การศึกษามาตรการการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด กรณีศึกษา : โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำ

Energy saving measures in compressed: In case study of aqua feed mill manufacturing

สันติ บุญนา[1]
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาแนวทางและมาตรการการลดการใช้พลังงานของระบบอากาศอัดในโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบอากาศอัดเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง โดยมุ่งเน้นการค้นหาปัญหาด้วยเครื่องมือ 7 Wastes และ Why Why analysis ในการวิเคราะห์รวมถึงการหามาตรการการประหยัดพลังงาน

จากการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์สามารถกำหนดมาตรการการดำเนินงานได้ 3 มาตรการ คือ (1) มาตรการการจัดลำดับการทำงานของเครื่องอัดอากาศตามประสิทธิภาพโดยให้เครื่องที่ประสิทธิภาพดีที่สุดทำงานเป็นเครื่องแรกและเครื่องที่ประสิทธิภาพต่ำที่สุดทำงานเป็นเครื่องสำรองเครื่องสุดท้ายด้วยการคำนวณหาการใช้กำลังจำเพาะขณะเครื่องมีภาระ (kW on load /FAD comp) ของเครื่องอัดอากาศนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน สามารถลดการใช้พลังงานลงได้เทียบกับการใช้พลังงานก่อนการดำเนินการตามมาตรการอยู่ที่ 9.43 kW (6.48% ของการใช้พลังงานทั้งหมดทั้งปีของเครื่องอัดอากาศ) (2) มาตรการลดการรั่วไหลระบบอากาศอัดและ (3) มาตราการลดแรงดันของเครื่องอัดอากาศสามารถลดการใช้พลังงานลงได้อยู่ที่ 10.74 kW (7.38% ของการใช้พลังงานทั้งหมดทั้งปีของเครื่องอัดอากาศ) หากดำเนินการทั้ง 3 มาตรการ พบว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 551,851 บาทต่อปี งบประมาณลงทุน 220,000 บาทและมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.4 ปี และลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยปริมาณผลผลิต ในปี พ.ศ. 2559 พลังงานที่ใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 9.36 kWh ผลผลิตที่ได้อยู่ที่ 111,289 ตัน ในขณะที่ในปี พ.ศ. 2560 ลดพลังงานที่ใช้ลงเฉลี่ยอยู่ที่ 8.42 kWh (10.04 %) และผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 125,921 ตัน

[1] นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[2] ที่ปรึกษาสารนิพนธ์หลัก

ABSTRACT

This research aimed to study approaches and measurs to reduce energy consumption of the compressed air system in an aqua feed mill. Data regarding the compressed air system were collected to determine performance and efficiency of each air compressor. Seven Wastes and Why-Why Analysis tools were used to analyse problems and identify energy saving measures.

Data collection and analysis led to three measures. First measure was to sequence the air compressors according to their efficiency by operating the most efficient one first and using the least efficient one last or as a backup. This reduced the energy consumption to 9.43 kW (6.48% of total annual energy consumption of the air compressors). Second measure was to reduce the leakage of the compressed air system. Third measure was to decrease pressure of the air compressors. This reduced the energy consumption to 10.74 kW (7.38% of total annual energy consumption of the air compressors). If all three measures were implemented, the costs would be reduced by 551,851 baht per year with investment budget of 220,000 baht, and the payback period would approximately be 0.4 year. Moreover, this resulted in a reduction in energy consumption per production unit. In 2016, the average energy consumption was 9.36 kWh and the production volume was 111,289 tons, while in 2017, the average energy consumption was reduced to 8.42 kWh (10.04% reduction) and the production volume increased to 125,921 tons.

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญกับการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน การประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแต่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้น แต่ยังจำเป็นต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบันยังต้องอาศัยการนำเข้าของเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้ าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม และใน ระบบอากาศอัด (Compressed Air System) เป็นระบบหนึ่งที่โรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตในหลายกลุ่มอุตสาหกรรมแทบทุกประเภท ดังนั้น การใช้พลังงานในระบบอากาศอัดให้มีประสิทธิภาพ สามารถประหยัดพลังงาน ลดการบำรุงรักษา ลดต้นทุนการผลิตซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่คุ้มค่าที่สุด

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางมาตรการการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศ
2. เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศเทียบต่อหน่วยตันอาหาร

ขอบเขตการศึกษา

1. ขอบเขตของประเด็นที่ศึกษาศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบอัดอากาศของ บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) โรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำหนองแค

2. กำหนดมาตรการการประหยัดพลังงานเพื่อลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดปริมาณการใช้พลังงานในระบบอัดอากาศ
2. ลดค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้าของโรงงาน
3. กำหนดมาตรการอนุรักษ์สำหรับระบบอัดอากาศได้เหมาะสมและนำไปใช้ได้จริง
4. ลดต้นทุนการผลิต

ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบอากาศอัด

ระบบอากาศอัด คืออากาศที่ถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นกว่าความดันบรรยากาศ เพื่อนำมาใช้เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนระบบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เนื่องจากระบบอากาศอัดมีความคล่องตัวปรับเปลี่ยนสถานะได้ ในโรงงานอุตาหกรรมประเภทต่าง ๆทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก อุตสาหกรรมขนาดกลาง อุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีการใช้พลังงานลมในกระบวนการผลิต จะมีส่วนประกอบของระบบอากาศอัดจที่สำคัญอยู่ 3 ส่วนหลักดังต่อไปนี้

1. ส่วนการสร้างอากาศอัด

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ผลิตอากาศอัดจากอากาศปกติให้กลายเป็นอากาศที่มีความดันสูงหรือมีชื่อเรียกว่า เครื่องอัดอากาศ(AC : Air Compressor)มีหลักการทำงานคือ ดูดอากาศที่มีความดันปกติเข้าสู่ห้องอัดอากาศแล้วทำให้ปริมาตรของอากาศมีขนาดเล็กลง อากาศที่มีปริมาตรน้อยลงนั้นจะมีความดันที่เพิ่มขึ้นแล้วส่งอากาศอัดความดันสูงเข้าระบบอากาศอัด เครื่องอัดจะมีวิธีการอัดอากาศและชนิดเครื่องอัดอากาศที่แตกต่างกันไปตามความต้องการชนิดที่นิยมใช้กันมากคือ เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่สกรู เครื่องอัดอากาศแบบหอยโข่ง

ส่วนการสร้างอากาศอัดนอกจากเครื่องอัดอากาศแล้วยังมีส่วนประกอบหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องคือ อุปกรณ์ระบายความร้อนหลังการอัดอากาศ (After Cooler) ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิของอากาศ ตัวแยกน้ำมัน (Oil Separator) ทำหน้าที่แยกละอองหรือหยดน้ำมันที่ปนเปื้อนมาจากกระบวนการอัดของเครื่องอัดอากาศ ตัวกรองอากาศภายในท่อ(Air Line Filter) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกออกจากอากาศอัดก่อนส่งจ่ายไปยังส่วนต่าง ๆเพื่อให้อากาศอัดมีความสะอาดก่อนเข้าอุปกรณ์ ตัวทำให้อากาศแห้ง (Air dryer)ทำหน้าที่ดูดความชื้นออกจากอากาศอัดก่อนส่งจ่าย ตัวทำให้อากาศแห้งนี้จะมีลักษณะคล้ายระบบทำความเย็น วาล์วนิรภัย (Safety Valve) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ความดันในระบบอากาศอัดสูงเกินไป โดยทั่วไปจะ

ติดตั้งที่ถังเก็บอากาศ ถังเก็บอากาศ (Air Receiver) ทำหน้าทีเก็บอากาศอัดก่อนส่งจ่ายสู่ระบบเพื่อปรับความสมดุลของความดันให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอและยังมีมาตรวัดความดัน(Pressure Gauge) ทำหน้าที่แสดงค่าความดันของอากาศในระบบโดยทั่วไปจะมีติดตั้งที่ถังเก็บหรืออุปกรณ์ที่ต้องการทราบค่าของความดัน

2.ส่วนการจ่ายอากาศอัด (Distribution Section)

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งจ่ายอากาศจากส่วนการสร้างอากาศอัดไปยังตำแหน่งต่าง ๆที่ต้องการใช้อากาศอัดภายในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆดังนี้ คือ ท่อจ่ายลมหลัก (Supply Line) ท่อแยก (Branch Line) และอุปกรณ์ควบคุมความดัน (Regulator) ทำหน้าที่ควบคุมระดับความดันลมให้ได้ความดันตามที่อุปกรณ์ปลายทางต้องการ

3. ส่วนการใช้อากาศอัด

เป็นส่วนสุดท้ายของระบบอากาศอัดในส่วนนี้จะนำเอาอากาศอัดไปใช้งานกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ลมในการใช้งาน เช่น กระบอกสูบ (Air Cylinder) ปืนลม บล็อกลม

2.2 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัด

2.2.1 การเลือกใช้เครื่องอัดอากาศประสิทธิภาพสูง ต้องทำการตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศที่มีอยู่ว่าประสิทธิภาพเครื่องอัดอากาศต้องสูงกว่า 80 % เมื่อเทียบกับเกณฑ์อ้างอิงดังตารางที่ 2.1 (อากาศอัดที่ได้เทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้)

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงค่าพลังงานจำเพาะที่เหมาะสมสำหรับเครื่องอัดอากาศ

ประเภทของเครื่องอัดอากาศ	ค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะ (l/s/kW)
ลูกสูบ	2.30 – 2.65 (single state) 2.85 – 3.35 (double state)
สกรู	2.35 – 2.85
เวน	2.22 – 2.5
หมุนเหวี่ยง	2.85 – 3.33

หมายเหตุ : การดำเนินการทดสอบที่ความดัน 7 bar

2.2.2 การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

สำหรับการตรวจสอบสภาพของเครื่องอัดอากาศอยู่เป็นประจำ จะช่วยทำให้เกิดการประหยัดพลังงานและเป็นการยืดอายุเครื่องอัดอากาศโดยดำเนินการตามที่คู่มือระบุมา จุดที่ต้องหมั่นตรวจสอบเป็นพิเศษเพราะมีผลต่อการประหยัดพลังงานโดยตรงได้แก่

- การตรวจสอบระบบส่งกำลัง คือตรวจสอบชุดสายพานและพูเล่ย์ให้อยู่ในสภาพที่ดี การตรวจสอบความตึงของสายพานให้ตรวจสอบจากคู่มือการบำรุงรักษาของเครื่องอัดอากาศ

- ชุดแยกน้ำมันออกจากอากาศอัดภายในเครื่องอัดอากาศแบบสกรู ควรทำการตรวจสอบอยู่เสมอว่ามีความดันตกคร่อมต้องไม่เกิน 1 bar ถ้าเกินกว่านี้ควรทำการเปลี่ยนชุดแยกน้ำมันออกจากอากาศอัดใหม่

- การตรวจสอบระบบระบายความร้อน คือแผงระบายความร้อนของอากาศและน้ำมันเครื่องให้อยู่ในสภาพที่สะอาดสามารถระบายความร้อนได้ดี

- การตรวจสอบชุดกรองอากาศ คือตรวจสอบสภาพกรองอากาศให้มีสภาพที่ดีอยู่เสมอโดยดูได้จากอินดิเคเตอร์ของเครื่องอัดอากาศหรือตรวจสอบจากอายุการใช้งานตามคู่มือของโรงงานผู้ผลิต

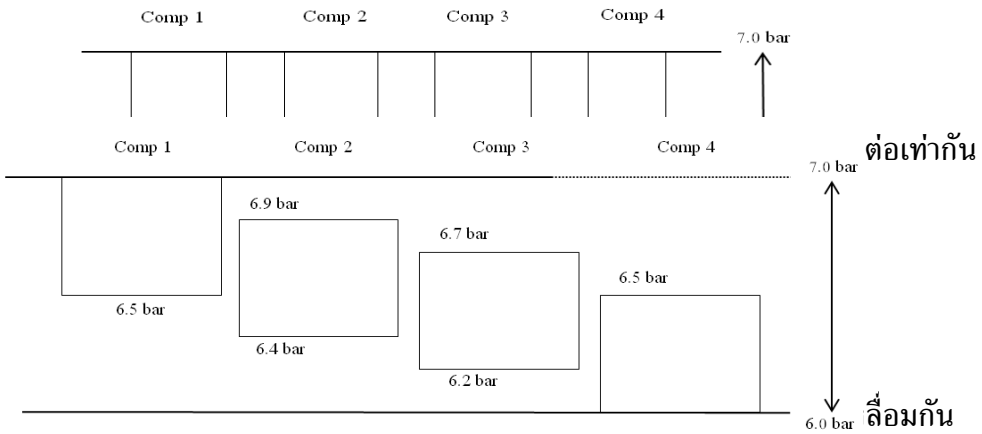
2.2.3 การลดความดันในการผลิตอากาศอัดที่เครื่องอัดอากาศ

ขั้นตอนการลดความดันในการผลิตคือ สำรวจการใช้อากาศอัดทุก ๆจุดและสำรวจความต้องการความดันอากาศอัดของเครื่องจักร ว่าต้องการความดันสูงสุดเท่าใดก่อนการปรับลดความดันเพื่อมิให้มีผลกระทบต่อการผลิต อุปกรณ์ที่ใช้อากาศอัดทั่ว ๆไป มีความต้องการอากาศอัดเพียง 5-6 bar เท่านั้น หากอุปกรณ์ใดมีการใช้อากาศอัดที่ความดันสูงกว่านี้ จะถูกจัดไว้เป็นอุปกรณ์พิเศษ ควรทำการแยกระบบท่อออกไป หรือถ้าอุปกรณ์ประเภทนี้มีไม่มากนักควรใช้ปั๊มเพิ่มความดัน (Pressure booster)เพื่อเพิ่มความดันอากาศอัดเฉพาะเป็นจุด ๆ

2.2.4 การจัดโหลดเครื่องอัดอากาศ

การจัดโหลดเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสมกับความต้องการ คือการวางแผนการใช้เครื่องอัดอากาศให้มีการเดินตัวเปล่า(unload) น้อยที่สุด ไม่ควรให้มีการเดินตัวเปล่ามากกว่า 10% เพื่อการประหยัดพลังงานสูงสุด โดยทั่วไปสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเครื่องอัดอากาศหลาย ๆเครื่องต่อร่วมในระบบเดียวกัน มักมีการตั้งค่าความดันในการตัดต่อเครื่องอัดอากาศเท่ากัน

เครื่องอัดอากาศก็จะมีการทำงานพร้อมกันและหยุดพร้อมกัน ดังภาพที่ 2.1ซึ่งจะเกิดปัญหาการเดินตัวเปล่าเป็นอย่างมาก สำหรับการจัดโหลดให้เหมาะสมเป็นการตั้งความดันให้มีค่าเหลื่อมกันเป็นลักษณะขั้นบันได ซึ่งจะสามารถลดช่วงเวลาการเดินเครื่องตัวเปล่าได้ดังภาพที่ 2.2



จากวิธีการตั้งค่าความดันของเครื่องอัดอากาศให้มีค่าเหลื่อมกันแล้ว ยังจะต้องมีวิธีการเลือกเครื่องอัดอากาศสำหรับการเป็นเครื่องอัดอากาศตัวเมนและเครื่องสำรอง โดยการเลือกเครื่องอัดอากาศเมนหลักมีวิธีการเลือกดังนี้

- ควรเลือกเครื่องที่มีกำลังการผลิตอากาศอัดมากกว่าเป็นตัวหลักในการทำงาน และเครื่องที่ผลิตอากาศอัดน้อยรองลงมาเป็นตัวเสริมโหลด

- เลือกเครื่องที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดเป็นตัวหลัก เพราะจะใช้พลังงานน้อยกว่าผลิตอากาศได้มาก

- ถ้าเครื่องมีอัดอากาศมีระบบอินเวอเตอร์ให้เลือกเครื่องอัดอากาศประเภทนี้เป็นตัวหลักก่อน สำหรับการตั้งค่าความดันของเครื่องอัดอากาศ ถ้ามีการใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติควบคุมการทำงานจะช่วยให้ควบคุมช่วงความกว้างของความดันได้ละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.2.5 บำรุงรักษาชุดกรองและจุดกรองต่าง ๆในระบบอัดอากาศ

ในการผลิตอากาศอัดที่มีคุณภาพจำเป็นต้องมีไส้กรองเป็นจำนวนมาก ควรมีการบำรุงรักษาคือการหมั่นทำความสะอาดเป็นประจำตามคู่มือที่ผู้ผลิตกำหนดระยะเวลามาหากเกินให้ทำการเปลี่ยนตัวใหม่ทันที การบำรุงรักษาที่ดีส่งผลให้การไหลของอากาศที่ไหลผ่านกรองได้ดี ความต้านทานในระบบอัดอากาศต่ำและเป็นการประหยัดพลังงาน

2.2.6 การวางรูปแบบของท่อลม (Pipe Line Lay Out)

สำหรับการวาง Lay out ของท่อลมที่ใช้กันโดยทั่วไปในขึ้นอยู่กับขนาดของโรงงานจำนวนเครื่องจักร และอัตราการใช้ลม ซึ่งบางแห่งอาจเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งและบางแห่งก็อาจใช้หลายแบบผสมกันก็ได้หลัก ๆอยู่ 3 แบบคือ การวางแบบกริด (Grid System) การวางแบบวงท่อ (Loop Piping System) การวางแบบผสม

2.3 วิธีการคำนวณเกี่ยวกับระบบอากาศอัด

2.3.1 การวัดการส่งอากาศอิสระของเครื่องอัดอากาศ

$$FAD_{comp} = \frac{\left(P_{2g} - P_{1g}\right)\left(V_{pipe} + V_{tank}\right)}{P_{atm}t}$$

2.3.2 การคำนวณหาการใช้กำลังไฟฟ้าจำเพาะขณะเครื่องมีภาระ(onload)

$$\frac{kW_{onload}}{FAD_{comp}} = \frac{\left[EI\cos\phi\right]_{onload}}{1000}$$

2.3.3 การคำนวณหาอัตราการรั่วไหลของพลังงานระบบอากาศอัด

$$FAD_{leak} = \left(\frac{t_{onload}}{t_{onload} + t_{unload}}\right) FAD_{comp}$$

2.3.4 การคำนวณหากำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการอัดอากาศทางทฤษฎี

$$kW_{th} = 1.2054T_1\left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{0.286} - 1\right](FAD)_{comp}$$

2.4 เครื่องมือที่ใช้ทำการวิเคราะห์ปัญหามีการนำเครื่องมือมาใช้ทำการวิเคราะห์เพื่อหามาตรการดำเนินการอยู่ 2 เครื่องมือดังนี้

1. 7 Wastes คือ ความสูญเสีย 7 ประการ ได้แก่

1.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตมากเกินไป (Overproduction)

2.ความสูญเสียเนื่องจากการเก็บวัสดุคงคลัง (Inventory)

3.ความสูญเสียเนื่องจากการขนส่ง (Transportation)

4.ความสูญเสียเนื่องจากการเคลื่อนไหว (Motion)

5.ความสูญเสียเนื่องจากกระบวนการผลิต (Processing)

6.ความสูญเสียเนื่องจากการรอคอย (Delay)

7.ความสูญเสียเนื่องจากการผลิตของเสีย (Defect)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ Why Why Analysis คือ เทคนิคการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ มีขั้นมีตอนไม่เกิดการตกหล่น ซึ่งไม่ใช่การคิดแบบคาดเดาเมื่อเรามีปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่งเกิดขึ้น เราจะ มาคิดกันดูว่าอะไรเป็นปัจจัยหรือสาเหตุที่ทำให้มันเกิดโดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” โดยตั้งคำถามไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้ปัจจัย ที่เป็นต้นตอของปัญหาในช่องสุดท้าย

2.5 การคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ หลักเกณฑ์ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

Feasibility Form of xxxx : Nongkae Plant

Description		2018	2019	2020	2021	2022
รวม Benefits ทั้งหมด		-	-	-	-	-
Investment :						
Equipment						
Net Benefits (Free cash flow)		0.00	0	0	0	0
IRR		0	0	0	0	0
Net Present Value (NPV)		0	0	0	0	0

*% Growth (Cost)อ้างอิงจากอัตราเงินเฟ้อ ณ 16 ม.ค. 60

https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy/Documents/PressMPC_62560_5Y8J9.pdf

NPV 5 years	0	THB
Capital	0	THB
Payback period	#DIV/0!	Year
IRR 5 years	#NUM!	

Notes :

rate NPV 6.5%

อัตราดอกเบี้ย MLR 6.5% ของธนาคารกรุงเทพ

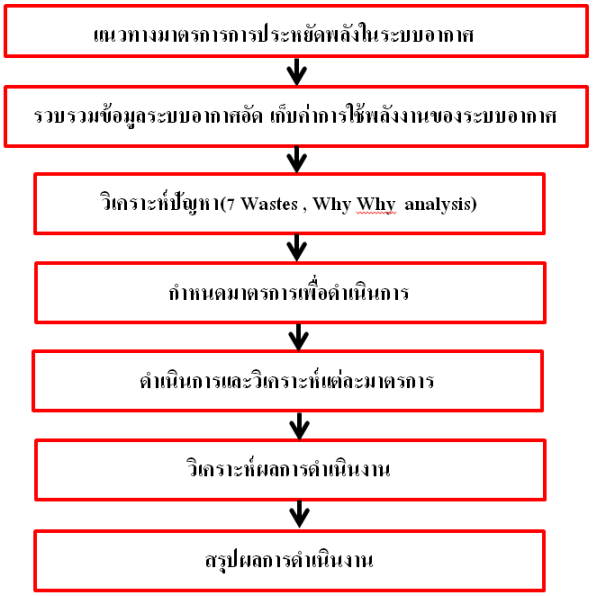
https://www.bot.or.th/thai/statistics/_layouts/application/interest_rate/in_rate.aspx

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อ้างอิง	ศึกษา
อัจฉราภรณ์ ฟักแสง(2556)	ศึกษาแนวทางในการประหยัดพลังงานลมอัดในอุตสาหกรรมผลิตขวดแก้ว
ประกอบ เอียมสะอาด(2549)	ศึกษาวิเคราะห์มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบอากาศอัดจาก 23 โรงงาน
สุรศักดิ์ เรืองศรี (2555)	ศึกษาหามาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา
โกวิทย์ รัตนารามิก(2556)	ศึกษาหามาตรการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรม
สรินรัช รัตนบุรี(2550)	ศึกษาวิธีการวัดปริมาณลมรั่วของอากาศอัด ณตำแหน่งที่รั่วซึมในรูปแบบต่างๆ
ภาชนีย์ ฤทธิบุญ(2557)	ศึกษาวิธีการลดต้นทุนด้านพลังงานต่อหน่วยการผลิตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ผลิต ฮาร์ดิสก์
ปารุวัฒน์ ชูวงศ์(2558)	ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานอุตสาหกรรมตัดเหล็กแผ่น

วิธีการดำเนินการศึกษา

ขั้นตอนการปฏิบัติโครงงาน



ผลการศึกษา

ได้ทำการศึกษาอุปกรณ์และรายละเอียดต่าง ๆที่เกี่ยวข้องกับระบบอากาศอัดทั้งระบบเริ่มจาก

1.ศึกษาขนาดของเครื่องอัดอากาศโรงงานผลิตอาหารสัตว์น้ำชนิดเม็ดมีทั้งหมดจำนวน 5 เครื่อง ใช้งานจริง 3 เครื่อง สำรอง 2 เครื่อง

2.ศึกษาตรวจสอบและการคำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศแต่ละตัวมีการเปรียบเทียบสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศในการใช้พลังงาน l/s/kW (ตารางจากเทคนิคการตรวจ

วิเคราะห์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)ทุกเครื่องประสิทธิภาพเกิน 80%อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

3. ศึกษาความสอดคล้องของขนาดถังเก็บลม (Receiver Tank) กับเครื่องอัดอากาศและการทำงานของระบบ Auto Drain ผลจากการศึกษามีความสอดคล้องกัน

4. ศึกษาความสอดคล้องของปริมาณการใช้พลังงานลมของอุปกรณ์และเครื่องจักรเทียบกับการผลิตพลังงานลมของเครื่องอัดอากาศผลจากการศึกษาพบว่ามีความสอดคล้องและเพียงพอต่อการใช้งาน

5.ศึกษาความสอดคล้องของเครื่องทำลมแห้ง (Air Dryer) กับเครื่องอัดอากาศผลจากการศึกษาพบว่ามีความสอดคล้องและเพียงพอต่อการทำลมแห้งก่อนนำใช้งาน

6. ศึกษาการติดตั้งถังเก็บลม การติดตั้ง Air Dryer และแผนผังการเดินท่อเมน ท่อแยกส่งจ่ายโรงงานกรณีศึกษาใช้เป็นแบบBoth After Outlet of Air Compressor Unit and After Air Filter Unit before Supply to Process และการเดินท่อในการใช้งานใช้เป็นแบบวงแหวน (Ring Circuit)

7. ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานอากาศอัดที่มากผลจากการศึกษาพบว่า ใช้งานได้ปกติไม่มีการสูญเสียพลังงานลมเกิดขึ้น

8. ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอากาศอัดต่อผลผลิต การใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนการดำเนินการปรับปรุงอยู่ที่ 9.36 kWh/Ton ผลผลิตที่ได้อยู่ที่ 111,289 Tonในปี 2559และนำเครื่องมือที่เข้ามาทำการค้นหาวิเคราะห์สภาพปัญหาที่มีผลต่อระบบอาการอัดคือ 7Wastesและ Why Why Analysis เพื่อหามาตรการและแนวทางแก้ไขจึงได้มาตรการมาอยู่ 3 มาตรการ คือ

1. มาตรการจัดลำดับเครื่องอัดอากาศตามประสิทธิภาพ เครื่องที่ใช้พลังงานน้อยให้สตาร์ท์เป็นเครื่องแรก

2. มาตรการลดปริมาณการรั่วไหลของระบบอากาศอัด

3. มาตรการปรับลดการผลิตแรงดันของเครื่องอัดอากาศ

สรุปผลการศึกษา

จากการดำเนินงานวิจัยโดยทำการรวบรวมข้อมูลระบบอากาศอัดเพื่อหาสมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง อีกทั้งวิเคราะห์ค้นหาด้วยเครื่องมือ 7 Wastes และ Why Why analysis สามารถกำหนดมาตรการการดำเนินงานได้ 3 มาตรการคือ (1) มาตรการ การจัดลำดับการทำงานของเครื่องอัดอากาศตามประสิทธิภาพโดยให้เครื่องที่ประสิทธิภาพดีที่สุดทำงานเป็นเครื่องแรกและเครื่องที่ประสิทธิภาพต่ำที่สุดทำงานเป็นเครื่องสำรองเครื่องสุดท้ายสามารถลดการใช้พลังงานลงได้อยู่ที่ 9.43 kW (6.48% ของการใช้พลังงานทั้งหมดทั้งปีของเครื่องอัดอากาศ) (2) มาตรการลดการรั่วไหลระบบอากาศอัดและ (3) มาตราการลดแรงดันของเครื่องอัดอากาศสามารถลดการใช้พลังงานลงได้อยู่ที่ 10.74 kW (7.38 % ของการใช้พลังงานทั้งหมดทั้งปีของเครื่องอัดอากาศ) หากดำเนินการทั้ง 3 มาตรการ พบว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 551,851 บาทต่อปี งบประมาณลงทุน 220,000 บาทและมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.4 ปี และลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยปริมาณผลผลิตคือพลังงานที่ใช้เฉลี่ยอยู่ที่ 9.36 kWh ผลผลิตที่ได้อยู่ที่ 111,289 ตัน ปี 2559 ลดพลังงานที่ใช้ลงเฉลี่ยอยู่ที่

8.42 kWh (10.04% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยการผลิตปี 2560) และผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นอยู่ที่ 125,921 ตัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ Flow Meter เพื่อให้สะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2. สามารถนำมาตรการ การปรับลดการผลิตแรงดันของเครื่องอัดอากาศไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมประเภทอื่นได้

บรรณานุกรม

คู่มือการอนุรักษพลังงานระบบอากาศอัด. (2560).*กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน* กระทรวงพลังงาน สถานจัดการและอนุรักษ์พลังงาน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จลนศาสตร์และสมการของของไหล เรียบเรียงโดย ผศ.ดร.ปรียาพร โกษา : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน). (2553).*TCR คู่มือการใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ หมายเลข 7 การใช้พลังงานในเครื่องอัดอากาศ*

คู่มือฝึกอบรม การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน *การออกแบบระบบท่อทางวิศวกรรม ดุลยโชติ ชลศึกษ์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล* คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2557).

อัจฉราภรณ์ ฟักแสง. (2558). "*การจัดการพลังงานของระบบอากาศอัดในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตขวด แก้ว*" วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประกอบ เอี่ยมสอาด. (2549). "*การบริหารจัดการพลังงานในระบบอากาศอัดของโรงงานอุตสาหกรรม*"วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สุรศักดิ์ เรื่องศรี,ปฏิวุฒิ ช่วยประดิษฐ์,อัศวิน คงทัพและนิติพันธ์ คุณประเสริฐ. (2554).*"การอนุรักษ์พลังงานโดยการประยุกต์ใช้หลักการจัดการทางวิศวกรรมในโรงงาอุตสาหกรรมขนาดใหญ่"*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โกวิทย์ รัตนารามิก. (2556). "*มาตรการประหยัดพลังงานในระบบอากาศอัดภายในโรงงานอุตสาหกรรม*" วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงานคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

สรินรัช รัตนบุรี. (2550). "*การศึกษาวิธีการวัดปริมาณการรั่วซึมของระบบอากาศอัด ณ ตำแหน่ง*

ที่เกิดการรั่วซึมในรูปแบบต่าง ๆ" วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาชนีย์ ฤทธิบุญ. (2557).“*การลดต้นทุนพลังงานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิค: กรณีศึกษาโรงงานอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์*" วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (สหสาขาวิชา)บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปารุวัฒน์ ชูวงศ์. (2558). *“การลดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานตัดเหล็กแผ่น”*สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ