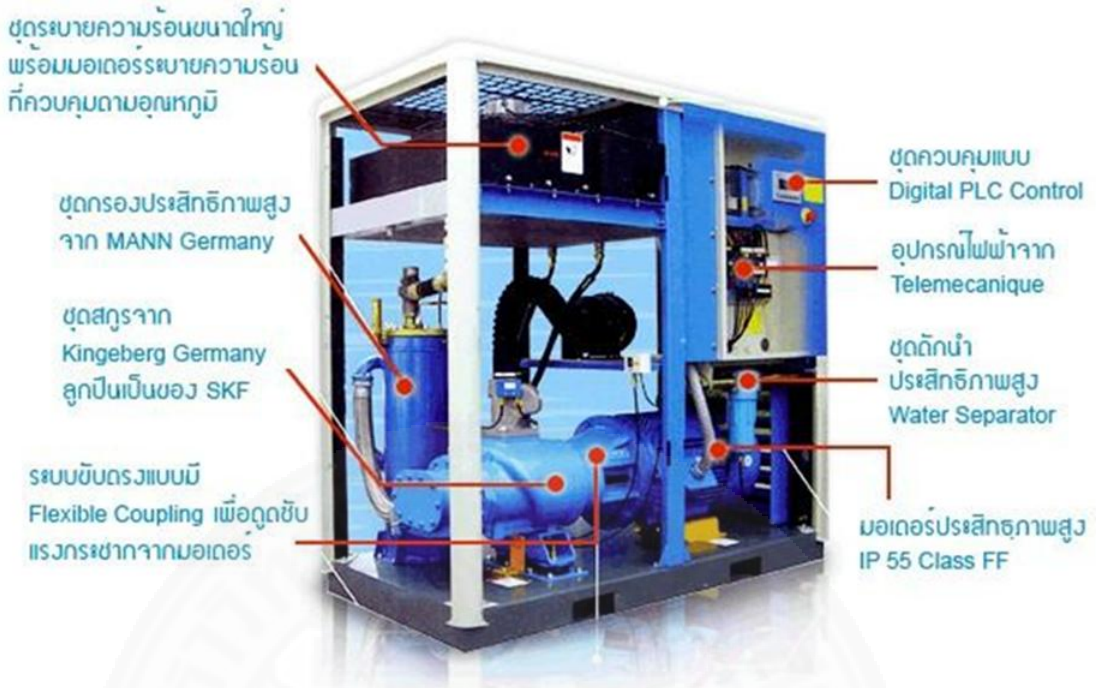
วัดประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ แบบจับเวลานี้ เพื่อทราบถึงปริมาณลมอัดที่ผลิตได้ ก่อนและหลังดำเนินงานเนื่องจากมีการเปลี่ยนขนาดของท่อส่งลมอัด และถังเก็บลมที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิม และยังทราบถึงเวลาในการตัด ต่อ การทำงานของเครื่องอัดอากาศ ได้ดังสูตรการคำนวณ ต่อไปนี้

$$\text{อัตราการผลิตอากาศ} = \frac{(\text{ขนาดถัง+ท่อ}) \times (\text{ความดันทดสอบสูงสุด} - \text{ความดันทดสอบต่ำสุด}) \times 60}{\text{เวลาที่ใช้} \times 1.013 \times 1000}$$

2.6 ระบบอัดอากาศ

เป็นระบบที่โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้งานกันเป็นอย่างมาก โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานมากเป็นอันดับต้นๆ ของระบบสาธารณูปโภคทั้งหมด รวมถึงโรงงานกรณีศึกษาแหล่งนี้ด้วย ซึ่งโรงงานส่วนมากยังคงละเลยใช้งานระบบอัดอากาศ ไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้โรงงานสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงขอมาวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องอัดอากาศของโรงงานกรณีศึกษาแห่งนี้ โดยจะทำการศึกษาในหัวข้อ ดังต่อไปนี้

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 2.4 เครื่องอัดอากาศแบบสกรู

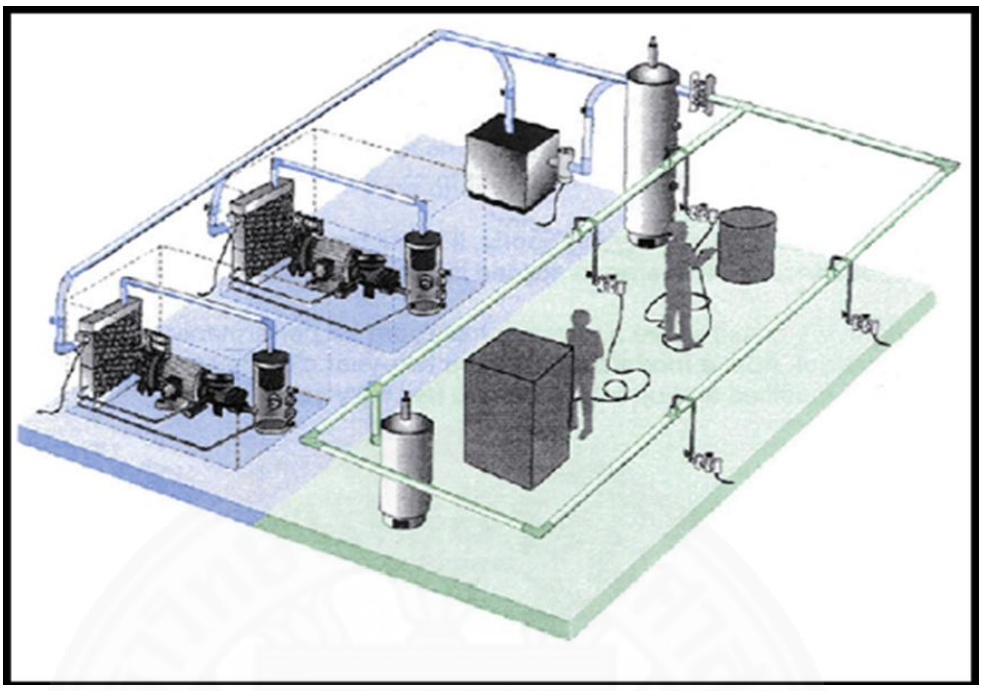
ที่มา : http://raveeintertrade.com

2.6.1 หลักการทำงานของเครื่องอัดอากาศ แบบสกรู

ภายในชุดสกรูของเครื่องอัดอากาศชนิดนี้มีเพลา สกรูสองเพลาที่หมุนขบกัน เรียกว่า เพลาตัวผู้ (Male Rotor) และเพลาตัวเมีย (Female Rotor) เพลาสกรูทั้งสองจะประกอบอยู่ในตัวเรือนเดียวกัน (อยู่ภายในชุดสกรู) โดยหมุนด้วยความเร็วรอบเกือบเท่ากัน ซึ่งเพลาตัวผู้จะหมุนเร็วกว่าเพลาตัวเมียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ทำให้ดูดลมจากด้านหนึ่งและอัดส่งต่อไปอีกด้านหนึ่งได้

ซึ่งขณะที่เพลาทั้งคู่ขบเข้าหากัน อากาศก็จะถูกดูดผ่านกรองอากาศเข้ามาและอากาศจะถูกดูดผ่านเข้าไปที่หัวของชุดเพลาและถูกดูดผ่านไปจนถึงท้ายเพลา โดยการที่เพลาขบกันดูดอากาศเข้ามาและมีน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปลดความร้อนของชุดสกรู และเป็นซีลช่วยไม่ให้ลมย้อนมาที่หัวเพลา ทำให้ลมอัดที่ออกมามีแรงดันและปริมาณลมที่สูง

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 2.5 ระบบอัดอากาศ

ที่มา : http://mlnautoparts.com

2.6.2 ระบบอัดอากาศ

เป็นอากาศที่มีแรงดันสูงส่งผ่านท่อเหล็กหนาดันแรงดัน ใช้ลมธรรมชาติดูดผ่านเข้ากระบวนการผลิตต่างๆ ในเครื่องอัดอากาศ และออกมาเป็นลมอัดที่มีความดันสูง 8-20 bar แล้วแต่ความต้องการของเครื่องจักรแต่และประเภท แต่จะยังมีน้ำปะปนมาบ้าง จึงต้องส่งอากาศอัดผ่านเครื่องทำลมแห้ง (AIR DRYER) เพื่อกำจัดน้ำออกจากอากาศอัดเพื่อต้องการอากาศอัดที่สะอาดปราศจากสิ่งสกปรกและน้ำ แล้วส่งผ่านอากาศอัดไปเก็บไว้ในถังสำรองลมต้นทาง และส่งอากาศอัดไปตามท่อเหล็ก เพื่อใช้งานต่อไป

โดยทั่วไปแล้วโรงงานอุตสาหกรรมนิยมใช้ ระบบอัดอากาศ ในกระบวนการผลิตเกือบทุกอุตสาหกรรมต้องใช้ เช่น การใช้ลมขับกระบอกสูบ เป่าชิ้นงาน มอเตอร์สายพานลำเรียง เครื่องพ่นสีรถยนต์ เป็นต้น เพราะลมเป็นพลังงานสะอาดและไม่มีอันตราย ระบบอัดอากาศ เป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เนื่องจากต้องการความดันสูงและต้นทุนการผลิตอากาศอัดจะยิ่งสูงขึ้นหากมีการทำงานที่ไม่เต็มประสิทธิภาพ

Ref. code: 25605910037216BFV

2.7 การอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด

2.7.1 ดัชนีการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงานเป็นสิ่งสำคัญที่จะบอกต้นทุน และปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องอัดอากาศ เครื่องอัดแต่ละชุดที่ใช้งานร่วมกันจะมีประสิทธิภาพไม่เท่ากัน เนื่องจากการสึกหรอของอุปกรณ์ประกอบต่างๆ และขาดการบำรุงรักษาที่ดีดังนั้นผู้ใช้งานควรเก็บข้อมูลและตรวจสอบดัชนีอย่างสม่ำเสมอ เพื่อควบคุมค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าและหาแนวทางในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ เกณฑ์การเปรียบเทียบ การเปรียบเทียบค่าที่ดีที่สุดคือการเปรียบเทียบค่าต่างๆ กับพิกัดของอุปกรณ์นั้นและถ้าต้องการเปลี่ยนใหม่ ก็สามารถใช้เปรียบเทียบกับพิกัดของอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้แทน

- ร้อยละของปริมาณอากาศอิสระเทียบกับพิกัดไม่ควร ≤90%
- ร้อยละของดัชนีการใช้พลังงานเทียบกับพิกัดไม่ควร >110%

2.7.2 การตรวจประเมินเบื้องต้นด้านพลังงาน

เป็นการตรวจสอบเบื้องต้นโดยอาศัย การสังเกตเทียบกับมาตรฐานเป็นหลักการบันทึกข้อมูลพื้นฐานและการตรวจวัดข้อมูลที่จำเป็น ตามรายการ Checklist ในตารางที่ 2.1 เพื่อวินิจฉัยความผิดปกติของระบบเบื้องต้น และเป็นการเตรียมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการคำนวณดัชนีการใช้พลังงานของเครื่องอัดอากาศและการศึกษาภาพของการประหยัดพลังงานในขั้นตอนต่อไป

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 2.1

รายการ Checklist ของระบบอากาศอัด

หัวข้อ	รายการ	เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบ		แนวทางแก้ไขและข้อแนะนำ
			สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	
1	ตรวจสอบความสะอาดของกรองอากาศ	กรองอากาศต้องไม่สกปรกและไม่ตันเพราะจะทำให้ลมดูดเข้าเครื่องลดลงส่งผลให้ประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศลดลง			- ทำความสะอาดในระยะเวลาที่เหมาะสมตามสภาพการใช้งาน - ติดตั้งท่อดูดอากาศเพื่อดูดอากาศที่สะอาดจากภายนอก - ย้ายตำแหน่งเครื่องอัดอากาศ
2	ตรวจวัดอุณหภูมิอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ	อุณหภูมิอากาศควรจะต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้จะส่งผลให้มวลของเครื่องอัดจะสูงขึ้น			- ติดตั้งท่อดูดอากาศจากภายนอกที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า - ย้ายหรือเปลี่ยนทิศทางของอากาศร้อนที่เข้าเครื่องอัดอากาศ - ย้ายตำแหน่งเครื่องอัดอากาศ
3	ตรวจวัดความชื้นของอากาศดูดเข้าเครื่องอัดอากาศ	อากาศที่ดูดเข้าเครื่องควรมีความชื้นต่ำที่สุดเพราะจะทำให้มวลของอากาศแห้งมากขึ้นอีกทั้งลดภาระของอุปกรณ์ลดความชื้น			- ติดตั้งท่อดูดอากาศจากภายนอกที่มีความชื้นต่ำกว่า - ย้ายหรือเปลี่ยนทิศทางของอากาศชื้นที่เข้าเครื่องอัดอากาศ - ย้ายตำแหน่งเครื่องอัดอากาศ
4	ตรวจสอบระบบส่งกำลังของเครื่องอัดอากาศ	ระบบส่งกำลังจะต้องมีประสิทธิภาพสูง			- ปรับความตึงของสายพานให้เหมาะสม - เปลี่ยนสายพานเมื่อหมดอายุการใช้งาน
5	ตรวจสอบความดันในการผลิตอากาศอัด	ปรับลดความดันอากาศอัดให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะที่ความดันสูงขึ้นประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศจะลดลง			- ปรับลดความดันเครื่องอัดโดยดูจากความดันสูงสุดของอุปกรณ์ใช้อากาศอัด
6	ตรวจวัดสมรรถนะของเครื่องอัดอากาศแต่ละชุด	เครื่องอัดอากาศที่มีการใช้งานสลับกันไปมาควรตรวจวัดสมรรถนะของแต่ละชุด			- จัดทำแผนการใช้งานชุดที่มีค่า kW/m^3/min ต่ำที่สุดเป็นหลัก - หาสาเหตุและแก้ไขเครื่องอัดชุดที่มีค่า kW/m^3/min สูง - เปลี่ยนเครื่องอัดให้มีสมรรถนะสูงขึ้น
7	ตรวจสอบพฤติกรรมการทำงานของเครื่องอัดอากาศ	เครื่องอัดอากาศควรทำงานที่ภาระเต็มพิกัดตลอดเวลา โดยมีการหยุดหรือการเดินตัวเปล่า (Unload) น้อยที่สุด			- ปรับตั้งระยะห่างของความดันในการเดินและหยุดให้มากที่สุด - ติดตั้งอุปกรณ์ลดรอบขณะเดิน Unload - ใช้เครื่องอัดอากาศขนาดเล็กลง - เพิ่มขนาดถังเก็บอากาศ - ถ้ามีเครื่องอัดอากาศเดินพร้อมกันหลายชุดให้ปรับตั้งความดันแต่ละชุดไม่เท่ากัน
8	ตรวจสอบความดันใช้งานของอุปกรณ์ใช้อากาศอัดทั้งหมด	ควรผลิตอากาศอัดเพื่ออุปกรณ์ใช้อากาศอัดที่มีจำนวนมาก			- แยกระบบผลิตอากาศอัดเป็นระบบความดันสูงและความดันต่ำ - ลดความดันระบบผลิตรวมแล้วใช้ Booster เพื่อเพิ่มความดันให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ความดันสูงซึ่งเป็นส่วนน้อย - ใช้เครื่องอัดขนาดเล็กเพื่อเดินใช้งานเฉพาะจุดที่ต้องการความดันสูง

Ref. code: 25605910037216BFV

หัวข้อ	รายการ	เกณฑ์การพิจารณา	ผลการตรวจสอบ		แนวทางแก้ไขและข้อแนะนำ
			สอดคล้อง	ไม่สอดคล้อง	
9	ตรวจสอบการใช้งานอากาศอัดตามคุณภาพ	ไม่ควรใช้อากาศอัดที่มีคุณภาพสูงกับงานที่ไม่ต้องการอากาศอัดคุณภาพสูง เช่น เป่าทำความสะอาด เป่าระบายความร้อน เป่าชิ้นงาน			- ติดตั้งท่อลมแยกโดยไม่ผ่านอุปกรณ์ปรับสภาพอากาศอัด - ติดตั้งเครื่องอัดอากาศเฉพาะงาน
10	ตรวจสอบการใช้งานอากาศอัดที่ผิดวัตถุประสงค์	ไม่ควรใช้อากาศอัดเป่าทำความสะอาดหรือระบายความร้อน			- ลดความดันในจุดที่จำเป็นต้องใช้ - ใช้ Blower แทนอากาศอัด - ใช้หัวฉีดเพิ่มความเร็วเพื่อประหยัดอากาศอัด
11	ตรวจสอบความดันอากาศที่ต้นทางและปลายทอง	ขณะที่ภาระการใช้อากาศอัดสูง ความดันที่ปลายทางควรต่ำกว่าต้นทางไม่เกิน 0.5 Bar_g			- ขนาดท่อเล็กเกินไปควรเพิ่มขนาดท่อหรือเพิ่มจำนวนท่อลม - ลดความยาวท่อและข้อต่อข้องอ - เชื่อมต่อท่อให้เป็นวงแหวน (Ring Loop) - ความดันตกมากบางช่วงเวลาอาจเกิดจากเครื่องอัดมีขนาดเล็กหรือขนาดถังเก็บอากาศเล็ก - จุดที่ใช้อากาศอัดปริมาณมากควรติดตั้งถังเก็บอากาศ
12	ตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศอัด	อากาศอัดไม่ควรมีการรั่วไหลโดยควรควบคุมให้ไม่เกิน 5% ทดสอบโดยวิธี NO LOAD TEST โดยทำการจับเวลาการทำงานและไม่ทำงานของเครื่องอัดขณะที่ไม่มีการใช้อากาศอัด			- จัดทำแบบทดสอบและซ่อมตามความเหมาะสม - รณรงค์และออกข้อกำหนดให้ผู้ใช้อากาศอัดตรวจสอบทุกวัน โดยการฟังเสียงหรือสังเกตคราบน้ำมันบริเวณข้อต่อข้อ งอหรือการตรวจโดยใช้ฟองสบู่
13	ตรวจสอบการปิดวาล์วลมที่ถังเก็บอากาศอัด	หยุดพักกลางวันและเลิกงานควรปิดวาล์วที่ถังเก็บอากาศอัดเพื่อลดการสูญเสียอากาศอัดที่เกิดจากการรั่วไหลภายในระบบ			- จัดทำข้อกำหนดและกำหนดผู้รับผิดชอบ
14	ตรวจสอบการทำงานของระบบปล่อยน้ำอัตโนมัติ (Auto drain)	การ Drain แต่ละครั้งไม่ควรมีอากาศมากเกินไป			- ปรับตั้งเวลา Timer ให้เหมาะสม - เลือกใช้ขนาด Auto drain ให้ขนาดที่เหมาะสม
15	ตรวจสอบการปิดวาล์วที่เข้าเครื่องจักรที่ไม่ได้ใช้งาน	เมื่อหยุดใช้งานเครื่องจักร ให้ปิดวาล์วอากาศอัดเข้าเครื่องทุกครั้ง			- รณรงค์และออกข้อกำหนดให้ปิดวาล์วเข้าเครื่องจักรทุกครั้งหลังเลิกงาน - ติดตั้งวาล์วเข้าเครื่องจักรทุกเครื่อง
16	ตรวจสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ใช้ลมที่มีการหมุน	อุปกรณ์ใช้ลมที่มีการหมุน เช่น ประแจลม สว่านลม เมื่อใช้งานไประยะเวลาหนึ่งจะใช้ปริมาณลมมากขึ้นเนื่องจากใบพัดเกิดการสึกหรอหรืออุปกรณ์มีความฝืดมากขึ้น			- เปลี่ยนใบพัดอุปกรณ์เมื่อใช้งานนานหรือกำลังในการขับน้อยลง - เปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น - ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแทนอุปกรณ์ลม

ที่มา : http://ienergyguru.com

Ref. code: 25605910037216BFV

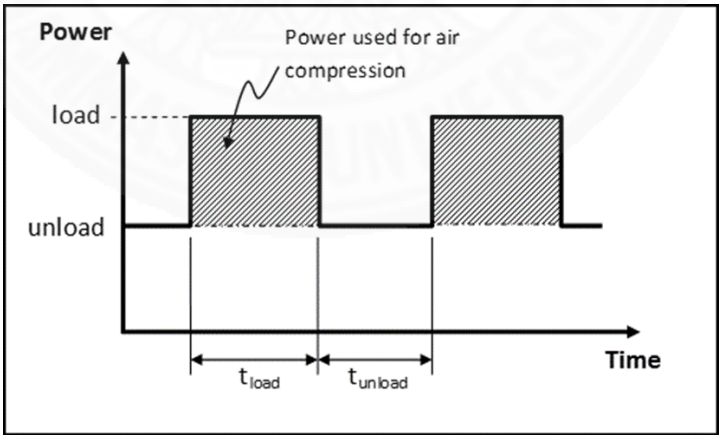
2.8 การลดการรั่วไหลอากาศอัด

ความสูญเสียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในระบบอากาศอัด นอกเหนือจากการสูญเสียความดันแล้วจะเกิดจากการรั่วไหลของอากาศอัด ซึ่งแทบไม่มีระบบอากาศอัดที่ใดเลยที่จะไม่มีการรั่วไหล และโดยมาตรฐานแล้วจะยอมให้มีอากาศอัดรั่วไหลได้ ไม่เกิน 5% ของปริมาณอากาศอัดที่ ผลิตได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงควรตรวจสอบการรั่วไหลอย่างสม่ำเสมอ และรีบดำเนินการซ่อมแซมตามลักษณะการชำรุดที่ตรวจพบ ซึ่งผลประหยัดที่ได้จากการลดการรั่วไหลของอากาศอัดคำนวณได้ตามสมการ

2.8.1 การตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศอัด

ต้องดำเนินการในขณะที่ไม่มีการใช้งานอากาศอัดในเครื่องจักร/อุปกรณ์ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- หยุดเดินเครื่องอัด เปิดวาล์วด้านจ่ายอากาศออกจากถังรวมถึงวาล์วทั้งหมดในระบบ
- เดินเครื่องอัดและจับเวลาที่ใช้ในขณะเครื่องทำงาน (T Load) และหยุดทำงาน
- คำนวณเปอร์เซ็นต์การรั่ว = [T Load / (T Load+ T Unload)] x 100
- คำนวณปริมาณอากาศอัดที่รั่วไหล = เปอร์เซ็นต์การรั่ว x อัตราการผลิตอากาศอัด



ภาพที่ 2.6 การทำงานของเครื่องอัดอากาศ

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

2.8.2 ภาพตัวอย่างการทำงานในช่วง Load Unload ของเครื่องอัดอากาศ

ถ้า t unload มีช่วงเวลาที่หยุดยาวๆ ก็จะทำให้ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่ถ้า t load มีช่วงเวลาที่เดินเครื่องอัดอากาศยาวๆ หรือตลอดเวลาก็จะทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง และสิ้นเปลืองโดยไม่เหมาะสมกับ Load การใช้งาน

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างจุดรั่วไหล

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

2.8.3 ตัวอย่างจุดที่มักเกิดการรั่วไหลของอากาศอัด

ตำแหน่งการรั่วไหลที่มักพบบ่อยๆ เช่น วาล์ว หน้าแปลน ข้อต่อท่อต่างๆ จุดต่อเข้าเครื่องจักร หัวต่อสาย และตำแหน่งที่รั่วมักจะรั่วซ้ำๆ จุดเดิมอาจเนื่องมาจากการยึดท่อที่ไม่แข็งแรง หรือบริเวณใช้งานมีการเคลื่อนไหวหรือ การต่อสายท่ออ่อนไม่ถูกต้อง เป็นต้น การรั่วมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ การรั่วตรง และการรั่วซึม โดยส่วนมากจะเป็นการรั่วซึมมากกว่า เพราะการรั่วซึม จะสังเกตได้ยาก เสียงเบา ส่วนการรั่วตรงส่วนใหญ่จะพบที่จุดควบคุมนิวเมติกส์ เช่น การรั่วไหลตรงวาล์วคอนโทรล หรือชุดปรับลดแรงดันก่อนเข้าอุปกรณ์ เช็ครั่วสามารถทำได้โดย หูฟังเสียง ใช้สายตาสังเกต น้ำสบู่หรือแชมพู การตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศอัดสามารถดำเนินได้ง่าย โดยเดินสำรวจโรงงานของท่านให้ทั่วหรือให้เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานอยู่ในบริเวณนั้นๆ ช่วยดูและตรวจสภาพ ซึ่งการรั่วนั้นเป็นการสูญเสียเงินไปโดยเปล่า

Ref. code: 25605910037216BFV

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

3.1 การศึกษากระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตของโรงงาน เริ่มต้นจากการรับวัตถุดิบ ทำการตรวจสอบเรียบร้อย ส่งไปขบวนการผลิตที่ใช้เครื่องกลึง ในการขึ้นรูปชิ้นงาน เมื่อทำการตรวจสอบเรียบร้อย แล้วส่งไปทำความสะอาด โดยการล้างด้วยน้ำยา หรือขัดผิว ทำการตรวจสอบเรียบร้อย ส่งไปบรรจุหีบห่อ ตรวจสอบเรียบร้อยส่งมอบไปให้ลูกค้า ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1 กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

ซึ่งในแต่ละกระบวนการจะมีการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จึงเห็นความสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้า ในแต่ละกระบวนการ จึงได้จัดให้มีการทำประวัติของเครื่องจักรทั้งหมด เพื่อทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า และปริมาณการใช้ลมอัดของแต่ละกระบวนการผลิต เพื่อนำมาวิเคราะห์หาจุดที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสิ้นเปลือง หรือไม่เต็มประสิทธิภาพ ของอุปกรณ์นั้นๆ ผู้ศึกษาจึงขอนำข้อมูล เกี่ยวกับประวัติเครื่องจักรทั้งหมดโรงงาน ดังต่อไปนี้

Ref. code: 25605910037216BFV

3.2 ความถี่ในการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องจักร

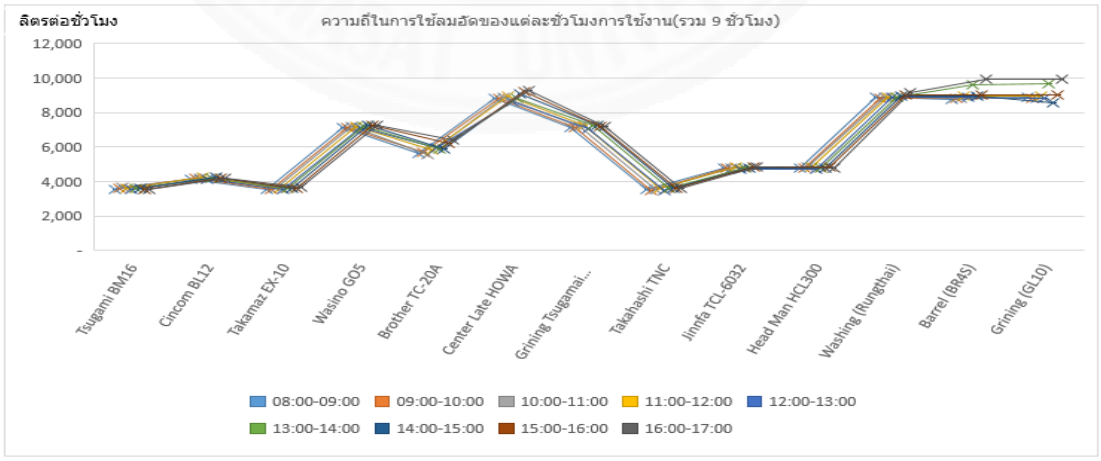
ตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.2 กราฟ แสดงถึงปริมาณการใช้ลมอัดในแต่ละชั่วโมงการผลิตของเครื่องจักร และอุปกรณ์ โดยใช้เครื่องวัดอัตราการไหลของลมอัด พบว่าช่วงเวลา 16:00 – 17:00 น. เป็นช่วงเวลาที่ใช้ลมอัดมากที่สุด และช่วงเวลา 12:00 – 13:00 น. เป็นช่วงเวลาที่ใช้ลมอัดน้อยที่สุด ซึ่งเป็นเวลาพักกลางวันของพนักงานจึงมีปริมาณการใช้ลมอัดน้อยที่สุด จากตาราง และกราฟนี้ได้ทำการตรวจวัดจริง เพื่อต้องทราบถึงความต้องการปริมาณลมอัดที่แท้จริง ในแต่ละชั่วโมงการผลิต เพื่อนำข้อมูลมาทำการศึกษา วิเคราะห์ ต่อไป

ตารางที่ 3.1

ความถี่ ในความต้องการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องจักร จากการวัดจริง

Machine Type	ความถี่ในการใช้ลมอัดของแต่ละชั่วโมงการใช้งาน (รวม 9 ชั่วโมง) หน่วยเป็นลิตรต่อชั่วโมงต่อเครื่อง								
	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00
Tsugami BM16	3,578	3,592	3,682	3,590	3,520	3,624	3,638	3,569	3,550
Cincom BL12	4,159	4,190	4,210	4,250	4,150	4,189	4,240	4,218	4,215
Takamaz EX-10	3,517	3,558	3,588	3,612	3,559	3,604	3,621	3,638	3,684
Wasino GO5	7,115	7,157	7,188	7,198	7,122	7,219	7,237	7,259	7,240
Brother TC-20A	5,651	5,690	5,580	5,840	5,960	5,890	5,921	6,200	6,403
Center Late HOWA	8,821	8,815	8,875	8,956	8,609	8,845	9,091	9,234	9,275
Grining Tsugamai TVG4	7,124	7,157	7,219	7,239	7,037	7,238	7,238	7,210	7,203
Takahashi TNC	3,547	3,511	3,568	3,594	3,511	3,586	3,612	3,638	3,613
Jinnfa TCL-6032	4,760	4,794	4,811	4,823	4,704	4,789	4,809	4,828	4,838
Head Man HCL300	4,756	4,763	4,857	4,875	4,736	4,809	4,816	4,868	4,802
Washing (Rungthai)	8,890	8,858	8,897	8,909	8,911	8,906	8,948	9,049	9,124
Barrel (BR4S)	8,760	8,839	8,844	8,957	8,860	9,606	8,929	9,042	9,904
Grining (GL10)	8,875	8,849	8,829	8,972	8,831	9,685	8,575	9,031	9,914

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD



ภาพที่ 3.2 กราฟความถี่ ในความต้องการใช้ปริมาณลมอัดของเครื่องจักร จากการวัดจริง

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

3.3 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัด

การตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัดนี้ ต้องอาศัยเครื่องมือวัดอัตราการไหล หรือเรียกว่า (FLOW METER) เป็นอุปกรณ์ตัวสำคัญที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัด มีความสามารถวัดความเร็วลมที่ไหลผ่านได้ตั้งแต่ 0.1 – 500 ลิตรต่อนาที

ภาพที่ 3.3 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัด
ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 3.3 วิธีการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศอัด เริ่มจากเครื่องอัดอากาศผลิตอากาศอัด เพื่อจ่ายไปยังอุปกรณ์ และเครื่องจักร ที่ต้องการการใช้ลมอัด เพื่อทราบความต้องการการใช้พลังงานลมอัดที่แท้จริง จึงต้องทำการตรวจวัดอัตราการไหลของอากาศ โดยให้อากาศอัดไหลผ่านเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ แล้วอ่านค่าที่ได้ หน่วยการอ่านเครื่องมือวัดอัตราการไหลของอากาศอัด หน่วยเป็นลิตรต่อนาที เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจึงนำข้อมูลมาใส่ในตารางเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดังตารางที่ 3.2

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 3.2

ชื่อเครื่องจักร และปริมาณลมอัดที่ต้องการใช้งาน

MACHINE LIST			ปริมาณการใช้ลมอัดจากมาตฐานเครื่อง ลิตรต่อนาทีต่อเครื่อง	ปริมาณการใช้ลมอัดจากการตรวจวัด ลิตรต่อนาทีต่อเครื่อง	รวมปริมาณลมอัดที่ใช้จากการตรวจวัด ลิตรต่อนาที
กระบวนการผลิต	Machine Type	จำนวน			
ขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องกลึง	Tsugami BM16	152	80	60	9120
	Cincom BL12	97	100	70	6790
	Takamaz EX-10	2	80	60	120
	Wasino GO5	40	150	120	4800
	Brother TC-20A	6	130	100	600
	Center Late HOWA	23	200	150	3450
	Grining Tsugamai TVG4	24	150	120	2880
	Takahashi TNC	9	80	60	540
	Jinnfa TCL-6032	32	100	80	2560
	Head Man HCL300	15	100	80	1200
ล้าง/ขัดชิ้นงาน	Washing (Rungthai)	5	200	150	750
	Barrel (BR4S)	5	200	150	750
	Grining (GL10)	10	200	150	1500
	รวมเครื่องทั้งหมด	**420**		**รวมปริมาณลมที่ต้องการ**	**35,060.00**
หมายเหตุ : ปริมาณลมอัดรวมทั้งหมด / จำนวนเครื่องทั้งหมด = ความต้องการลมอัดเฉลี่ยลิตรต่อนาทีต่อเครื่อง 35,060 / 420 = 84 ลิตรต่อนาทีต่อเครื่อง					

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากตารางที่ 3.2 ข้อมูลการตรวจวัดตั้งแต่เดือนกันยายน - ตุลาคม 2560 ทำขึ้นมาเพื่อทราบถึงปริมาณการใช้ลมอัดของแต่ละกระบวนการผลิต ซึ่งพบว่า เครื่องกลึงที่มีความต้องการ การใช้ลมมากที่สุดคือ HOWA 150 ลิตรต่อนาที ใช้น้อยที่สุด คือ กระบวนการขึ้นรูปชิ้นงาน เฉลี่ย 90 ลิตรต่อนาที และกระบวนการล้าง และขัดชิ้นงาน เฉลี่ย 150 ลิตรต่อนาที จะใช้ลมมากเช่นกัน จึงขอนำข้อมูลข้างต้นนี้มาทำการคำนวณสรุปปริมาณการใช้ลมอัด ได้ดังต่อไปนี้

จากตารางคำนวณการใช้ลมอัด แล้วแบ่งแยกสัดส่วนการใช้ปริมาณลมอัดทั้งหมดได้ดังนี้

- ขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องกลึง CNC M/C 91.43%
- ล้าง/ขัดชิ้นงาน Washing M/C 2.14%
- ล้าง/ขัดชิ้นงาน Grinding M/C 4.29%
- ล้าง/ขัดชิ้นงาน Barrel M/C 2.14%

เมื่อนำข้อมูลมาศึกษาแล้ว พบว่าลมอัดที่ใช้ไปกับเครื่องกลึง ส่วนใหญ่ก็จะใช้ในระบบขับเคลื่อนกระบอกลม หรือ (Pneumatic Air Cylinder) เป็นอุปกรณ์ลมที่ใช้ลมเป็นตัวขับเคลื่อนก้านกระบอกลม เคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรง ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัด ให้เป็นพลังงานกล เมื่อได้ข้อมูลความต้องการ อัตราการใช้ลมอัดแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้ผังก้างปลา ได้ดังภาพที่ 3.4 โดยแต่ละสาเหตุ มีสาเหตุ และแนวทางแก้ไข ดังตารางที่ 3.3

Ref. code: 25605910037216BFV

3.4 การวิเคราะห์สาเหตุ ที่มาของมาตรการ

ภาพที่ 3.4 การวิเคราะห์สาเหตุ เครื่องอัดอากาศทำงานอยู่ตลอดเวลา โดยยึดหลัก ผังก้างปลา

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 3.3

การวิเคราะห์ ผังก้างปลา

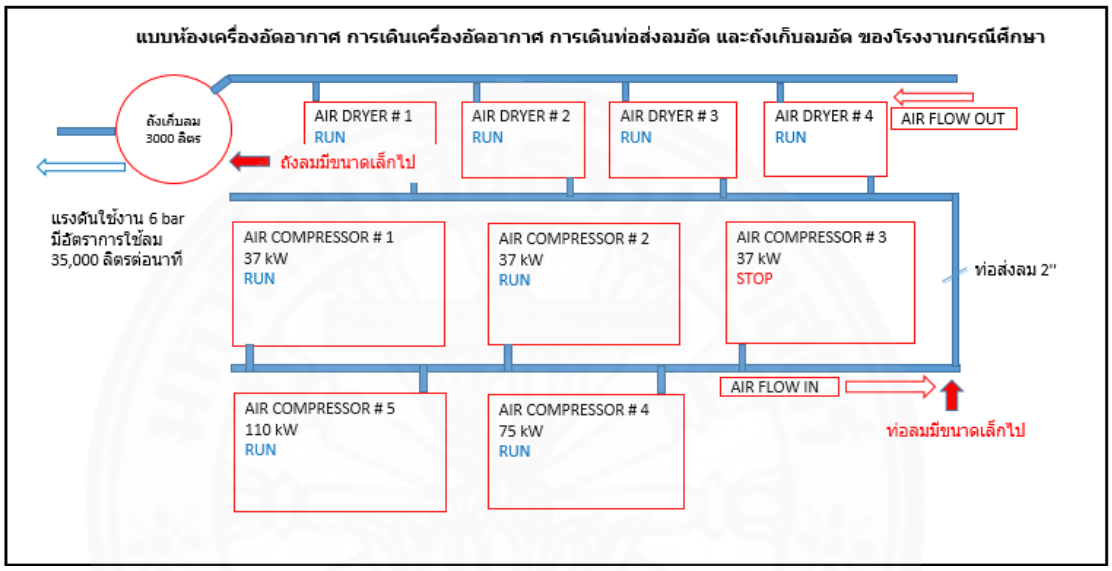
สาเหตุหลัก	สาเหตุรอง	สาเหตุย่อย	เหตุผล	ส่งผลต่อ	แนวทางแก้ไข
คน	ยังไม่มีการตรวจสอบ จดบันทึก	-	ไม่มีผู้รับผิดชอบ	เครื่องอัดลมทำงานตลอดเวลา	จัดฝึกอบรมพนักงานที่ดูแล
	การติดตั้ง และซ่อมแซม	ใช้ลมอัดเป่ารางกาย คายความร้อน	ส่วนการผลิตมีอากาศร้อน	สิ้นเปลืองลมอัด โดยไร้ประโยชน์	ใช้พัดลม Blower เป่าแทนลมอัด
	ใช้ลมอัดไม่เหมาะสม	พันเกลียวข้นท่อไม่แน่น	พนักงานขาดความรู้ ความเข้าใจ	ลมอัดรั่วไหล สิ้นเปลืองพลังงาน	จัดให้มีการฝึกอบรม
		ใช้ลมอัดเป่าตัว ก่อนเลิกงาน	เป่าสิ่งสกปรกที่ติดตามเสื้อผ้า	ลมอัดรั่วไหล สิ้นเปลืองพลังงาน	ใช้พัดลม Blower เป่าแทนลมอัด
เครื่องจักร	ถังเก็บลมเล็ก	-	ยังไม่มีการตรวจสอบ	ไม่มีลมสำรองในถังเก็บ เครื่องอัดอากาศจึงทำงานตลอดเวลา	เปลี่ยนขนาดถังให้ใหญ่ขึ้น
	ท่อส่งลมเล็ก	-	ยังไม่มีการตรวจสอบ	เครื่องอัดอากาศผลิตมากเท่าไร ก็ส่งลมไม่สะดวก	เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมให้ใหญ่ขึ้น
	ลมรั่วไหล	อายุการใช้งานของท่อ	ยังไม่มีการตรวจสอบ	ลมอัดรั่วไหล สิ้นเปลืองพลังงาน	ซ่อมจุดที่รั่วไหล
		เคมีกัดกร่อนท่อ	ยังไม่มีการตรวจสอบ	ท่อผุ ลมอัดรั่วไหล สิ้นเปลืองพลังงาน	เปลี่ยนวัสดุใหม่ให้ทนเคมี
วัตถุดิบ	ลมอัด	อยู่ใกล้ความร้อน	ยังไม่มีการตรวจสอบ	สายลมแตก อายุการใช้งานสั้นลง	เดินสายหลบออกให้ไกลจากความร้อน
		ท่อเป็นโพลียูนิเทรน	ยังไม่มีการตรวจสอบ	สายลมแตก อายุการใช้งานสั้นลง	เปลี่ยนวัสดุใหม่ เป็นท่อคาวาไนท์
		ความหนาแน่นของอากาศน้อย	ยังไม่มีการตรวจสอบ	ความหนาแน่นของอากาศน้อย	เพิ่มขนาดท่อส่งลม
		อุณหภูมิอากาศรอบเครื่องสูง	ยังไม่มีการตรวจสอบ	อุณหภูมิกาศรอบเครื่องสูง	ปรับปรุงห้องให้ระบายอากาศได้ดีขึ้น
วิธีการ	ไม่มีการตรวจสอบการรั่วไหล	-	ยังไม่มีการตรวจสอบ	ลมอัดรั่วไหล สิ้นเปลืองพลังงาน	ตรวจสอบจุดรั่วไหล และซ่อมแซม
	ตั้งแรงดันที่ปั๊มลมสูง	-	พนักงานขาดความรู้ ความเข้าใจ	เครื่องอัดลมทำงานตลอดเวลา	จัดทำคู่มือการใช้งานการปรับตั้งให้เหมาะสม
	เผื่อแรงดันลมตกปลายทาง	ไม่ทราบความต้องการลมของเครื่องจริง	พนักงานขาดความรู้ ความเข้าใจ	เครื่องอัดลมทำงานตลอดเวลา	จัดทำคู่มือการใช้งานการปรับตั้งให้เหมาะสม

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

3.5 ประสิทธิภาพพลังงาน ในการเดินเครื่องอัดอากาศ และการเดินท่อส่งลมอัด และถังเก็บลมอัด

ประสิทธิภาพพลังงาน ในการเดินเครื่องอัดอากาศ และการเดินท่อส่งลมอัด และถังเก็บลมอัด โดยใช้ภาพที่ 3.5 ประกอบ เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพพลังงาน สภาวะการทำงานปัจจุบันของเครื่องอัดอากาศในแต่ละเครื่อง



ภาพที่ 3.5 แบบห้องเครื่องอัดอากาศการเดินเครื่องอัดอากาศ การเดินท่อส่งลมอัด และถังเก็บลมอัด
ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

เมื่อทราบผลจากการวิเคราะห์ และแนวทางแก้ไขของผังก้างปลาแล้ว จึงทำการวิเคราะห์ต่อให้ด้านของ ห้องเครื่องอัดอากาศ การเดินเครื่องอัดอากาศ การเดินท่อส่งลมอัด และถังเก็บลมอัด พบว่าข้อเสียของระบบเครื่องอัดอากาศแบบนี้ จึงต้องทำการคำนวณหา ความเหมาะสมของการใช้งาน ของขนาดถังลม และขนาดท่อส่งลม ซึ่งตรวจสอบอัตราการผลิตอากาศอัดที่กำลังเครื่องผลิตได้โดยการตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน ได้ดังต่อไปนี้

3.5.1 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงาน

ในการประเมินสมรรถนะการทำงานและประสิทธิภาพของระบบอัดอากาศจำเป็นต้องมีรายการตรวจวัด เพื่อหาประสิทธิภาพ และนำข้อมูลมาใช้เป็นอัตราการผลิตลมอัด

Ref. code: 25605910037216BFV

3.5.2 การตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

สามารถตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดค่าพลังไฟฟ้า (Power Meter) ซึ่งสามารถอ่านค่าพลังไฟฟ้าซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ (kW) ได้โดยตรง หรือคำนวณค่าพลังไฟฟ้าจาก สมการ

พลังไฟฟ้า = แรงดัน x กระแส x ค่าตัวประกอบกำลัง (กรณีไฟฟ้า 1 เฟส)

พลังไฟฟ้า = 1.732 x แรงดัน x กระแส x ค่าตัวประกอบกำลัง (กรณีไฟฟ้า 3 เฟส)

3.5.3 การตรวจวัดค่าอัตราการผลิตอากาศอัด

สามารถตรวจวัดได้ 2 วิธี ดังนี้

1. ตรวจวัดจากปริมาณลมดูด **(Free Air Delivery : FAD)** ตรวจวัดได้โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม (เมตร/นาที)

2. พื้นที่ช่องลมเข้า (ตารางเมตร) และคำนวณหาปริมาณลมจากสมการ อัตราการผลิตอากาศอัด (ลูกบาศก์เมตร/นาที) = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

ภาพที่ 3.6 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงานเครื่องอัดอากาศ
ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

3.5.4 การตรวจวิเคราะห์ด้านประสิทธิภาพพลังงานในเครื่องอัดอากาศ

เพื่อทราบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศ ก่อนดำเนินงานตามมาตรการที่กำหนด ดังนี้

เครื่องอัดอากาศ # 1 ขนาด 37 กิโลวัตต์ มีพื้นที่หน้ากากดูดอากาศ 0.3 m^2 ตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยได้ 0.4 m/s

อัตราการผลิตอากาศอัด = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

= 0.4 x 0.3 x 60

Ref. code: 25605910037216BFV

= 7.2 m³/min หรือ 7,200 ลิตรต่อนาที

เครื่องอัดอากาศ # 2 ขนาด 37 กิโลวัตต์ มีพื้นที่หน้ากากดูดอากาศ 0.3 m² ตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยได้ 0.38 m/s

อัตราการผลิตอากาศอัด = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

= 0.38 x 0.3 x 60

= 6.8 m³/min หรือ 6,800 ลิตรต่อนาที

เครื่องอัดอากาศ # 4 ขนาด 75 กิโลวัตต์ มีพื้นที่หน้ากากดูดอากาศ 0.33 m² ตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยได้ 0.75 m/s

อัตราการผลิตอากาศอัด = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

= 0.75 x 0.33 x 60

= 14.9 m³/min หรือ 14,000 ลิตรต่อนาที

เครื่องอัดอากาศ # 5 ขนาด 110 กิโลวัตต์ มีพื้นที่หน้ากากดูดอากาศ 0.41 m² ตรวจวัดความเร็วลมเฉลี่ยได้ 0.83 m/s

อัตราการผลิตอากาศอัด = ความเร็วลม x พื้นที่ช่องลมเข้า

= 0.83 x 0.41 x 60

= 20 m³/min หรือ 20,000 ลิตรต่อนาที

จากข้อมูลการคำนวณข้างต้นนี้ สรุปได้ดังตารางที่ 3.3 แสดงปริมาณการผลิตลมอัด ดังนี้

ตารางที่ 3.4

ปริมาณการผลิตลมอัด

ยี่ห้อ	เครื่องอัดอากาศ N0.	อัตราการผลิต ลิตรต่อนาที
KOBELCO	1	7,200
KOBELCO	2	6,800
KOBELCO	4	14,900
KOBELCO	5	20,000
Totel		48,900

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

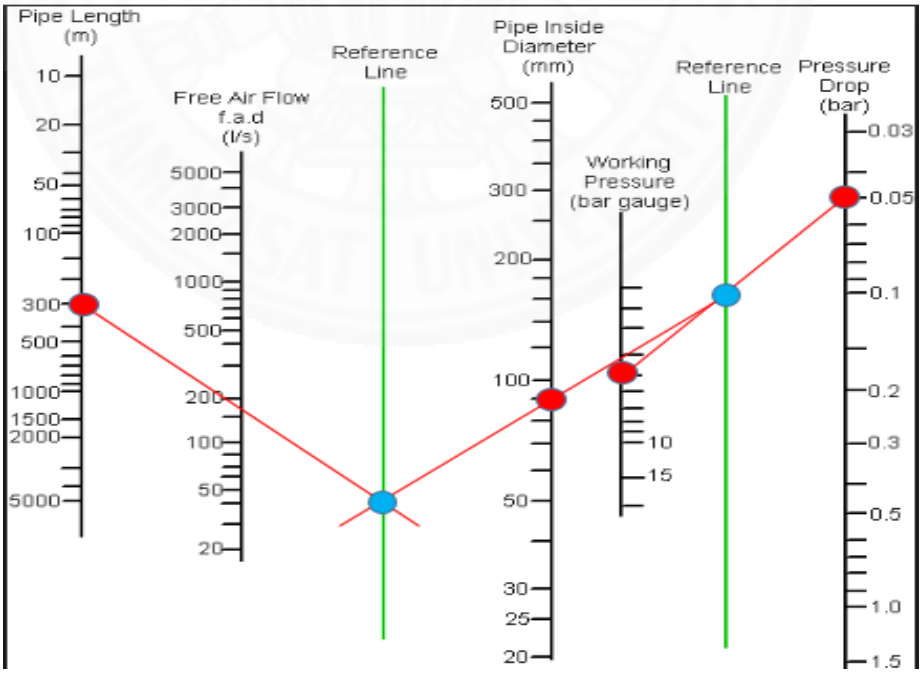
Ref. code: 25605910037216BFV

เมื่อทราบถึงอัตราการผลิตลมอัดแล้ว ต่อไปจะวิเคราะห์ อัตราการไหลของอากาศอัดในท่อส่งลมอัด โดยการคำนวณหาความเร็วของลมในท่อจ่ายอากาศอัด โดยใช้ค่าที่ได้จากการทดสอบ ดังหัวข้อต่อไป

3.6 การคำนวณหาความเร็วของลมในท่อจ่ายอากาศอัด

จากกราฟ Air compressor – Nomography เพื่อหาอัตราการไหลของลมอัดในท่อได้ดังนี้

แกน Pipe Length คือ ความยาวของช่วงท่อที่ทำการทดสอบ 300 เมตร
แกน Free Air Flow คือ อัตราการไหลของอากาศอัดในท่อส่ง
แกน Reference Line เส้นแรก คือ ใช้กำหนดเป็นเส้นจุดตัด เพื่อใช้หาอัตราการไหล
แกน Pipe inside diameter คือ ขนาดภายในท่อ 90 มิลลิเมตร
แกน Working Pressure คือ แรงดันที่งานต้นทาง 6 บาร์
แกน Reference Line เส้นสอง คือ ใช้กำหนดเป็นเส้นจุดตัดผ่าน
แกน Pressure drop คือ แรงดันตกคร่อม 0.05 บาร์



ภาพที่ 3.7 กราฟ Air compressor – Nomography
ที่มา https://www.engineeringtoolbox.com/

Ref. code: 25605910037216BFV

จากภาพที่ 3.7 วิธีการหาอัตราการไหลจากกราฟ คือ อันดับแรกต้องหาค่าของแต่ละแกนแล้วกำหนดค่าที่สเกลแล้วจุดไว้ ทั้งหมด 4 จุด 1. ความยาวของท่อส่งลมอัด 2. ขนาดท่อส่งลมอัด 3. แรงดันใช้งานต้นทาง และ 4. แรงดันตกคร่อมปลายทาง เสร็จแล้วลากตรง จากจุด แรงดันตกคร่อมปลายทาง มาที่จุดแรงดันใช้งานต้นทาง เสร็จแล้วจะได้จุดตัดผ่านในเส้นอ้างอิงที่สอง จากนั้นลากเส้นตรงจากจุดอ้างอิงที่สองผ่านจุด ขนาดท่อส่งลมอัด เส้นตรงจะไปสุดที่เส้นอ้างอิงที่ 1 แล้วจุดไว้ จากนั้นลากเส้นตรงผ่านไปที่จุด ขนาดความยาวท่อ จากนั้นอ่านค่าที่แกนอัตราการไหล ตรงสเกล มีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที ค่าที่หาได้ คือ 175 ลิตรต่อวินาที หรือ 0.175 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ขนาดท่อ = 90 มิลลิเมตร หรือเท่ากับ 0.09 เมตร

พื้นที่หน้าตัด = 0.00636 ตารางเมตร

ความเร็วในท่อส่งลม = อัตราการไหล/พื้นที่หน้าตัด

$V = Q / A$

$= 0.175 / 0.00636$

ความเร็วในท่อส่งลม = 27.51 เมตรต่อวินาที

ตารางที่ 3.5

พิกัดอัตราการผลิตลมอัด

พิกัดอัตราการผลิต ต่อนาที และต่อชั่วโมง		
	ลูกบาศก์เมตรต่อนาที	ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง
เครื่องอัดอากาศ # 1	7.2	432.00
เครื่องอัดอากาศ # 2	6.8	408.00
เครื่องอัดอากาศ # 4	14.9	894.00
เครื่องอัดอากาศ # 5	20	1,200.00
รวม	48.90	2,934.00

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากที่ได้วิเคราะห์ จากกราฟพิกัดอัตราการผลิต คำนวณเผื่ออนาคต ที่มีความต้องการเพิ่มขึ้น แล้วนั้น พบว่าระบบอัดอากาศนี้ ณ ปัจจุบัน ผลิตลมได้ 48.90 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งความต้องการอัตราการไหลของลม ส่งไปส่วนงานผลิตเพียง 35.06 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ซึ่งถ้าดูในแง่ของความต้องการในส่วนการผลิต ก็ถือว่าเพียงพอ แต่เครื่องอัดลมยังไม่หยุดการทำงานเลย จึงพบว่าถังลมมีขนาดไม่เหมาะสม เพราะมีขนาดเล็กกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ จึงต้องทำการคำนวณหาขนาดของถังเก็บลมอัดที่เหมาะสม ดังในหัวข้อต่อไป

Ref. code: 25605910037216BFV

3.7 ขนาดถังเก็บลม เพื่อคำนวณหาปริมาตรของขนาดถังเก็บลมอัดที่เหมาะสม

หน้าที่ของถังเก็บลมอัดที่เครื่องอัดลม (เครื่องอัดอากาศ) เบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจถึงหน้าที่ถังเก็บลม สร้างขึ้นมาเพื่อเตรียมที่จะจ่ายลมอัดไปยังอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ลมอัด นอกจากนั้น ถังเก็บลม ยังมีหน้าที่จ่ายลมอัดไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ให้มีค่าแรงดันที่คงที่ ไม่ลดลงแรงดันลงมากนัก เวลาเครื่องจักร อุปกรณ์ มีความต้องการลมอัดเวลาเดียวกันเป็นจำนวนมากๆ และยังช่วยให้เครื่องอัดอากาศทำงาน มีการตัดการทำงาน เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า การเลือกขนาดของถังเก็บลมอัด ให้เหมาะสมกับอัตราการใช้งาน เป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง เพราะการเลือกขนาดของถังที่เหมาะสมนั้นจะทำให้ เครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ แรงดันสม่ำเสมอ ถ้าถังเก็บลมมีขนาดที่เล็กเกินไป จะทำให้แรงดันกระเพื่อม ไปมาไม่คงที่

ตารางที่ 3.6

ขนาดถังเก็บลม เพื่อคำนวณหาปริมาตรของขนาดถังเก็บลมอัดที่เหมาะสม

ตารางขนาดถังลมที่แนะนำ คิดจากอัตราการผลิต และกำลังของเครื่องอัดอากาศ		
	อัตราการไหลของลมอัด ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง	ขนาดถังลมที่แนะนำ ลูกบาศก์เมตร
	170	0.4
	340	0.8
	510	1.1
	640	1.5
	850	1.9
ก่อนปรับปรุง	**1275**	**2.9**
	1700	3.8
คำแนะนำ	**2550**	**5.7**
	3400	7.6
	5100	11.4
	6800	15.2
	8500	19
	12750	28.5
	17000	38

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

ดังนั้น ตามตารางแนะนำขนาดถังเก็บลมอัดที่เหมาะสมกับการใช้งานดังตารางที่ 3.6 พบว่า จากที่ตรวจสอบการใช้งาน ณ ปัจจุบันแล้ว เครื่องจักรและอุปกรณ์มีความต้องการ อัตราลมอัด 2,934 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แต่ถังลมมีขนาดที่ 3,000 ลิตร หรือ (2.9 ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเมื่อเทียบ

Ref. code: 25605910037216BFV

กับตารางแนะนำดังตารางที่ 3.5 ควรเลือกใช้ขนาดระหว่าง 5.7 – 7.6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งควรเลือกขนาด 7.6 ลูกบาศก์เมตร แต่ทางโรงงานมีพื้นที่ไม่เพียงพอ แต่อัตราการใช้ลมมีปริมาณที่มากกว่าและพื้นที่อันจำกัน จึงเลือกขนาด 6,000 ลิตร หรือ (6 ลูกบาศก์เมตร)และยังเหมาะสมกับพื้นที่วางที่สุด

สรุปจากตารางถังเก็บลม เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อตรวจสอบจากตารางขนาดถังลมที่แนะนำ แล้วพบว่า ณ ปัจจุบัน โรงงานมีการใช้ถังลมที่มีขนาด 3,000 ลิตร หรือ 3.0 m^3 ซึ่งเดิมเครื่องจักรมีจำนวนเพียง 200 เครื่อง แต่ในปัจจุบันเครื่องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นถึง400 เครื่อง แต่ขนาดของถังเก็บลมอัดยังเท่าเดิม จึงไม่เหมาะสมกับความต้องการปริมาณลมอัด ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศทำงานเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน ไม่ค่อยมีการตัดการทำงานเลย ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก จึงได้กำหนดเป็นมาตรเปลี่ยนขนาดถังลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิม 3,000 ลิตร เปลี่ยนมาเป็นขนาด 6,000 ลิตร เมื่อสรุปมาตรการเรื่องการเปลี่ยนถังเก็บลมแล้ว จากนั้นจะทำการคำนวณหาความเหมาะสม ของท่อส่งลมในหัวข้อ ต่อไปนี้

3.8 ท่อส่งลมอัด

หน้าที่ของท่อส่งลมอัด (เครื่องอัดอากาศ) เบื้องต้นเพื่อให้เข้าใจถึงหน้าที่ของท่อส่งลมอัดสร้างขึ้นมาเพื่อส่งลมอัดไปยังเครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer) และส่งต่อไปยังถังเก็บลมอัด เพื่อเตรียมที่จะจ่ายลมอัดไปยังอุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ท่อส่งลมอัดยังมีความสำคัญต่อระบบส่งจ่ายเป็นอย่างมาก ถ้ามีการสูญเสียแรงดันที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลในท่อไม่สะดวก (Loss in Pipe) คือ การสูญเสียที่เกิดจากแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในท่อที่เกิดขึ้นกับของไหลที่ไหลผ่านท่อซึ่งการสูญเสียจะเกิดในรูปของการสูญเสียแรงดัน เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับโรงงานกรณีศึกษา แล้วพบว่า มีตัวแปรหลักๆ คือ

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อ = 2 นิ้ว

แรงดันในระบบ = 5.8 – 7.2 บาร์

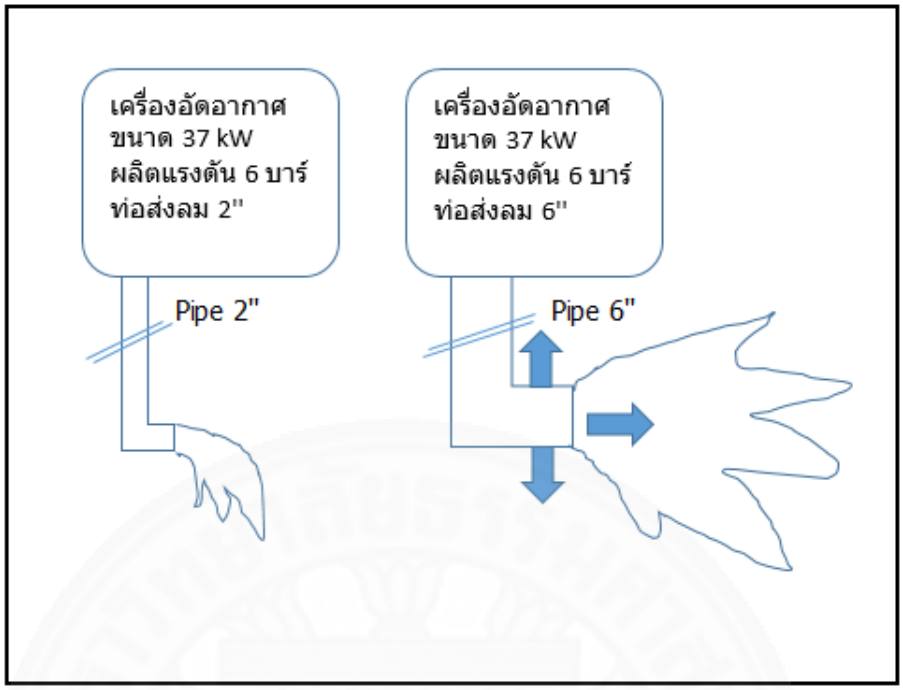
ความยาวของท่อ = 10 เมตร

ความโค้งงอของท่อ = งอ90° 2 จุด

ชนิดของวัสดุที่ทำท่อ = ท่อกาวาไนท์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อแปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัดของท่อมีผลต่ออัตราการไหลเป็นอย่างมาก โดยที่ท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากจะมีพื้นที่หน้าตัดมาก และถ้าเส้นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อย พื้นที่หน้าตัดก็จะน้อยตามไปด้วย ดังนั้น ที่สภาวะเดียวกันทั้งแรงดัน ชนิดของท่อ และชนิดของของไหลผ่านท่อ มีผลต่ออัตราการไหลทั้งนั้น ดังภาพที่ 3.8

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 3.8 เปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งลมอัด
ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 3.8 ยกตัวอย่าง การเปรียบเทียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งลมอัด ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกันระหว่างท่อขนาดเล็ก และท่อขนาดใหญ่แล้ว ท่อขนาดใหญ่จะมีอัตราการไหลในท่อมากกว่า เนื่องจากการสูญเสียที่เกิดขึ้นน้อยกว่า ซึ่งลูกศรที่ชี้ขึ้นลงในภาพที่ 3.8 เขียนมาเพื่อให้พบว่าท่อที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ก็จะทำให้อัตราการไหลผ่านของลมอัดสะดวกขึ้น ตอบสนองอัตราความต้องการใช้ปริมาณลมอัด ได้ดีขึ้น ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องอัดอากาศที่มีขนาด 37 kW เท่ากัน ผลิตลมอัดที่แรงดันใช้งาน 6 บาร์เท่ากัน แต่ปริมาณอัตราการไหลไม่เท่ากัน ซึ่งท่อส่งลมอัดที่มีขนาด 2 นิ้ว นี้มีอัตราการไหลที่น้อยมากเนื่องจากท่อมีขนาดเล็กเกินไป เครื่องอัดอากาศจึงทำงานตลอดเวลาไม่มีการตัดการทำงานเลย และถ้าเทียบกับเครื่องอัดอากาศที่มีท่อส่งลมอัดที่มีขนาด 6 นิ้ว นี้ มีอัตราการไหลที่สะดวก ดีมาก เนื่องจากท่อมีขนาดใหญ่ และเครื่องอัดอากาศก็ได้มีการหยุดการใช้งานบ้าง ดังตารางแนะนำท่อส่งลมอัด ดังตารางที่ 3.7

ตารางแนะนำ ในคอลัมน์แรก บอกขนาดท่อ และในคอลัมน์ที่สองถึงห้า บอกปริมาณความจุอากาศภายในท่อ ดังตารางที่ 3.7 ตารางปริมาณความจุอากาศภายในท่อขนาดต่างๆ ตามความยาว 1, 2, 5, และ 10 เมตร ดังตารางที่ 3.7

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 3.7

ตารางขนาดท่อส่งลมอัด

	ขนาดท่อ (นิ้ว)	ความยาวท่อ (เมตร)			
		1	2	5	10
		ปริมาณลมอัดที่เก็บอยู่ในท่อส่ง/ลิตร			
	½	0.2	0.4	1	2
	¼	0.3	0.6	1.5	3
	1	0.5	1	2.5	5
	1¼	0.8	1.6	4	8
	1½	1.3	2.6	6.5	13
ขนาดท่อส่งลมก่อนปรับปรุง	2	2	4	10	20
	2½	3.3	6.6	16.5	33
	3	5	10	25	50
	4	7.9	15.8	39.5	79
ขนาดท่อส่งลมแนะนำ	6	12	25	50	110

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

เมื่อตรวจสอบจากตารางขนาดท่อส่งลมอัด แล้วพบว่า ณ ปัจจุบัน โรงงานมีการใช้ท่อส่งลมขนาดเพียง 2 นิ้ว ซึ่งเดิมเครื่องจักรมีจำนวนเพียง 200 เครื่อง แต่ในปัจจุบันเครื่องมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นถึง 400 เครื่อง แต่ขนาดของท่อส่งลมอัดยังเท่าเดิม จึงไม่เหมาะสมกับความต้องการเพราะท่อขนาด 2 นิ้ว มีปริมาณลมอัดในท่อเพียง 20 ลิตร ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศทำงานเดินเครื่องตลอด 24 ชั่วโมงต่อวัน ไม่ค่อยมีการตัดการทำงานเลย เนื่องจากเมื่อเครื่องอัดลมผลิตลมเต็มประสิทธิภาพในเครื่องแต่ท่อส่งลมอัดมีขนาดเพียง 2 นิ้ว ทำให้อัตราการไหลของลมอัดผ่านไม่สะดวก เครื่องอัดอากาศจึงทำงานตลอดเวลา ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และเมื่อเปลี่ยนขนาดของท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นเป็น 6 นิ้ว อัตราการไหลของลมอัดที่ไหลผ่านท่อ จะไหลผ่านได้ดีขึ้น และเครื่องอัดอากาศก็จะมีการตัดการทำงานบ้าง จึงได้กำหนดมาตรการ คือ เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัด ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 2 นิ้ว เปลี่ยนมาเป็น 6 นิ้ว

Ref. code: 25605910037216BFV

3.9 การลดการสูญเสีย เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลของระบบอากาศอัด

แนวทางการลดการสูญเสียเนื่องจากปริมาณการรั่วไหลของระบบอากาศอัด หากทดสอบการรั่วไหลภายในระบบอัดอากาศแล้ว โรงงานควรดำเนินการแก้ไขโดยด่วน ซึ่งอาจจะมีผลกระทบตามมา เช่น ใช้พลังงานมากเกินจำเป็น ทำสูญเสียเงินมาก ทำให้แรงดันตก เครื่องจักรผลิตงานเสีย ใช้เครื่องปั๊มลมทำงานมากเกินไป

ประโยชน์ของการลดการรั่วไหลของอากาศอัด

1. ลดการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์
2. ลดปัญหาแรงดันอากาศตก
3. ลดการใช้งานของเครื่องอัดอากาศ
4. ลดต้นทุนการใช้พลังงานในส่วนของระบบอัดอากาศ

ตำแหน่งการรั่วไหลที่มักพบบ่อยๆ เช่น วาล์ว หน้าแปลน ข้อต่อท่อต่างๆจุดต่อเข้าเครื่องจักร หัวต่อสาย และตำแหน่งที่รั่วมักจะรั่วซ้ำๆ จุดเดิมอาจเนื่องมาจากการยืดท่อที่แข็งแรงหรือบริเวณใช้งานมีการเคลื่อนไหวหรือ การต่อสายท่ออ่อนไม่ถูกต้อง เป็นต้น

ตารางที่ 3.8

ตารางการเปรียบเทียบ ปริมาณอากาศอัดรั่วไหล

Pressure (bar)	Diameter Pipe (mm) and Air Leakage															
	0.3		0.5		0.7		1.0		3.0		5.0		7.0		10.0	
	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW	l/ses	kW
3.0	0.06	0.01	0.16	0.03	0.31	0.05	0.63	0.11	5.71	0.97	15.85	2.71	31.07	5.31	63.41	10.83
4.0	0.07	0.01	0.20	0.04	0.39	0.08	0.79	0.16	7.13	1.46	19.80	4.06	38.81	7.97	79.21	16.26
4.5	0.08	0.02	0.22	0.05	0.43	0.09	0.87	0.19	7.84	1.73	21.78	4.81	42.68	9.42	87.11	19.22
5.0	0.09	0.02	0.24	0.06	0.47	0.11	0.95	0.22	8.55	2.01	23.75	5.58	46.55	10.95	95.01	22.34
6.0	0.10	0.03	0.28	0.07	0.54	0.14	1.11	0.29	9.97	2.61	27.70	7.25	54.29	14.21	110.81	28.99
7.0	0.11	0.03	0.32	0.09	0.62	0.18	1.27	0.36	11.39	3.25	31.65	9.04	62.04	17.71	126.61	36.15
7.5	0.12	0.04	0.34	0.10	0.66	0.20	1.35	0.40	12.11	3.59	33.63	9.98	65.91	19.56	134.51	39.91
8.0	0.13	0.04	0.36	0.11	0.70	0.21	1.42	0.44	12.82	3.94	35.60	10.94	69.78	21.45	142.41	43.78
9.0	0.14	0.05	0.40	0.13	0.78	0.25	1.58	0.52	14.24	4.66	39.55	12.96	77.52	25.40	158.21	51.83

ที่มา : http://www.mlnautoparts.com/air-compressor

ตารางที่ 3.8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณอากาศอัดรั่วไหล เพื่อกำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน เมื่อตรวจสอบจากตารางการเปรียบเทียบ แล้วพบว่า ลมรั่วไหล มีผลต่อการ

Ref. code: 25605910037216BFV

สิ้นเปลืองพลังงานเป็นจำนวนมาก แม้ว่าจะมีรูรั่วเล็กๆ ขนาด 0.3 mm ก็ยังทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก เนื่องจากเครื่องอัดอากาศผลิตอากาศตลอดเวลาซึ่ง ณ ปัจจุบัน โรงงานไม่มีการสำรวจตรวจสอบ การรั่วไหลเลย เพราะเครื่องจักรมีจำนวนมาก ถึง 400 เครื่อง ซึ่งยากต่อการตรวจสอบ และยังไม่มีผู้รับผิดชอบที่ชัดเจน

ทั้งนี้ ทางโรงงาน ได้จัดให้มีทาง ส่วนงานซ่อมบำรุงเป็นผู้ตรวจสอบ การรั่วไหลของอากาศอัด จัดให้มีการตรวจสอบทุกๆ สัปดาห์ เมื่อพบก็ทำการแขวนป้าย และบันทึกข้อมูล เพื่อคำนวณผลประหยัด และวัน เวลา ที่จะทำการปรับปรุงแก้ไข จึงกำหนดมาเป็น มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด

จากข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วจากข้อมูลข้างต้น แล้วพบว่า ขนาดของเครื่องอัดอากาศ และถังลมไม่มีความสัมพันธ์กัน ท่อส่งลมก็มีขนาดเล็กเกินไป และยังมีลมรั่วไหลในระบบอีก จึงได้กำหนดมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ได้ 3 แนวทางดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
2. เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
3. แก้ไขจุดลมอัดรั่วไหลในเครื่องจักร และอุปกรณ์

Ref. code: 25605910037216BFV

บทที่ 4
ผลการวิจัย และอภิปรายผล

4.1 การเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 3,000 ลิตร มาเป็น 6,000 ลิตร

ระยะเวลาการดำเนินงาน ตามมาตรการที่กำหนด มาตรการเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 3,000 ลิตร มาเป็น 6,000 ลิตร เริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 30 ตุลาคม – 1 พฤศจิกายน 2560 รวมเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งระหว่างดำเนินงาน ผู้รับเหมาแจ้งว่าดำเนินการยากมาก เนื่องจากต้องมีการดัดแปลงหน้าแปลน ท่อเข้า-ออก และเนื่องจากถังขนาด 6,000 ลิตร มีขนาดใหญ่มาก ส่วนห้องเครื่องอัดอากาศก็มีขนาดเล็ก ผู้รับเหมาจึงต้องย้ายเครื่องอัดอากาศออก 3 เครื่อง และนำถังเก็บเข้าไปแบบแนวนอน เพื่อให้เข้าได้ และนำเข้าไปประจำจุดที่กำหนดไว้ โดยปลอดภัย และทดสอบแรงดัน เรียบร้อย พร้อมออกใบรับประกันถังเก็บลม รวมค่าใช้จ่าย ถังเก็บลมอัด 6,000 ลิตร กับค่าแรงติดตั้งทั้งหมด รวมเป็นเงิน 150,000 บาทถ้วน เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องทำการเก็บข้อมูลหลังดำเนินงาน เพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณ ได้ดังภาพที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 3,000 ลิตร มาเป็น 6,000 ลิตร
ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

มาตรการเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 3,000 ลิตรเปลี่ยนมาเป็น ขนาด 6,000 ลิตร

ก่อนการปรับปรุง

วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ แบบจับเวลา

	NO	ขนาด/kW	จำนวน
เครื่องอัดอากาศ	5	110	1
เครื่องอัดอากาศ	4	75	1
เครื่องอัดอากาศ	1	37	1
เครื่องอัดอากาศ	2	37	1
	รวม	259	

ขนาดถังเก็บลม 3,000 ลิตร

การใช้พลังงานในช่วง Load คิดที่ 100 % 259 kW

สามารถจับเวลาในช่วงอัดอากาศ (Load) จาก 5.8 Bar - 6.2 Bar ได้ 3 นาที

$$\text{อัตราการผลิตอากาศ} = \frac{(\text{ขนาดถัง+ท่อ}) \times (\text{ความดันทดสอบสูงสุด} - \text{ความดันทดสอบต่ำสุด}) \times 60}{\text{เวลาที่ใช้} \times 1.013 \times 1000}$$

$$\text{อัตราการผลิตอากาศ} = \frac{3020 \times (6.2 - 5.8) \times 60}{3 \times 1.013 \times 1000}$$

$$= 23.85 \text{ m}^3/\text{min}$$

ค่าประสิทธิภาพ = พลังงานไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

$$= 259 / 23.85 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$= 10.86 \text{ kW}/\text{m}^3/\text{min}$$

หลังการปรับปรุง

วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ แบบจับเวลา

	NO	ขนาด/kW	จำนวน
เครื่องอัดอากาศ	5	110	1
เครื่องอัดอากาศ	4	75	1
เครื่องอัดอากาศ	1	37	1
เครื่องอัดอากาศ	2	37	1
	รวม	259	

Ref. code: 25605910037216BFV

ขนาดถังเก็บลม 6,000 ลิตร

การใช้พลังงานในช่วง Load คิดที่ 100 % 259 kW

สามารถจับเวลาในช่วงอัดอากาศ (Load) จาก 5.8 Bar - 6.2 Bar ได้ 5.6 นาที

$$\text{อัตราการผลิตอากาศ} = \frac{(\text{ขนาดถัง+ท่อ}) \times (\text{ความดันทดสอบสูงสุด - ความดันทดสอบต่ำสุด}) \times 60}{\text{เวลาที่ใช้} \times 1.013 \times 1000}$$

$$\text{อัตราการผลิตอากาศ} = \frac{6020 \times (6.2 - 5.8) \times 60}{5.6 \times 1.013 \times 1000}$$

$$= 25.47 \text{ m}^3/\text{min}$$

ค่าประสิทธิภาพ = พลังงานไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

$$= 259 / 25.47 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$= 10.17 \text{ kW}/\text{m}^3/\text{min}$$

สรุปผลการคำนวณ ก่อนและหลัง มาตรการเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิม 3,000 ลิตรเปลี่ยนมาเป็น ขนาด 6,000 ลิตร

ก่อนดำเนินการมีค่าประสิทธิภาพ 10.86 KW/m³/min

หลังดำเนินการมีค่าประสิทธิภาพ 10.17 KW/m³/min

ผลประหยัด = 0.69 KW/m³/min

= 0.69 (KW) x 60 (นาที) x 24 (ชั่วโมงการทำงาน)

= 993.6 KWh/วัน หรือ 3,805.49 บาท/วัน

= 24,840 kWh/เดือน หรือ 95,137.20 บาท/เดือน

= 298,080 kWh/ปี หรือ 1,141,646 บาท/ปี

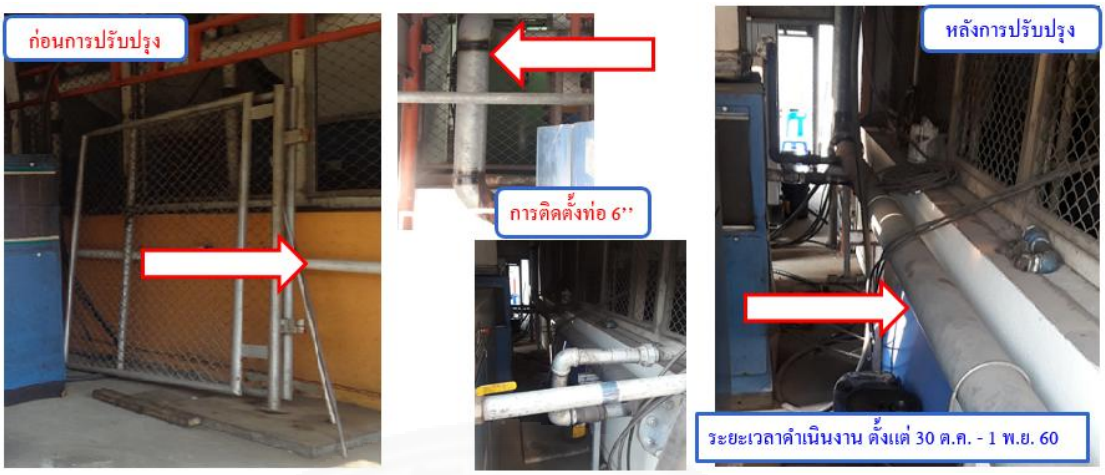
เงินลงทุน = 150,000 บาทถ้วน

$$\text{ระยะเวลาการคืนทุน} = \frac{150{,}000}{1{,}141{,}646} \times 12 = 2.4 \text{ เดือน}$$

4.2 การเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว

เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว มีแนวทางการดำเนินงานเพื่อให้มีอากาศเก็บไว้ในท่อส่งลมอัดได้มากขึ้น และยังทำให้อัตราการไหลผ่านของอากาศอัดสะดวกขึ้น ลดการทำงานของเครื่องอัดอากาศให้น้อยลง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเพื่อประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศได้ในขณะเดียวกัน

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 4.2 การเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

ระยะเวลาการดำเนินงาน ตามมาตรการที่กำหนด มาตรการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว เริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 30 ตุลาคม – 1 พฤศจิกายน 2560 รวมเป็นเวลา 3 วัน ซึ่งแผนกซ่อมบำรุงของโรงงาน ดำเนินการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดกันเอง เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และดำเนินงานไปพร้อมกับ ผู้รับเหมาที่เข้ามาเปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัด เลยเพื่อทำการหยุดสายการผลิตและทำทั้งสองมาตรการไปพร้อมกันทีเดียวเลย ซึ่งในการดำเนินงานเปลี่ยนขนาดท่อนี้ ทำยากอยู่พอสมควรเนื่องจากท่อมีขนาดใหญ่ จึงต้องใช้แรงงานหลายคน ช่วยในการติดตั้ง และให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานสูงสุดค่าใช้จ่าย ท่อ 6 นิ้ว รวมอุปกรณ์ทั้งหมด 50,000 บาทถ้วน เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ก็ต้องทำการเก็บข้อมูลหลังดำเนินงานเพื่อนำข้อมูลมาทำการคำนวณ ได้ดังต่อไปนี้

มาตรการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว

ก่อนการปรับปรุง

วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ เมื่อใช้ท่อส่งลมอัดขนาด 2 นิ้ว แบบจับเวลา

	NO	ขนาด/kW	จำนวน
เครื่องอัดอากาศ	5	110	1
เครื่องอัดอากาศ	4	75	1
เครื่องอัดอากาศ	1	37	1
เครื่องอัดอากาศ	2	37	1
	รวม	259	

Ref. code: 25605910037216BFV

ขนาดถังเก็บลม 6,000 ลิตร

การใช้พลังงานในช่วง Load คิดที่ 100 % 259 kW

สามารถจับเวลาในช่วงอัดอากาศ (Load) จาก 5.8 Bar - 6.2 Bar ได้ 5.6 นาที

อัตราการผลิตอากาศ = $\frac{\text{(ขนาดถัง+ท่อ) x (ความดันทดสอบสูงสุด - ความดันทดสอบต่ำสุด) x 60}}{\text{เวลาที่ใช้ x 1.013 x 1000}}$

อัตราการผลิตอากาศ = $\frac{6020 \times (6.2 - 5.8) \times 60}{5.6 \times 1.013 \times 1000}$

= 25.47 m^3/min

ค่าประสิทธิภาพ = พลังงานไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

= 259 / 25.47 m^3/min

= 10.17 kW/m^3/min

หลังการปรับปรุง

วัดประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศ เมื่อใช้ท่อส่งลมอัดขนาด 6 นิ้ว แบบจับเวลา

	NO	ขนาด/kW	จำนวน
เครื่องอัดอากาศ	5	110	1
เครื่องอัดอากาศ	4	75	1
เครื่องอัดอากาศ	1	37	1
เครื่องอัดอากาศ	2	37	1
	รวม	259	

ขนาดถังเก็บลม 6,000 ลิตร

การใช้พลังงานในช่วง Load คิดที่ 100 % 259 kW

สามารถจับเวลาในช่วงอัดอากาศ (Load) จาก 5.8 Bar - 6.2 Bar ได้ 5.6 นาที

อัตราการผลิตอากาศ = $\frac{\text{(ขนาดถัง+ท่อ) x (ความดันทดสอบสูงสุด - ความดันทดสอบต่ำสุด) x 60}}{\text{เวลาที่ใช้ x 1.013 x 1000}}$

อัตราการผลิตอากาศ = $\frac{6110 \times (6.2 - 5.8) \times 60}{5.6 \times 1.013 \times 1000}$

= 25.85 m^3/min

ค่าประสิทธิภาพ = พลังงานไฟฟ้า / อัตราการผลิตอากาศ

= 259 / 25.85 m^3/min

= 10.02 kW/m^3/min

Ref. code: 25605910037216BFV

สรุปผลการคำนวณ ก่อนและหลัง มาตรการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิม 2 นิ้ว มาเป็น 6 นิ้ว เมื่อใช้ถังเก็บลมอัดขนาด 6,000 ลิตร

ก่อนดำเนินการมีค่าประสิทธิภาพ 10.17 KW/m^3/min

หลังดำเนินการมีค่าประสิทธิภาพ 10.02 KW/m^3/min

ผลประหยัด = 0.15 KW/m^3/min

= 0.15 (KW) x 60 (นาที) x 24 (ชั่วโมงการทำงาน)

= 216 KWh/วัน หรือ 827.28 บาท/วัน

= 5,400 kWh/เดือน หรือ 20,682 บาท/เดือน

= 64,800 kWh/ปี หรือ 248,184 บาท/ปี

เงินลงทุน = 50,000 บาทถ้วน

ระยะเวลาการคืนทุน = $\frac{50,000}{248,184} \times 12 = 2.4$ เดือน

4.3 มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด

มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด มีแนวทางการดำเนินงานเพื่อซ่อมจุดที่พบอากาศอัดรั่วไหลในส่วนงานผลิต หยุดเสียงดังรบกวนการทำงาน จากจุดที่รั่วไหล เมื่อซ่อมจุดรั่วไหลแล้ว ก็จะสามารถช่วยให้เครื่องจักรหลักที่ผลิตชิ้นงาน ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องจากแรงดันลมสม่ำเสมอ ผลคือ ลดการทำงานของเครื่องอัดอากาศให้น้อยลง ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และเพื่อประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศได้ในขณะเดียวกัน

ภาพที่ 4.3 มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

Ref. code: 25605910037216BFV

จากภาพที่ 4.3 แสดงถึงจุดที่ลมอัดจะรั่วไหลบ่อย เนื่องจากเป็นจุดข้อต่อระหว่างสายลมกับอุปกรณ์ควบคุมลมอัด ระยะเวลาการดำเนินงาน ตามมาตรการที่กำหนด มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด เริ่มดำเนินงานตั้งแต่วันที่ 22 - 25 ธันวาคม 2560 รวมเป็นเวลา 4 วัน ซึ่งแผนกซ่อมบำรุงของโรงงาน ได้ทำการสำรวจตรวจสอบจุดรั่วไหล ของอากาศอัด ในช่วงเวลาพักกลางวัน วันหยุดที่มีเครื่องจักรทำงานจำนวนน้อย เพื่อฟังเสียงลมรั่วที่ดังออกมา ชัดเจน จากที่ได้ทำการตรวจสอบอย่างละเอียดแล้วพบว่า ทั้งโรงงานพบลมรั่วอยู่ 4 จุด จึงการแขวนป้ายจุดที่รั่วไหลไว้ เพื่อทราบถึง แผนการแซมซ่อมแก้ไข แล้วลงบันทึกในตัว เอกสารตรวจลมรั่วไว้ เพื่อคำนวณหาผลประหยัด ได้ดังต่อไปนี้

ก่อนการปรับปรุง

การคำนวณการรั่วของระบบอัดอากาศ

รายการ	หน่วย	สัญลักษณ์	สูตร	ค่า
ขนาดรูรั่วขนาดเล็ก	m.m.	Ms		1.00
จำนวนจุดลมรั่วขนาดเล็ก	จุด	Ns		4.00
ปริมาณลมรั่วต่อจุด	ลิตร/วินาที	Vs		0.99
ความดันใช้งาน	bar	WP		6.20
เปอร์เซ็นต์การทำงาน	%	L		100.00
ค่าไฟฟ้า	B/kWh	CE		3.83
ชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	D		24.0
จำนวนวันที่ใช้งานต่อปี	วัน/ปี	H		300.00
ปริมาณลมรั่วทั้งหมด	ลิตร/วินาที	Q	Q = Ns*Vs	3.97
คิดเป็นกำลังไฟฟ้า	kW	P	P = 0.4*Q	1.59

สรุปผลการคำนวณ ก่อนและหลัง มาตรการลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด

ก่อนดำเนินการมีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย = 1.59 kW

หลังดำเนินการมีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสีย = 0 kW

ผลประหยัด = 1.59 kW

= 1.59 (kW) x 24 (ชั่วโมงการทำงาน)

= 38.16 KWh/วัน หรือ 146.15 บาท/วัน

= 954 kWh/เดือน หรือ 3,653.82 บาท/ดือน

= 11,448 kWh/ปี หรือ 43,845.84 บาท/ปี

Ref. code: 25605910037216BFV

เงินลงทุน = 3,500 บาทถ้วน

ระยะเวลาการคืนทุน = 1 เดือน

ตารางที่ 4.1

สรุปผลประหยัดจากการคำนวณ

	มาตรการ	ผลประหยัด/kWh/เดือน	ผลประหยัด/บาท/เดือน	ผลประหยัด/บาท/ปี
1	เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมขนาด 3,000 ลิตร เปลี่ยนมาเป็น 6,000 ลิตร	24,840	95,137	1,141,644
2	เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมขนาด 2" เปลี่ยนมาเป็น 6"	5,400	20,682	248,184
3	ลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด	954	3,654	43,848
	รวมผลประหยัด	**31,194**	**119,473**	**1,433,676**

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

พบการดำเนินงานตามมาตรการอนุรักษ์พลังงาน ในครั้งนี้ดำเนินการไปได้ด้วยดี เนื่องจากมีการสนับสนุนจากทางผู้บริหารเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่ในส่วนที่รับผิดชอบ มีกำลังใจในการทำงาน หลังจากคำนวณผลประหยัดแล้ว จึงดำเนินการตรวจวัดจริง เพื่อตรวจสอบผลประหยัดที่แท้จริง ได้ดังข้อสรุป ต่อไปนี้

1. ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง รายชั่วโมง
2. ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ รายสัปดาห์
3. ตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ รายเดือน

4.4 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ต้องอาศัยเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า หรือ (POWER METER) ในการตรวจวัดพลังงานจะใช้หน่วยการวัดเป็น กิโลวัตต์ฮาว หรือชั่วโมงการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์นั้นๆ มีความสามารถ บันทึกเวลาความถี่ เริ่มตั้งแต่ 2 วินาทีเป็นต้นไป สิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ บุคลากรต้องมีความชำนาญการทางด้านไฟฟ้ากำลังเป็นอย่างดี เนื่องจากการตรวจวัด จะทำการตรวจวัดขณะที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์อยู่ จึงต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก

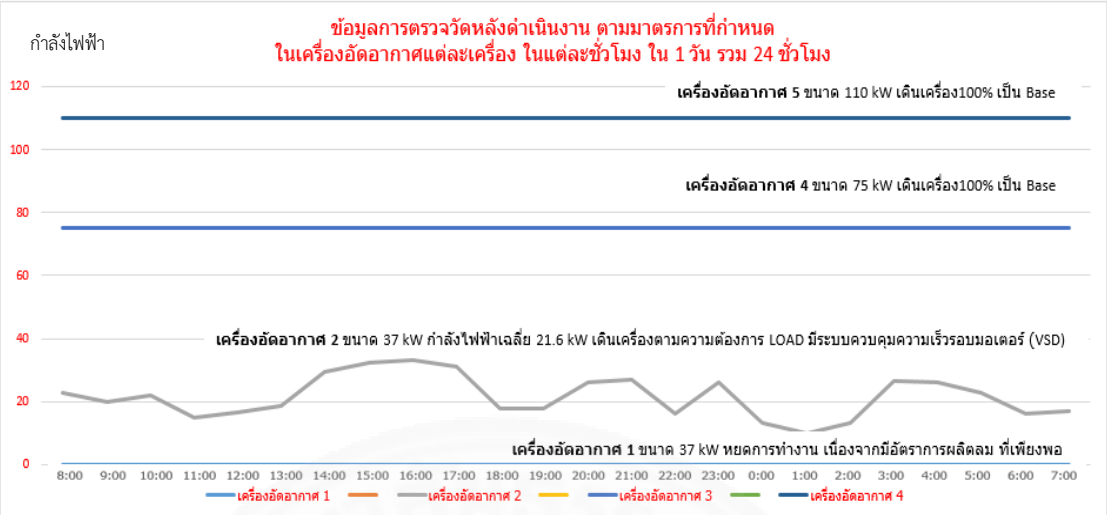
Ref. code: 25605910037216BFV

ภาพที่ 4.4 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 4.4 การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ก่อน และหลังดำเนินงานด้วยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า โดยการตรวจวัดที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า ของระบบอัดอากาศทั้งหมด เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละชั่วโมง วัน สัปดาห์ เดือน เพื่อให้ทราบถึงผลการดำเนินงานการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศได้แสดงได้ดังกราฟในภาพที่ 4.5

Ref. code: 25605910037216BFV



ภาพที่ 4.5 ข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า หลังดำเนินการในระบบอัดอากาศ
ในแต่ละเครื่องของแต่ละชั่วโมง
ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า หลังดำเนินการในระบบอัดอากาศ ในแต่ละเครื่องของแต่ละชั่วโมง รวมเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเครื่องอัดอากาศมีการหยุดการทำงานแล้ว และการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงแล้ว ดังการอธิบายการทำงานในแต่ละเครื่อง ดังต่อไปนี้

เครื่องอัดอากาศ # 1 ขนาด 37 กิโลวัตต์ (kW) หยุดการทำงาน เนื่องจากถังเก็บลมอัดมีขนาดใหญ่ขึ้นมีลมอัดสำรองไว้เพียงพอแล้ว และเครื่องมือตรวจจับปริมาณลม (เซนเซอร์) ภายในตัวเครื่องอัดอากาศนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบปริมาณลมอัด เมื่อลมอัดที่ต้องการถึง 6.2 บาร์แล้ว เครื่องอัดอากาศนี้จะทำการตัดการทำงาน ปรับเป็นโหมด ออโต้สตาร์ท รอไว้ เมื่อไรที่ลมไม่พอ หรือเครื่องอัดอากาศอื่นๆ ดับ เครื่องอัดอากาศ # 1 นี้ จะทำการสตาร์ทตัวเองขึ้นมาทันทีเพื่อป้องกันลมตก

เครื่องอัดอากาศ # 2 ขนาด 37 กิโลวัตต์ (kW) เดินเครื่องอยู่ที่ 21.6 kW หรือ 58% ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากเครื่องนี้มีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ จะทำงานตามความต้องการของโหลดการใช้งานจริง โดยปกติการทำงานของมอเตอร์ 100 % หรือ (37 kW) จะใช้ความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ 50 Hz แต่เมื่อความต้องการของการใช้งานมากแล้ว ลมตกมาที่ 5.5 บาร์ เครื่องอัดอากาศ # 2 นี้ จะสตาร์ทเครื่องขึ้นมา และเมื่อเซนเซอร์ภายในเครื่องอัดอากาศนี้ ตรวจพบแรงดันที่ 6 บาร์ เซนเซอร์ก็จะสั่งการทำงานไปยังอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ให้ช้าลง ตามความต้องการของโหลดการใช้งาน ประมาณ 30 Hz กำลังไฟฟ้าก็จะลงลงเหลืออยู่ 21.6 กิโลวัตต์ หรือ 58 เปอร์เซ็นต์ เครื่องอัดอากาศเครื่อง # 2 นี้ จะเดินเครื่องเลี้ยงแรงดันการใช้งาน รักษาสภาพแรงดัน

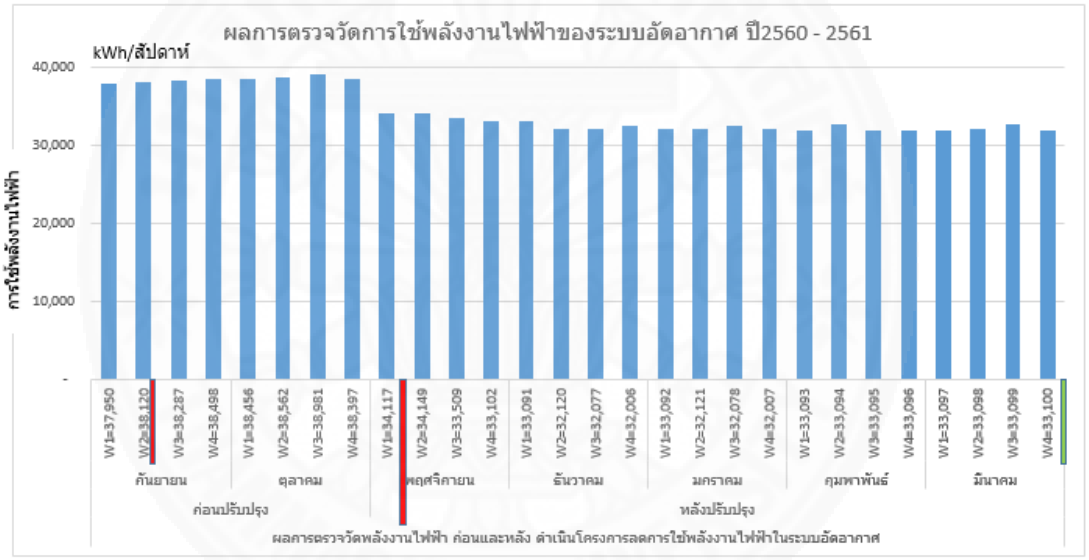
Ref. code: 25605910037216BFV

ไม่ให้ตกลง และจะตัดการทำงานได้ต่อเมื่อแรงดันถึง 6.2 บาร์ นิ่งนาน 15 นาที เครื่องก็จะตัดการทำงาน ไปที่โหมด AUTO START รอไว้เช่นเครื่องอัดอากาศ # 1

เครื่องอัดอากาศ # 3 ขนาด 75 กิโลวัตต์ (KW) เดินเครื่องเต็มประสิทธิภาพที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นการเดินเครื่องเป็นหลักให้ระบบอัดอากาศ ไม่มีการตัดการทำงาน

เครื่องอัดอากาศ # 4 ขนาด 110 กิโลวัตต์ (KW) เดินเครื่องเต็มประสิทธิภาพที่ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นการเดินเครื่องเป็นหลักให้ระบบอัดอากาศ ไม่มีการตัดการทำงาน

ข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินการในระบบอัดอากาศ ในแต่ละสัปดาห์ ข้อมูลก่อนดำเนินงาน 8 สัปดาห์ รวม 2 เดือน และข้อมูลหลังดำเนินงาน 8 สัปดาห์ รวม 2 เดือน แสดงได้ดังกราฟ ในภาพที่ 4.6



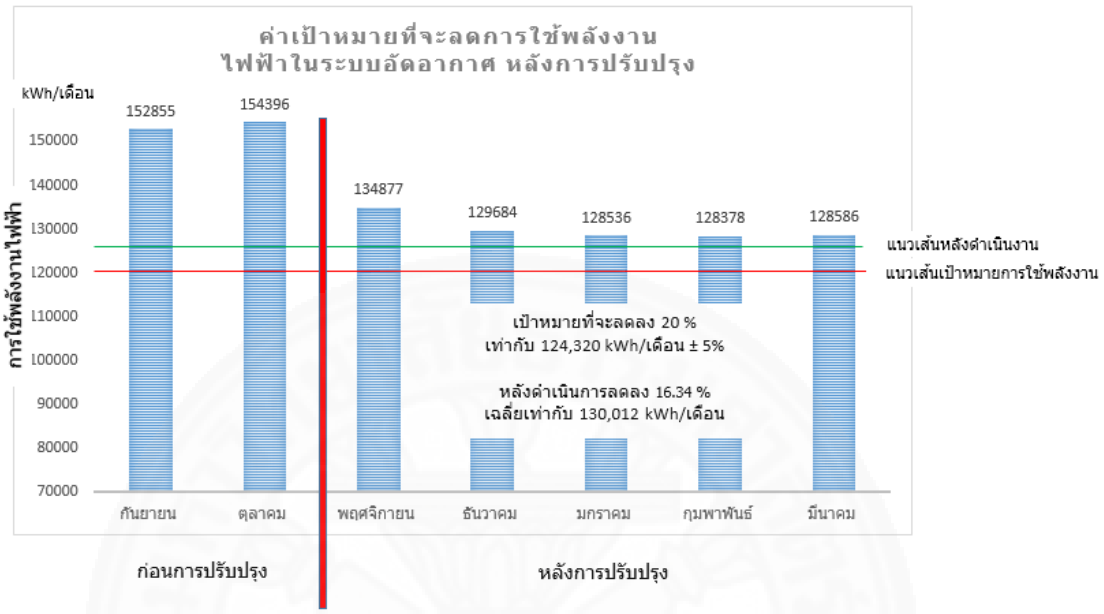
ภาพที่ 4.6 ข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินการในระบบอัดอากาศ ในแต่ละเครื่อง ของแต่ละสัปดาห์ รวม 28 สัปดาห์

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าก่อน และหลังดำเนินการในระบบอัดอากาศ ในแต่ละเครื่อง ของแต่ละสัปดาห์รวม 28 สัปดาห์ ข้อมูลเดือนกันยายน - ตุลาคม เป็นข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ของก่อนการดำเนินงาน และข้อมูลเดือนพฤศจิกายน 2560 – มีนาคม 2561 เป็นข้อมูลการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า ของหลังการดำเนินงาน พบมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศโดยเฉลี่ยลดลง 16.34 เปอร์เซ็นต์ คือ ตั้งแต่ดำเนินงานเปลี่ยนถังเก็บลมให้มีขนาดใหญ่ขึ้น

Ref. code: 25605910037216BFV

และเปลี่ยนขนาดท่อให้ใหญ่ขึ้น ก็เริ่มมีการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง อย่างเห็นได้ชัดเจน หรือลดลงเท่ากับ 130,012 kWh/เดือน



ภาพที่ 4.7 อภิปรายผลสรุปการดำเนินงาน ทั้ง 3 มาตรการ ในระบบอัดอากาศ

ที่มา : ของบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

จากภาพที่ 4.7 สามารถสรุปการดำเนินงาน การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ ทั้ง 3 มาตรการ ผลประหยัดเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเดือนต้องเท่ากับ 124,320 kWh/เดือน ± 5% ผลคือ เดือนพฤศจิกายน 2560 ลดลง 13.21 เปอร์เซ็นต์ ยังไม่ได้ตามเป้าหมาย เนื่องจากอยู่ในช่วงดำเนินงาน และอยู่ในช่วงการปรับตั้งให้แรงดันมีเสถียรภาพสูงสุด ต่อมาถึงเดือนมีนาคม 2561 เฉลี่ยลดลง 16.34 เปอร์เซ็นต์ ต่อเดือน พบได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ซึ่งเป้าหมายตั้งไว้ที่ 20% ± 5% ทั้งนี้เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ขึ้นอยู่กับวันทำงานของโรงงาน วันหยุดนักขัตฤกษ์ และยอดการผลิตของเดือนนั้นๆ จึงทำให้แต่ละเดือนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่เท่ากัน โดยได้ทำตารางสรุปการดำเนินการตามมาตรการ ทั้ง 3 มาตรการ ได้ดังตารางที่ 4.2

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 4.2

สรุปผลประหยัดจากการตรวจวัด

	มาตรการ	ผลประหยัด/kWh/เดือน	ผลประหยัด/บาท/เดือน	ผลประหยัด/บาท/ปี
1	เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมขนาด 3,000 ลิตร เปลี่ยนมาเป็น 6,000 ลิตร	25,388	97,236	1,166,832
2	เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น จากเดิมขนาด 2" เปลี่ยนมาเป็น 6"			
3	ลดการรั่วไหลในระบบอากาศอัด			
	รวมผลประหยัด	**25,388**	**97,236**	**1,166,832**

ที่มา : จากบริษัท TODA PIPE THAILAND CO., LTD

สรุปผลประหยัด หลังการดำเนินงานตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานในครั้งนี้ จากการตรวจวัดจริง (ตารางที่ 4.2) ผลประหยัดจะได้น้อยกว่า ผลการคำนวณ (ตารางที่ 4.1) เนื่องจากการคำนวณเป็นการประเมินเบื้องต้น ให้เกิดการกำหนดค่าเป้าหมายที่จะทำการลดการใช้พลังงาน สรุปผลจากตารางที่ 4.2 ได้ว่า การดำเนินในครั้งนี้ เป็นไปตามแผนงานที่กำหนดไว้ และการดำเนินการเป็นไปได้ด้วยดี เนื่องจากมีการสนับสนุนจากทางผู้บริหารเป็นอย่างดี ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่ในส่วนที่รับผิดชอบมีกำลังใจในการทำงาน จึงทำให้ผลงานออกมาเป็นที่น่าพอใจ ทั้งนี้จึงจัดให้มีผู้รับผิดชอบเอกสารควบคุมระบบอัดอากาศให้ชัดเจน โดยจัดให้สร้างฟอร์มเอกสารต่างๆ ต่อไปนี้

4.5 แบบฟอร์มบันทึกการตรวจสอบระบบอัดอากาศ รายวัน

แบบฟอร์ม ดังแสดงในตารางที่ 4.3 บันทึกการตรวจสอบระบบอัดอากาศ รายวัน ผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบจะเป็นระดับช่างซ่อมบำรุง และผู้ตรวจสอบจะเป็นระดับหัวหน้างาน อาวุโส ทำขึ้นมาเพื่อตรวจสอบแรงดันทางดูด แรงดันทางจ่าย กระแส อุณหภูมิ เปอร์เซ็นต์การใช้งาน กรองฝุ่นหน้าหลังหน้าจอ ตัวระบายน้ำ ระดับน้ำมัน อุณหภูมิภายในห้องระบบอัดอากาศ จุดต่อท่อต่างๆ เพื่อทราบถึงสิ่งผิดปกติต่างๆ และทำการแก้ไข โดยแผนกซ่อมบำรุง หรือผู้รับเหมาจากภายนอก และเพื่อนำข้อมูลมาทำประวัติของเครื่องเก็บไว้ตรวจสอบเพื่อออกแผนการซ่อมบำรุงเชิงป้องกันต่อไป

Ref. code: 25605910037216BFV

4.6 แบบฟอร์มแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน

แบบฟอร์มแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน ดังตารางที่ 4.4 ผู้รับผิดชอบจะเป็นระดับหัวหน้างานซ่อมบำรุง ผู้ตรวจสอบจะเป็นระดับ หัวหน้างานอาวุโส และผู้อนุมัติแผนการซ่อมบำรุง จะเป็นระดับ ผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุง แผนนี้ออกมาจากการเก็บบันทึกข้อมูล ในแต่ละเครื่อง ในแต่ละวัน ว่ามีสิ่งผิดปกติอย่างไรบ้าง และแก้ไขอย่างไรบ้าง ความความถี่ในการซ่อมแต่ละครั้งนี้ มาออกเป็นแผนตรวจสอบก่อนที่เครื่องจะเสีย ซึ่งสรุประยะความถี่ในการตรวจสอบก่อนที่เครื่องจะเสียอยู่ที่ ทุกๆ 3 เดือน หรือ 2,160 ชั่วโมง และจึงออกแบบฟอร์มเป็นคู่มือในการตรวจสอบได้ ต่อไป

4.7 แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน

แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน ดังตารางที่ 4.5 ผู้รับผิดชอบจะเป็นระดับหัวหน้างานซ่อมบำรุง และผู้ตรวจสอบจะเป็นระดับ หัวหน้างานอาวุโส ออกมาเพื่อตรวจสอบในจุดหลัก 5 จุด ภายในตัวเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ ความสะอาด หลื่อลื่น ปรับปรุงแก้ไข เปลี่ยนชิ้นส่วน ปรับแต่งตรวจสอบ เพื่อป้องกันการเสีย ชำรุด ของอุปกรณ์ ในตัวตัวเครื่อง เพื่อให้เกิดการใช้งานที่มีประสิทธิภาพสงสุด

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 4.3

แบบฟอร์มบันทึกการตรวจสอบระบบอัดอากาศ รายวัน

DAILY CHECK SHEET ☑ Normal ☒ AB-Normal DOCUMENT NO. REV. 0

Machine Name : AIR COMPRESSOR kW | Machine No. 1 | Serial No. C4JB3211 | Month : | Year : 2018

No.	อุลครวจ	รายละเอียดการปรุงรักษา	มาตรฐาน	ความถี่	DATE 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
1	DISCHARGE PRESSURE	ดูและบันทึกค่า	6 Bar ขึ้นไป	ทุกวัน																															
2	DISCHARGE TEM.	ดูและบันทึกค่า	ไม่เกิน 120 องศา	ทุกวัน																															
3	CURRENT	ดูและบันทึกค่า	ไม่เกิน .....A.	ทุกวัน																															
4	AMBIENT TEM.	ดูและบันทึกค่า	≤ 40 องศา	ทุกวัน																															
5	LOAD STATUS	ดูสี้วยลายตา	ไม่เกิน 105%	ทุกวัน																															
6	DUST FILTER (FRONT)	ดูสี้วยลายตา	ชนิดกาด	ทุกวัน																															
7	DUST FILTER (REAR)	ดูสี้วยลายตา	ชนิดกาด	ทุกวัน																															
8	MONITOR UNIT	ดูสี้วยลายตา	ปกติ,ชนิดกาด	ทุกวัน																															
9	AUTO DRAIN	ดูสี้วยลายตา	ทำงานปกติ	ทุกวัน																															
10	น้ำมันที่ AUTO DRAIN	ดูสี้วยลายตา	ไม่มีน้ำมันที่ด้วยหน้า	ทุกวัน																															
11	ระดับน้ำมัน TANK	ดูสี้วยลายตา	ไม่ต่ำกว่าขีดล่าง	ทุกวัน																															
12	TEM. OF COMPRESSOR ROOM	ดูสี้วยลายตา	≤ 40 องศา	ทุกวัน																															
13	OTHERS	ดูและฟัง	ปกติ,ชนิดกาด	ทุกวัน																															
14	อุลต่อของท่อต่างๆ	ดูสี้วยลายตา	ไม่มีอุดรั่ว	ทุกวัน																															

CHECKED BY

NO.	ปัญหาที่เกิดขึ้น	วันที่เกิดปัญหา	การแก้ไข	วันที่แล้วเสร็จ
1				
2				
3				
4				
5				

REMARK : 1 DISCHARGE PRESSURE 5-5.9 bar ยอดการผลิตน้อยลง

2 DISCHARGE PRESSURE 5-5.9 bar Filter อุดตัน

เวลาในการตำตรวจ Check Sheet ต้องเป็นเวลา 09:00 เท่านั้น

แจ้งหัวหน้างานทันทีเมื่อมีค่า AMBIENT TEM. เกิน 40°C

APPROVED BY

AUTHORIZED BY

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 4.4

แบบฟอร์มแผนการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน

TRI–ANNUAL SCHEDULE PLAN (ทุก ๆ 3 เดือน)

○ PLAN ● COMPLETE

NO.	DESCRIPTION	YEAR.....2018.....																																					
		JAN				FEB				MAR				APR				MAY				JUN				JUL				AUG				SEP				OCT				NOV				DEC			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	AIR COMPRESSOR # 1 (37 kW)							○												○										○										○							
2	AIR COMPRESSOR # 2 (37 kW)							○												○										○										○							
3	AIR COMPRESSOR # 3 (37 kW)							○												○										○										○							
4	AIR COMPRESSOR # 4 (22 kW)							○												○										○										○							
5	AIR COMPRESSOR # 5 (75 kW)							○												○										○										○							

PREPARED BY	CHECKED BY	APPROVED BY
DATE : _____/_____/_____	DATE : _____/_____/_____	DATE : _____/_____/_____

Form No. PM-AD-05-09/Rev.00

Ref. code: 25605910037216BFV

ตารางที่ 4.5

แบบฟอร์มการซ่อมบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ทุกๆ 3 เดือน

Tri Annual Check Sheet (Facility)

ชื่อแผนก Facility ชื่อเครื่องจักร Air Compressor หมายเลขเครื่องจักร 6 Serial No. 4WG1192 X ไม่ปกติต้องแก้ไข O ปกติ

ลำดับที่	รายละเอียดการบำรุงรักษาด้วยตนเองทำอะไร	อุปกรณ์ตรวจสอบ/ทำความสะอาด ตรวจสอบ/เติมน้ำมัน/ ตรวจเช็ค/ตรวจสอบที่ไหน ตรวจเช็ค/ตรวจสอบที่ไหน	วิธีการทำอย่างไรแต่ละอุปกรณ์	ผลของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง ทุก 3 เดือน				ส่วนนี้การแก้ไข	ผลหลังการแก้ไข
				ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4		
1	ทำความสะอาด	- MAIN BODY	- เช็ดทำความสะอาดให้ทั่ว						
		- AIR FILTER	- เป่า, ล้างทำความสะอาด						
		- COOLING	- เป่าทำความสะอาด						
2	หล่อลื่น	- น้ำมันหล่อลื่น	- ตรวจเช็คระดับน้ำมันห้ามต่ำกว่าซีนมอง						
		- อาระบี	- อัดอาระบีเพิ่ม						
		- น้ำมันหล่อลื่น	- ทาน้ำมันหล่อลื่น ที่จุดหมุนวาล์วทุกตัวที่ท่อส่งลมอัด						
3	ปรับปรุงแก้ไข	- น็อต	- ตรวจสอบการคลายตัว และขันแน่น						
		- อุดต่อสาย	- ตรวจการยึดของ SCREW ต้องขันให้แน่นทุกตัว						
		- สายไฟ	- ตรวจสอบ โดยใช้สายรัดให้เรียบร้อย						
		- สายคราวล์	- ระบบสายคราวล์ ต่อถูกต้องหรือไม่						
4	เปลี่ยนชิ้นส่วน	- OIL SEAL ORIN	- ตรวจสอบความสึกหรอ, เปลี่ยนละไหล่ทุก 3,000ชั่วโมง					BY VENDER	
		- SCREW OIL	- ตรวจสอบความสึกหรอ, เปลี่ยนละไหล่ทุก 3,000ชั่วโมง					BY VENDER	
		- FILTER ELEMENT	- ตรวจสอบความสึกหรอ, เปลี่ยนละไหล่ทุก 3,000ชั่วโมง					BY VENDER	
5	ปรับแต่งตรวจสอบ	- การทำงาน	- ฟังเสียงการทำงานของเครื่องต้องปกติ						

หมายเหตุ _____

ครั้งที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4
Repot by				
Verity by				

Form No. PM-AD-05-03/Rev.00

Ref. code: 25605910037216BFV

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 ผลที่ได้รับจากการดำเนินงาน

การสรุปผลการศึกษาในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอสรุปผล ดังนี้ เป็นการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศ ตามมาตรฐานที่กำหนด และได้ทราบถึงต้นทุนการผลิต เพื่อใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายในการผลิต ซึ่งมาตรการที่ประหยัดพลังงานได้มากที่สุด คือ เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมอัดให้ใหญ่ขึ้น รองลงมาเป็นการเปลี่ยนขนาดท่อส่งลมอัดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และซ่อมลมรั่วไหล ตามลำดับ ทั้ง 3 มาตรการนี้ ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้วสามารถประหยัดพลังงานได้ 1,166,832 บาท/ปี เงินลงทุนรวม 203,500 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1 - 1.5 เดือน ผลสำเร็จในครั้งนี้ เนื่องจากมีการสนับสนุนจากผู้บริหารเป็นอย่างดี จึงมีกำลังใจ พอออกมาเป็นที่น่าพอใจ

5.2 ข้อเสนอแนะ

การใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน จะไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับวันหยุดประจำเดือนของโรงงาน วันหยุดนักขัตฤกษ์ และยอดการผลิตของเดือนนั้นๆ และยังขึ้นอยู่ในสภาวะอากาศด้วย เช่น เดือนเมษายน มีอากาศที่ร้อนมาก ความชื้นมาก มีน้ำในระบบเยอะ ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศต้องทำงานหนักเพื่อกำจัดน้ำ การใช้พลังงานไฟฟ้าจะมากกว่าเดือนอื่น แต่ถ้าเป็นเดือนธันวาคม จะมีอากาศที่หนาวเย็น ความชื้นในอากาศน้อย น้ำในระบบก็มีน้อย ส่งผลให้เครื่องอัดอากาศทำงานไม่น้อยลง สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ดีด้วย นอกจากนี้แล้วยังควรปรับปรุงห้องเครื่องอัดอากาศให้มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เช่น ติดตั้งปล่องระบายความร้อนจากตัวเครื่อง นำอากาศร้อนไปทิ้งด้านนอก ก็จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เช่นกัน

แนะนำให้ทำมาตรการที่ยังไม่มีการมีการลงทุน หรือลงทุนน้อยที่สุด คือปรับลดแรงดัน, ปรับปรุงห้องเครื่อง, ลดลมรั่วในระบบอัดอากาศ เป็นต้น ถ้าดำเนินการมาตรที่ลงทุนน้อยครบแล้ว ก็มาดูส่วนมาตรการที่มีการลงทุนมาก ผลตอบแทนก็จะได้มากเช่นกัน เช่น ติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ เปลี่ยนขนาดท่อส่งลมให้เหมาะสม เปลี่ยนขนาดถังเก็บลมให้เหมาะสม เปลี่ยนเครื่องอัดอากาศให้เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง ทั้งนี้การทำมาตรการทุกอย่างก็จะช่วยลดการใช้พลังงานได้ทุกมาตรการ ไม่มากก็น้อย แต่ถึงอย่างไร ก็ควรใช้พลังงานไฟฟ้าให้มีคุณค่า และเกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่ออนาคตจะได้มีพลังงานไฟฟ้าใช้ไปตราบนานเท่านาน

Ref. code: 25605910037216BFV

รายการอ้างอิง

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย บทบาทของประเทศไทยกับการลดก๊าซเรือนกระจ
https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=1746:article-20161114-01&catid=49&Itemid=251
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน
www.dede.go.th/main.php?filename=index
สำนักจัดการทรัพยากรป่าไม้ที่ 4 สาขาพิษณุโลก
http://www.forest.go.th/phitsanulok/index.php?option=com_content&view=article&id=516:p8&catid=13:2010-06-04-06-%M-%S&lang=th
dictionary.sanook การอนุรักษ์
http://dictionary.sanook.com/search/dict-th-th-royal-institute
พลังงานไฟฟ้า
http://plcsanook.com/?p=80
พลังงานไฟฟ้า
http://www.ba-na-na.net/tag/
จากวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2560) พลังงานไฟฟ้า
พลังงานไฟฟ้า
http://www.kr.ac.th/ebook2/det/05.html
การอนุรักษ์พลังงาน
www.student.chula.ac.th
รูปอนุรักษ์พลังงาน
ที่มา : https://sites.google.com/site/rangnarockzaa/home/1
พลังงานไฟฟ้า
http://measwatch.org/writing/5125
การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า
ที่มา http://www.dsm.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=category&id=8
รูประบบอัดอากาศ
ที่มา : http://mlnautoparts.com
รูปเครื่องอัดอากาศแบบสกรู

Ref. code: 25605910037216BFV

ที่มา : http://raveeintertrade.com
สูตรการคำนวณหาขนาดถังลมที่เหมาะสม, ขนาดท่อส่งลมอัด, ลมรั่วไหลในระบบ
ที่มา : http://ienergyguru.com
สูตรการคำนวณอัตราการไหลของลม
http://www.rsu.ac.th/engineer/researchproject/datadoc2.html#td
การประหยัดพลังงานสำหรับเครื่องอัดอากาศ
http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjhwpj259HYAhVMro8KHV1LA40QFggkMAA&url=http%3A%2F%2Fwww2.dede.go.th%2Fbhrd%2Fold%2FDownload%2Ffile_handbook%2FPre_Fac%2FFac_9.pdf&usg=AOvVaw24rWlBeCgZFymlk2rSkJ_E
กราฟ Air compressor – Nomography
ที่มา https://www.engineeringtoolbox.com/
ตารางปริมาณอากาศอัดรั่วไหล
ที่มา http://www.mlnautoparts.com/air-compressor

Ref. code: 25605910037216BFV

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายเกรียงไกร นาคทอง
วันเดือนปีเกิด	23 มิถุนายน 2523
ตำแหน่ง	หัวหน้างานอาวุโส

ผลงานทางวิชาการ

“การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของโรงงานผู้ผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และยานยนต์” การประชุมวิชาการข่ายงานวิศวกรรมอุตสาหการ (IE NET WORK 2018)

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ. 2555 ตำแหน่ง หัวหน้างานอาวุโส
บริษัท โทดา ไพพน์ ไทยแลนด์ จำกัด
พ.ศ. 2549 ตำแหน่ง วิศวกรโรงงาน
บริษัท ซิงเกิ้ล พอยท์ พาร์ท ประเทศไทย จำกัด (มหาชน)

Ref. code: 25605910037216BFV