

## มาตรการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรม

### Energy Saving Measures in Compressed Air in Industries

นายโกวิท รัตนารามิก<sup>1</sup> อภิชาติ เทอดโยธิน<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จังหวัดกรุงเทพฯ

โทร 081-845-3796 อีเมล kowit.rhanksupply@gmail.com

<sup>2</sup> สาขาวิชาการจัดการพลังงาน คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จังหวัดกรุงเทพฯ

โทร 0-2470-8631 ต่อ 8039 โทรสาร 0-2470-8635 อีเมล apichit.the@kmutt.ac.th

**Mr.Kowit Ratanaramig<sup>1</sup> Apichit Therdyothin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program in Energy Technology, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Tel: 081-845-3796 E-mail: kowit.rhanksupply@gmail.com

<sup>2</sup>Program in Energy Management Technology, School of Energy, Environment and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi

Tel: 0-2470-8631 ext 8039, Fax: 0-2470-8635, E-mail: apichit.the@kmutt.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาหามาตรการประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศทั้งระบบในโรงงานอุตสาหกรรม โดยได้เข้าไปทำการสำรวจการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าในการผลิตอากาศอัดภายในโรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลืองแห่งหนึ่งเพื่อหามาตรการปรับปรุงให้เป็นไปได้เพื่อการประหยัดพลังงานสูงสุด ซึ่งการสำรวจได้ทำใน 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนการผลิตอากาศอัด, ส่วนการส่งจ่ายอากาศอัด และการใช้อากาศอัด จากการตรวจสอบพบว่าทางโรงงานมีเครื่องอัดอากาศทั้งหมด 12 เครื่องแบ่งเป็น 4 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งมีการเดินท่ออากาศอัดเชื่อมถึงกัน สามารถจ่ายอากาศอัดให้โรงงานผลิตทั้งหมด 9 โรงงาน ความต้องการใช้อากาศอัดเฉลี่ย = 873.76 l/s กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิตอากาศอัด = 398.97 kW และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะเฉลี่ย = 2.19 l/s/kW ผลที่ได้จากการตรวจสอบสามารถเสนอเป็นแนวทางปรับปรุงได้ทั้งหมด 6 มาตรการ ได้แก่ 1.เปลี่ยน

เครื่องอัดอากาศที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะต่ำออกแล้วแทนที่ด้วยเครื่องอัดอากาศใหม่ที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะสูงกว่า 2.ติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบศูนย์กลางเดียวกัน 3.ปรับปรุงอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ 4.ปรับปรุงระบบท่อส่งอากาศอัดภายในโรงงาน 5.ปรับลดความดันของเครื่องอัดอากาศลง 6.ปรับปรุงคุณภาพอากาศอัดและลดความดันตกคร่อมของอุปกรณ์ งบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงระบบอัดอากาศทั้ง 6 มาตรการรวมเป็นมูลค่า 5,310,000 บาท สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 505,146 บาท/เดือน คิดเป็นจุดคืนทุน 10.51 เดือน

**คำสำคัญ :** การประหยัดพลังงาน / ระบบอัดอากาศ

### **Abstract**

This paper presents a series of case studies that identifies significant compressed air savings in Brass ball valve manufacturer. To study the opportunities for energy systems improvement, it is important to understand compressed air generation, compressed air delivery systems and how compressed air is used. This particular factory has 12 air compressors divided into 4 sections, with each section interconnected by a pipeline header, with the header supplying the compressed air for 9 production lines, with an average compressed air consumption of 873.76 l/s with the average Power required to generate this quantity of compressed air being 398.97 kW, or a Specific energy consumption of 2.19 l/s/kW , case studies offer 6 process applications to improve the compressed air system, 1. Remove the low specific energy consumption sectors and replace with higher efficiency units. 2. Install a centralised control unit for the air compressor system. 3. Improve the intake air temperature to the air compressors. 4. Modify the compressed air pipeline. 5. Reduce the pressure settings on the air compressors. 6. Improve the air quality and pressure losses of the equipment being serviced by the air compressors. Total budget to carry out the required remedial work is 5,310,000 Baht. This remedial work would give an energy saving of 505,146 Baht per month meaning an investment payback time of 10.51 months.

**Keywords:** Energy saving / compressed air systems

## 1. บทนำ

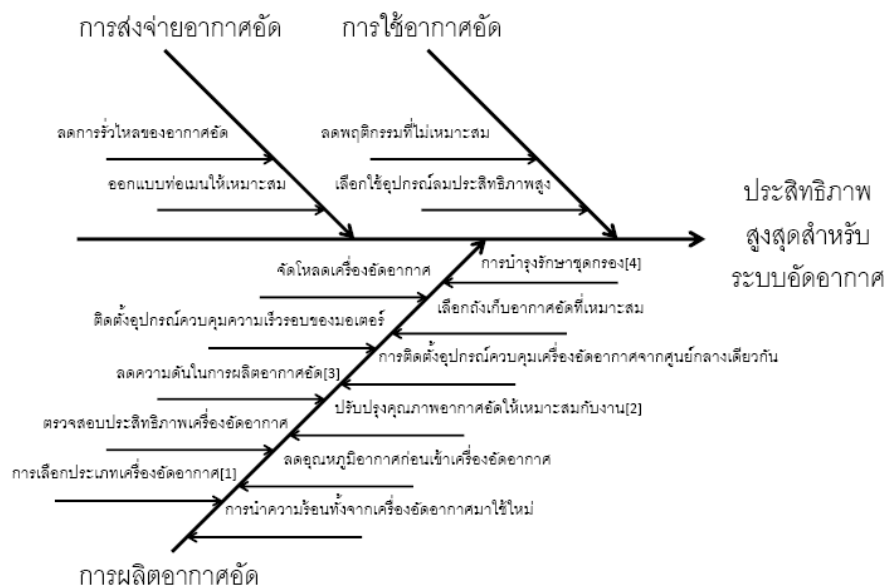
พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นและเป็นการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน ความจำเป็นและความสำคัญของการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงไม่ใช่เพียงแค่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ประกอบการอุตสาหกรรมเพียงเท่านั้นแต่ยังเป็นความจำเป็นและมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศด้วย เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปัจจุบัน ยังต้องพึ่งเชื้อเพลิงนำเข้าจากต่างประเทศ และมีแนวโน้มว่าจะต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นสาขาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด การประหยัดพลังงานของโรงงาน หมายถึง การลดใช้พลังงานลงโดยการจัดการใช้พลังงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการผลิตลดลงและไม่ทำให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็น และมีความสำคัญกับการใช้ในการผลิตของทุกโรงงาน จากการสำรวจพบว่าระบบอากาศอัดเป็นระบบหนึ่งที่ใช้ในการบวนการผลิตของทุกโรงงานอย่างแพร่หลายและยังพบอีกว่าระบบอัดอากาศเป็นระบบหนึ่งที่ใช้ค่าพลังงานไฟฟ้ามากเป็นลำดับต้นๆ จากข้อมูลการสำรวจพบว่าโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากไม่มีความเข้าใจในเรื่องระบบการใช้งานอากาศอัดอย่างมีประสิทธิภาพ การไม่มีความเข้าใจอย่างถูกต้องในระบบอัดอากาศจึงทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานเป็นอย่างมาก ถ้ามีการศึกษาและเผยแพร่ข้อมูลอย่างถูกต้อง จะสามารถลดการใช้พลังงานของผู้ประกอบการและประเทศชาติได้เป็นอย่างมาก

## 2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหามาตรการประหยัดพลังงานของระบบอัดอากาศทั้งระบบ
2. ปรับปรุงระบบอัดอากาศของ โรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลือง ทั้งระบบเพื่อเป็นโรงงานต้นแบบในการลดพลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศทั้งระบบ

## 3. วิธีการวิจัย

### 3.1 ทฤษฎี



รูปแสดงแนวทางสู่การทำให้ระบบอัดอากาศมีประสิทธิภาพสูงสุด

3.2 กระบวนการวิจัย การสำรวจระบบบอากาศอัดทั้งระบบของโรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลืองและมิเตอร์น้ำ โรงงานแบ่งออกเป็น 9 อาคาร โดยแต่ละอาคารทำหน้าที่ที่แตกต่างกัน มีทีมงานหล่อขึ้นรูป, งานกลึง, งานประกอบ และงานทดสอบคุณภาพ การใช้อากาศอัดของโรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลือง เกิดจากเครื่องอัดอากาศทั้งหมด 12 เครื่อง แบ่งเป็นตำแหน่งการวางเครื่องทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ลักษณะการเดินท่ออากาศอัดเดินเชื่อมถึงกันหมดทั้ง 4 ตำแหน่ง แต่บอวลวาล์วไว้ในยามฉุกเฉินสามารถเปิดบอวลวาล์วให้ลมในแต่ละตำแหน่งเชื่อมถึงกันได้ ห้องเครื่องอัดอากาศแบ่งเป็น 4 ตำแหน่ง ได้แก่อาคาร 1 ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศ 5 เครื่อง อาคาร 2 ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศจำนวน 3 เครื่อง อาคาร 4 ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศจำนวน 1 เครื่อง และอาคาร 9 ประกอบด้วยเครื่องอัดอากาศจำนวน 4 เครื่อง

การดำเนินงานวิจัยจะทำการสำรวจและตรวจวัดสภาพการใช้อากาศอัดตามความเป็นจริงของโรงงาน ณ ปัจจุบัน หลังจากนั้นจะทำการเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบอัดอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยมีขั้นตอนการการดำเนินงานดังนี้

3.2.1 การตรวจสอบคุณสมบัติของเครื่องอัดอากาศ ณ.สภาพปัจจุบัน เพื่อหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องอัดอากาศ ในการตรวจหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะของเครื่องอัดอากาศทำได้โดยการหาอัตราส่วนระหว่างค่ากำลังไฟฟ้ากับค่าอัตราการไหลของเครื่องอัดอากาศ

3.2.2 การตรวจสอบอุณหภูมิห้องบริเวณห้องเครื่องอัดอากาศ ทำการวัดค่าอุณหภูมิบริเวณรอบเครื่องอัดอากาศทุกเครื่องโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ และวัดอุณหภูมิในอกห้องเครื่องอัดอากาศในที่ร่มเพื่อทำการเปรียบเทียบอุณหภูมิ

3.2.3 ตรวจสอบการใช้ความดันของเครื่องจักรแต่ละประเภท ทำการสำรวจความดันที่ใช้งานในปัจจุบันของเครื่องจักรภายในโรงงานทั้งหมดที่ใช้อากาศอัดในการเดินเครื่อง เทียบกับค่าความดันที่เครื่องจักรใช้งานจริงตามคุณสมบัติของเครื่องจักร

3.2.4 การตรวจสอบความดันตกคร่อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศอัด ความเหมาะสมสำหรับใช้อากาศอัดของ โรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลือง คือมาตรฐาน ISO 8573-1 CLASS 3.3.5 สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศอัดให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 8573-1 ได้แก่ แอร์ไดเออร์, ชุดฟิวเตอร์กรองอนุภาคที่เป็นของแข็ง และชุดฟิวเตอร์กรองไอน้ำมันเครื่อง ในการตรวจสอบจะทำการตรวจสอบความดันตกคร่อมที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศอัดเทียบกับมาตรฐานที่ยอมให้เกิดความดันตกคร่อมได้ในแต่ละอุปกรณ์

3.2.5 การตรวจสอบความเหมาะสมของถังเก็บอากาศอัด ทำการตรวจสอบปริมาตรของถังเก็บอากาศเก่าถูกต้องตามมาตรฐานหรือไม่

3.2.6 การตรวจสอบระบบท่อส่งอากาศอัดทั้งระบบของโรงงาน ทำการสำรวจลักษณะการเดินท่ออัดอากาศและขนาดของท่ออัดอากาศภายในโรงงานทั้งหมด

3.2.7 นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระบบอัดอากาศทั้งระบบ นำเสนองบประมาณการปรับปรุงและคำนวณหาจุดคืนทุน

#### 4.ผลการวิจัยและอภิปราย

##### 4.1 ผลการวัดค่าอัตราการไหล, กำลังไฟฟ้า เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะของเครื่องอัดอากาศ

ตารางแสดงค่าคุณสมบัติต่างๆของเครื่องอัดอากาศแต่ละเครื่อง

หมายเลข เครื่อง	ค่าอัตราการ ไหลช่วงโหลด ของเครื่อง (liter/s)	กำลังไฟฟ้าช่วง โหลด(kW)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้าจำเพาะ (liter/s/kW)	ค่าอัตราการ ไหลเฉลี่ย (liters/s)	กำลังไฟฟ้า เฉลี่ย(kW)
No.1	77.92	38.00	2.05	57.66	33.98
No.2	128.75	53.73	2.39	115.35	51.01
No.3	75.91	39.50	1.92	72.88	38.45
No.4	98.69	48.07	2.05	76.15	44.18
No.5	80.04	35.58	2.25	76.84	34.75
No.6	78.95	42.30	1.86	56.84	39.74
No.7	75.91	38.54	1.96	50.61	33.26
No.8	174.21	62.36	2.79	168.63	61.31
No.9	75.91	39.08	2.26	42.63	31.47
No.10	92.53	39.10	2.36	50.27	29.62
No.11	70.49	33.59	2.09	45.58	28.31
No.12	93.99	40.83	2.30	60.32	36.39
รวม	1,123.3	501.68		873.76	462.47

มาตรฐานการเลือกใช้เครื่องอัดอากาศจะมีค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะ = 2.35 – 2.85 l/s/kW จากผลการทดสอบพบว่า เครื่องอัดอากาศที่มีค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะอยู่ในค่ามาตรฐานได้แก่ เครื่องอัดอากาศ No.2, No.8 และ No.10

4.2 การตรวจสอบอุณหภูมิห้องบริเวณรอบเครื่องอัดอากาศ ผลการตรวจสอบพบว่าอุณหภูมิภายในห้องเครื่องบริเวณรอบตัวเครื่องมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้องในที่ร่มประมาณ 5°C แต่ด้านบนของตัวเครื่องมีอุณหภูมิสูงกว่ามากอยู่ที่ประมาณ 20°C

4.3 การตรวจสอบการใช้ความดันอากาศอัด การตรวจสอบการใช้ความดันของทางโรงงาน พบว่าใช้ความดันของอากาศอัด = 5 bar แต่ทางโรงงานมีการตั้งค่าความดันอยู่ที่ 7 bar มีเพียงแผนกทดสอบการรั่วของวาล์วเท่านั้นที่ใช้ความดัน 8 bar และทางโรงงานมีการตั้งค่าความดันที่ 9 bar

4.4 การตรวจสอบความดันตกคร่อมของอุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพอากาศอัด พบว่าอาคาร 1 มีความดันตกคร่อมประมาณ 0.1 bar แต่มาตรฐานคุณภาพอากาศอัดเป็นไปตามมาตรฐาน อาคาร 2 ไม่พบความดันตกคร่อมและมาตรฐานคุณภาพอากาศอัดเป็นไปตามมาตรฐาน อาคาร 4 ไม่พบความดันตกคร่อมแต่คุณภาพอากาศอัดไม่เป็นไปตามมาตรฐานขาดชุดไส้กรองไอน้ำมันเครื่อง สำหรับอาคาร 9 พบความดันตกคร่อม 0.5 bar และคุณภาพอากาศอัดไม่ได้มาตรฐาน ซึ่งชุดกำจัดความชื้นออกจากอากาศอัดไม่สามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพได้

4.5 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของถังเก็บอากาศอัด การใช้งานอากาศอัดของทางโรงงานเป็นการใช้งานไม่สม่ำเสมอ แต่เครื่องผลิตอากาศอัดสามารถผลิตอากาศอัดได้มากกว่าความต้องการตลอดเวลา จึงถือได้ว่าเป็นการใช้งานอากาศอัดแบบสม่ำเสมอ จากการสำรวจพบว่า อาคาร 1 มีถังเก็บอากาศอัดขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 1 ใบ ขนาด 1,500 ลิตร จำนวน 1 ใบ อาคาร 2 มีถังเก็บอากาศอัดขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 3 ใบ อาคาร 4 มีถังเก็บขนาด 1,000 ลิตร จำนวน 1 ใบ ขนาด 2,500 ลิตร จำนวน 1 ใบ และอาคาร 9 มีขนาดถังเก็บอากาศอัดขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 1 ใบ ฉะนั้นรวมถังเก็บอากาศอัดทั้งระบบมีขนาด 13,000 ลิตร จากการคำนวณพบว่าถังเก็บอากาศอัดที่เหมาะสมคือ 12,784 ลิตร ฉะนั้นถังเก็บอากาศอัดที่มีอยู่มีความเหมาะสมแล้ว

4.6 การตรวจสอบระบบท่อส่งอากาศอัด ท่อส่งอากาศอัดมีการเดินเชื่อมต่อกันทั้งหมดตั้งแต่อาคาร 1 ถึง 9 แต่จะมีบอลลวาล์วกันส่วนของระบบท่อออกเป็น 4 ส่วน แต่ในสภาวะฉุกเฉินสามารถเปิดลมแต่ละอาคารให้เชื่อมต่อกันได้ โดยการแบ่งช่วงของท่ออากาศอัดมีดังนี้

4.6.1 ท่อส่งอากาศอัดภายในอาคาร 1 รับอากาศอัดมาจากห้องเครื่องอัดอากาศที่อาคาร 1 จากการสำรวจความดัน ณ จุดใช้งานที่ระยะไกลสุดเทียบกับความดันภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีค่าต่างกันประมาณ 0.8 bar ขนาดท่อเมนมีขนาด  $\varnothing$  2 inch

4.6.2 ท่อส่งอากาศอัดภายในอาคาร 2 และ 3 ต่อเชื่อมถึงกัน รับอากาศอัดมาจากห้องเครื่องอัดอากาศที่อาคาร 2 จากการสำรวจความดัน ณ จุดใช้งานที่ระยะไกลสุดเทียบกับความดันภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีค่าต่างกันประมาณ 0.1 bar ขนาดท่อเมนมีขนาด  $\varnothing$  2 inch

4.6.3 ท่อส่งอากาศอัดภายในอาคาร 4, 5 และ 6 ต่อเชื่อมถึงกัน รับอากาศอัดมาจากห้องเครื่องอัดอากาศที่อาคาร 4 จากการสำรวจความดัน ณ จุดใช้งานที่ระยะไกลสุดเทียบกับความดันภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีค่าต่างกันประมาณ 0.2 bar ขนาดท่อเมนมีขนาด  $\varnothing$  2 inch

4.6.4 ท่อส่งอากาศอัดภายในอาคาร 7, 8 และ 9 ต่อเชื่อมถึงกัน รับอากาศอัดมาจากห้องเครื่องอัดอากาศที่อาคาร 9 จากการสำรวจความดัน ณ จุดใช้งานที่ระยะไกลสุดเทียบกับความดันภายในห้องเครื่องอัดอากาศมีค่าต่างกันประมาณ 0.3 bar ขนาดท่อเมนมีขนาด  $\varnothing$  2 inch

#### 4.7 แนวทางการปรับปรุงระบบอัดอากาศทั้งระบบ

4.7.1 เปลี่ยนเครื่องอัดอากาศ เป็นการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะไม่ได้ออก และทำการเปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีค่าพลังงานไฟฟ้าจำเพาะสูงกว่าเข้ามาทดแทน โดยแบ่งเป็นเครื่องอัดอากาศแบบสกรู ยี่ห้อ COAIRE รุ่น AS101 แบบความเร็วรอบคงที่จำนวน 4 เครื่อง และทำการติดตั้งเครื่องอัดอากาศแบบสกรู ยี่ห้อ COAIRE รุ่น AS101V แบบอินเวอร์เตอร์จำนวน 1 เครื่อง สำหรับเครื่องอัดอากาศเก่าที่ผ่านมาตรฐานทั้ง 3 เครื่องนำมาติดตั้งเป็นเครื่องสำรองงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 3,680,000 บาท สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า 80,316 บาท/เดือน

4.7.2 การติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบศูนย์กลางเดียวกัน ติดตั้งชุด PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศให้มีการเดินเครื่องเหมาะสมกับความต้องการอากาศอัดที่ ใช้จริงของทางโรงงาน การติดตั้งชุด PLC จะทำการติดตั้งที่อาคาร 9 และเดินสายเชื่อมเครื่องอัด อากาศทุกเครื่องเข้าสู่ศูนย์กลางเดียวกัน งบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 360,000 บาท สามารถ ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า 49,955 บาท/เดือน

4.7.3 การปรับปรุงอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัด ติดตั้งปล่องระบายความร้อนจากตัวเครื่อง อัดอากาศไปทิ้งด้านนอกห้อง และที่ผนังห้องเครื่อง ทำการติดตั้งพัดลมดูดอากาศออกจากห้อง เครื่อง งบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 150,000 บาท สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้น้อย มากจนไม่นำมาคิดแต่ผลที่ได้คือการทำให้เครื่องอัดอากาศมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

4.7.4 การปรับปรุงระบบท่อส่งอากาศอัดภายใน ทำการเดินท่อเมนใหม่จากอาคาร 1 ถึงอาคาร 9 โดยเดินขนานไปกับท่อเมน 2 นิ้วเดิม แล้วทำการต่อเชื่อมท่อเมน 2 นิ้ว และ 4 นิ้ว เข้าด้วยกันเป็น ช่วงงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 1,000,000 บาท จะช่วยทำให้ลดการเกิดความดันตกคร่อม และจะส่งผลให้สามารถลดความดันที่เครื่องอัดอากาศให้มีค่าลดลงได้

4.7.5 การปรับลดความดันของเครื่องอัดอากาศลง เมื่อทำการปรับปรุงท่อส่งอากาศอัดเพื่อลดความ ดันตกคร่อม จึงสามารถที่จะปรับลดความดันที่ตัวเครื่องอัดอากาศลงได้อีกประมาณ 0.5 bar งบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 0 บาท สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า 5,887 บาท/เดือน

4.7.6 การปรับปรุงคุณภาพอากาศอัดและลดความดันตกคร่อมของอุปกรณ์ จากการสำรวจจะพบว่า มีเพียงอาคาร 9 ที่คุณภาพของอากาศอัดไม่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและยังพบความดันตกคร่อม มากถึง 0.5 bar แนวทางการปรับปรุง อาคาร 1 ทำการติดตั้งเครื่องอัดอากาศตัวใหม่จำนวน 3 เครื่อง เป็นขนาด 75 kW โดยแบ่งเป็นแบบความเร็วรอบคงที่จำนวน 2 เครื่องและแบบมี อินเวอร์เตอร์จำนวน 1 เครื่อง และทำการติดตั้งเครื่อง IR เป็นเครื่องสำรอง สำหรับ Air dryer ย้าย มาจากอาคาร 2 และอาคาร 4 สำหรับ Air dryer ตัวเก่าของอาคาร 1 ย้ายไปอาคาร 9 ทั้งหมด สำหรับชุด Pre filter และ Coalescent filter ย้ายมาจากอาคาร 2 และอาคาร 4 ตามมาด้วยกันเป็นชุด

แต่ต้องมีการซื้อ Coalescent filter เพิ่ม 1 ตัว เพราะของเดิมที่ย้ายมาจากอาคาร 4 ไม่มีชุด Coalescent filter สำหรับอาคาร 9 ทำการติดตั้งเครื่องอัดอากาศตัวใหม่จำนวน 2 เครื่อง เป็นขนาด 75 kW เป็นแบบความเร็วรอบคงที่ทั้ง 2 เครื่อง สำหรับ Air dryer ย้ายมาจากอาคาร 1 และเป็นของเดิมที่อยู่ในอาคาร 9 อยู่แล้ว ชุด Pre filter และ Coalescent filter ต้องทำการซื้อใหม่อย่างละ 1 ตัว เพื่อความสะดวกในการติดตั้งเพราะพื้นที่ห้องค่อนข้างแคบงบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุง = 120,000 บาท ไม่ช่วยในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ช่วยทำให้คุณภาพของอากาศอัดดีขึ้น ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ISO8573-1 CLASS 3.3.5 หลังจากทำการปรับปรุงตามมาตรการทั้ง 6 ข้อ จะต้องใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 5,310,000 บาท โดยสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 505,146 บาท/เดือน ฉะนั้นจุดคืนทุน =  $5,310,000 / 505,146 = 10.51$  เดือน

## 5. สรุปและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุป

จากการตรวจสอบการใช้อากาศอัดของโรงงานผลิตก๊อกร้ำทองเหลืองพบว่ามีความต้องการใช้อากาศอัดเฉลี่ย = 873.76 l/s กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ในการผลิตอากาศอัด = 398.97 kW และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะเฉลี่ย = 2.19 l/s/kW มาตรการที่นำเสนอเพื่อปรับปรุงระบบอัดอากาศเพื่อการประหยัดพลังงานมีทั้งหมด 6 มาตรการ ได้แก่ 1.เปลี่ยนเครื่องอัดอากาศที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะต่ำออกแล้วแทนที่ด้วยเครื่องอัดอากาศใหม่ที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจำเพาะสูงกว่า 2.ติดตั้งชุดควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบศูนย์กลางเดียวกัน 3.ปรับปรุงอุณหภูมิของอากาศก่อนเข้าเครื่องอัดอากาศ 4.ปรับปรุงระบบท่อส่งอากาศอัดภายในโรงงาน 5.ปรับลดความดันของเครื่องอัดอากาศลง 6.ปรับปรุงคุณภาพอากาศอัดและลดความดันตกคร่อมของอุปกรณ์งบประมาณที่ใช้ในการปรับปรุงระบบอัดอากาศทั้ง 6 มาตรการรวมเป็นมูลค่า 5,310,000 บาท สามารถลดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ 505,146 บาท/เดือน คิดเป็นจุดคืนทุน 10.51 เดือน

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า ควรมีการใช้เครื่องมือวัดค่ากำลังไฟฟ้าเท่ากับจำนวนเครื่องอัดอากาศเพราะจะได้ค่ากำลังไฟฟ้าที่แสดงพฤติกรรมของเครื่องอัดอากาศที่ตรงตามความเป็นจริง

มากที่สุด ถ้าเครื่องมือวัดไม่พอสำหรับเครื่องอัดอากาศทุกเครื่องและทางโรงงานมีการใช้อากาศอัดไม่สม่ำเสมออาจเป็นผลให้ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ไม่ตรงตามความเป็นจริง

5.2.2 ในการทดสอบไม่สามารถคำนวณอัตราการรั่วไหลของอากาศอัดตามอาคารต่างๆได้ เนื่องจากทางโรงงานเดินงานตลอด 24 ชั่วโมง แต่จากการที่เดินสำรวจพบว่ามีจุดรั่วไหลของอากาศอัดมาก ทางโรงงานจึงควรดำเนินการแก้ไขเพื่อการประหยัดพลังงาน

## 6. การนำผลประโยชน์ไปใช้งาน

สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอัดอากาศภายใน โรงงานผลิตก๊อคน้ำทองเหลือง และสามารถใช้เป็นโรงงานต้นแบบสำหรับออกแบบระบบอัดอากาศทั้งระบบให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

### เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม และ The Energy Conservation Center แห่งประเทศญี่ปุ่น (ECCJ), 2552, คู่มือการจัดการพลังงานไฟฟ้าในโรงงาน[ออนไลน์], Available: <http://www.teenet.tei.or.th> [20 มีนาคม 2556]
2. International Standard, 2001, ISO8573-1[Online], Available: <http://www.iso.ch> [4 เมษายน 2556]
3. U.S. Department of Energy, 1998, Pressure Drop and Controlling System Pressure[Online], Available: <http://www.compressedairchallenge.org/library/factsheets/factsheet04.pdf> [9 มีนาคม 2556]
4. U.S. Department of Energy, 2004, Effect of Intake on Compressor Performance[Online], Available:

[http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech\\_assistance/pdfs/compressed\\_air14.pdf](http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/compressed_air14.pdf) [18  
กุมภาพันธ์ 2556]