

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาที่ผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานนี้ ผู้วิจัยได้เข้าไปทำการศึกษาเทคนิคการอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีการบำรุงรักษาที่ผล (TPM) ตามแนวทางของงานวิจัยจะศึกษาถึงแนวทางการดำเนินกิจกรรมการวิเคราะห์และนำมาตราการต่างๆมาใช้ดำเนินการดังนี้

4.1 ศึกษาขั้นตอนการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน

ผู้วิจัยได้ศึกษาการทำงานและปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงงาน ทำให้ทราบว่าโรงงานที่ทำการวิจัยประสบปัญหาเรื่องการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็นเกิดความเสี่ยงในองค์กรและเกิดความสิ้นเปลืองพลังงานอันเป็นผลทำให้ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น

4.2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิคการบำรุงรักษาเชิงที่ผลกับอุปกรณ์ทำความเย็นขนาดใหญ่เพื่อการประหยัดพลังงานในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารตำรา ผลงานวิจัย และงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วในบทที่ 2

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องทำน้ำเย็นทั้งก่อน และหลังดำเนินการ เป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมขึ้น โดยตรงจากแหล่งข้อมูล โดยใช้วิธีการศึกษาและตรวจสอบบันทึกรายงานการปฏิบัติงานรายวัน (Daily Operation Log Sheet) ข้อมูลการจดบันทึกการจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า จากกลุ่มประชากรตัวอย่างของโรงงาน

4.4 วิเคราะห์ปัญหาและหามาตรการแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินความจำเป็น

4.4.1 มาตรการปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกา มีการใช้งานระบบทำน้ำเย็นเพื่อใช้ในการปรับอากาศในกระบวนการผลิตโดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 250 ตัน จำนวน 6 ชุด และหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ขนาด 750 ตัน จำนวน 4 ชุด โดยทำการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นจำนวน 4 ชุด หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) จำนวน 3 ชุด/วัน ใช้งานวันละ 2 กะ ประมาณ 9 ชั่วโมงต่อกะ 250 วันต่อปี

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

จากการที่ทีมงาน TPM เข้าดำเนินการสำรวจและตรวจวัดพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าค่อนข้างต่ำ อีกทั้งการระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ ค่อนข้างต่ำ เมื่อสอบถามกับทางทีมงานพบว่ายังไม่ได้มีการล้างคอนเดนเซอร์ มาเป็นเวลานานแล้ว ทางทีมงานจึงกำหนดมาตรการดำเนินการ โดยใช้เทคนิคการปรับปรุงเฉพาะเรื่อง เพื่อลดการสูญเสียในตัวอุปกรณ์ โดยจะใช้วิธีการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนและหลังทำ

- **แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ**

โรงงานได้ดำเนินการล้างชุดคอนเดนเซอร์ระบายความร้อนของเครื่องทำน้ำเย็น พบว่ามีตะกรันโคลนค่อนข้างมาก ดังนั้นทางทีม TPM จึงแนะนำว่าโรงงานควรทำแผนในการล้างคอนเดนเซอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนครั้งต่อไปโดยการเพิ่มแบบตรวจสอบเครื่องจักร (Check Sheet) ที่มีอยู่แล้วให้ตรวจสอบค่าความแตกต่างของอุณหภูมิของสารทำความเย็นและน้ำระบายความร้อน (Condenser Approach Temp) โดยถ้าค่าที่ตรวจสอบได้มีค่าเกิน 6-8 องศาฟาเรนไฮต์ ก็ให้ดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์พร้อมทั้งทำการปรับตั้งค่าพิคคของเครื่องทำน้ำเย็นเพิ่มจาก 43 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 45 องศาฟาเรนไฮต์

ตารางที่ 4.1 การใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงเครื่องทำน้ำเย็น 3 เครื่อง (CH-4, CH-5, CH-6)

| รายละเอียด | CH-4 | | CH- 5 | | CH- 6 | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | ก่อน | หลัง | ก่อน | หลัง | ก่อน | หลัง |
| ขนาดพิกัด (TR) | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Evap Entering Water (F) | 49.3 | 50.0 | 49.3 | 50 | 49.4 | 50 |
| Evap Leaving Water (F) | 43.6 | 44.6 | 43.7 | 44.8 | 44 | 44.8 |
| Evap Water Flow (GPM) | 680 | 680 | 630 | 630 | 720 | 720 |
| Cond Entering Water (F) | 84.5 | 84.6 | 84.6 | 84.7 | 84.7 | 84.8 |
| Cond Leaving Water (F) | 91.5 | 91.1 | 90.9 | 90.5 | 91.5 | 91.3 |
| Cond Water Flow (GPM) | 680 | 680 | 758 | 758 | 650 | 650 |
| Cooling (TR) | 161.5 | 153.0 | 147.0 | 136.5 | 162.0 | 156.0 |
| Electric (kW) | 163.0 | 117.0 | 148.5 | 121.0 | 167.0 | 115.0 |
| KW/TR | 1.01 | 0.76 | 1.01 | 0.89 | 1.03 | 0.74 |

- สภาพหลังการปรับปรุง

จากตารางที่ 4.3 โรงงานดำเนินการล้างคอนเดนเซอร์ของเครื่องทำน้ำเย็นทั้ง 3 ชุด (CH-4, CH-5, CH-6) พร้อมทั้งทำการปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องทำน้ำเย็นจาก 43 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 45 องศาฟาเรนไฮต์จะเห็นความแตกต่างคือ ค่ากิโลวัตต์ต่อตัน จากก่อนดำเนินการมีค่าสูงถึงประมาณ 1 กิโลวัตต์ต่อตัน หลังจากการดำเนินการแล้วพบว่าค่ากิโลวัตต์ต่อตันลดลงมาอยู่ที่ประมาณ 0.8 กิโลวัตต์ต่อตัน นั้นหมายความว่าประหยัดการใช้พลังงานไปได้ประมาณ 0.2 กิโลวัตต์ต่อตัน



รูปที่ 4.1 รูปการทำความสะอาด Chiller

| | | |
|-----------------|------------|----------|
| เวลาดำเนินการ | มี.ค. 2560 | |
| เงินลงทุน | 72,000.00 | บาท |
| ผลประหยัดที่ได้ | 512,745.00 | บาท / ปี |
| ระยะเวลาคืนทุน | 0.14 | ปี |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมโรงงานควรดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ (Condenser) ของเครื่องทำน้ำเย็นทุกเครื่อง เพื่อให้การแลกเปลี่ยนความร้อนของเครื่องดีขึ้น และยิ่งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนได้มากก็จะทำให้พลังไฟฟ้าลดลงด้วย และปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องที่ 45 องศาฟาเรนไฮต์ตามการออกแบบเพราะถ้าตั้งอุณหภูมิต่ำกว่าจะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะต้องทำอุณหภูมิให้ได้ตามที่ตั้งไว้

- ข้อดี

1. ทำให้การใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นลดลง และทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมีการทำงานเป็นทีมมากขึ้น
2. ทำให้ต้นทุนการผลิตจะต่ำลง การทำงานลดลงไม่ทำงานซ้ำซ้อนลดงานสูญเปล่าลดของเสีย
3. ได้มีการพัฒนาการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และผู้ทำงานได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น รวบรวมทั้งความรู้ ความชำนาญระหว่างกันภายในบริษัท และเกิดการส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ใตสิ่งใหม่

- **ข้อเสีย**

1. ทีมงานที่เกี่ยวข้องทุกระดับต้องทำงานประจำของตนเองด้วย ต้องทำกิจกรรม TPM ด้วย ทำให้เกิดปัญหาความล่าช้าในการทำกิจกรรม TPM

2. ปัญหาในการปฏิบัติการแก้ไขในช่วงเริ่มต้นพนักงานยังรู้สึกไม่เข้าใจในการทำกิจกรรม TPM พนักงานส่วนใหญ่ยังมองว่ากิจกรรม TPM เป็นแผนกซ่อมบำรุง

3. เนื่องจากบริษัทปฏิบัติงานเป็นกะคือ กะเช้า (8.00-18.00) และกะดึก (22.00-8.00) ดังนั้นการควบคุมในกะดึก อาจจะไม่มีประสิทธิภาพเท่าในการปฏิบัติงานของกะเช้า

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับกลุ่มพนักงานที่ปฏิบัติงาน เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้พนักงานตอบรับกับการปรับปรุง และสร้างให้เกิดขวัญและกำลังใจในการทำงาน ซึ่งการสร้างแรงจูงใจสามารถทำได้หลายแบบ เช่น ให้โบนัสกับกลุ่มพนักงานเฉพาะที่เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานหรือลดต้นทุนการผลิตได้ตามเป้าหมาย โดยคิดตามสัดส่วนของค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ การให้เงินก้อนกับแผนกที่ได้งานตามเป้าหมาย เพื่อนำไปเลี้ยงสังสรรค์ หรือการนำไปคิดเป็นสัดส่วนเงินในการขึ้นเงินเดือนประจำปีหรืออื่น ๆ ตามวัฒนธรรม และตามเหมาะสมในแต่ละหน่วยงานซึ่งการให้รางวัลจูงใจที่เหมาะสมในแต่ละหน่วยงาน ซึ่งการให้รางวัลจูงใจที่เหมาะสมกับพนักงาน ที่ทำกิจกรรมการปรับปรุงนั้น จะทำให้บริษัทรับการตอบรับจากพนักงานที่ดี และส่งผลให้ประสิทธิภาพการดำเนินงานดีด้วยในทุก ๆ น

2. กลุ่มผู้ดำเนินงานปรับปรุง ควรจะเป็นกลุ่มบุคคลที่มีหน้าที่ และอำนาจควบคุมสั่งการให้กระบวนการที่ดำเนินการวิจัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและการยอมรับในส่วนของพนักงานที่ปฏิบัติงานในกระบวนการนั้น ๆ รวมทั้งเป็นการลดความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นกับกลุ่มผู้ดำเนินการปรับปรุง

3. ทีมงาน TPM ควรจะมีสมาชิกมากกว่าที่มีอยู่คือ ฝ่ายซ่อมบำรุง, ฝ่ายวิศวกรรม, ฝ่ายผลิต ควรจะมีฝ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องด้วยคือ ฝ่ายการเงินและบัญชี ฝ่ายไอที, ฝ่ายควบคุมคุณภาพ และฝ่ายฝึกอบรม เพื่อนการทำงานจะไครบวงจรที่เกี่ยวข้อง เช่น เรื่องของค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้นในการปฏิบัติกิจกรรม เรื่องของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือเทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วยในการทำงาน เรื่องการใช้ความรู้ในการทำงานต่าง ๆ

4. กิจกรรม TPM จะหยุดชะงัก ถ้าผู้บริหารไม่ผลักดันกิจกรรมอย่างจริงจัง และไม่ลงมือในการทำงานด้วย ฉะนั้นผู้บริหารจะต้องให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ บทบาทในการประสานงาน ติดต่อสื่อสาร และทำรายงานความคืบหน้าของกิจกรรมไปเคเซ็นเสนอต่อผู้บริหารระดับสูง

4.4.2 มาตรการลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนนาฬิกาแห่งหนึ่งมีการใช้งานระบบทำน้ำเย็น เพื่อใช้ในการปรับอากาศในกระบวนการผลิตโดยติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ ขนาด 250 ตัน จำนวน 6 ชุด และหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ขนาด 750 ตัน จำนวน 4 ชุด โดยทำการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็น จำนวน 4 ชุด Cooling Tower จำนวน 3 ชุด/วัน ใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง 300 วัน ต่อปี

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

จากการเข้าดำเนินการสำรวจและตรวจวัดของทีม TPM พบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าค่อนข้างต่ำ อีกทั้งการระบายความร้อนของคอนเดนเซอร์ ค่อนข้างต่ำ และหลังจากได้มีการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์และปรับลดอัตราการไหลแล้ว ทำให้อัตราการทำความเย็นดีขึ้น ดังนั้นโรงงานน่าจะลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ 1 ชุด

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 4 เครื่อง

| รายละเอียด | CH-1 | CH-2 | CH-3 | CH-4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| ขนาดพิกัด (TR) | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Evap Entering Water (F) | 51.9 | 50.8 | 51.9 | 51.9 |
| Evap Leaving Water (F) | 45.4 | 46.4 | 44.7 | 44.7 |
| Evap Water Flow (GPM) | 613.7 | 665.0 | 683.0 | 650.1 |
| Cond Entering Water (F) | 84.8 | 84.6 | 84.6 | 84.4 |
| Cond Leaving Water (F) | 92.0 | 92.3 | 91.1 | 91.4 |
| Cond Water Flow (GPM) | 700.0 | 724.5 | 686.8 | 780.0 |
| Cooling (TR) | 166.2 | 121.9 | 205.1 | 195.0 |
| Electric (kW) | 143.1 | 145.7 | 139.0 | 124.5 |
| KW/TR | 0.86 | 1.20 | 0.68 | 0.64 |

จากตารางที่ 4.4 เป็นผลการตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chillers) ขณะทำงานจำนวน 4 เครื่องพร้อมกัน ซึ่งเป็นการใช้งานปกติของโรงงานจะเห็นว่าค่าของภาระความเย็น (Cooling Ton) รวมอยู่ที่ 688.2 ตัน และมีค่าการใช้พลังงานเฉลี่ยอยู่ที่ 0.85 กิโลวัตต์ต่อตัน

- แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

หลังจากทีมงานได้ดำเนินการทำความสะอาดคอนเดนเซอร์แล้ว ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำความเย็นสูงขึ้นจึงได้ทำการลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด และปรับตั้ง Set Point ของเครื่องให้สูงขึ้นจาก 45 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 47 องศาฟาเรนไฮต์ เครื่องทำน้ำเย็นยังทำงานเป็นปกติ และไม่มีผลกระทบต่อส่วนของการผลิต

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดพลังงานขณะทำงาน 3 เครื่อง

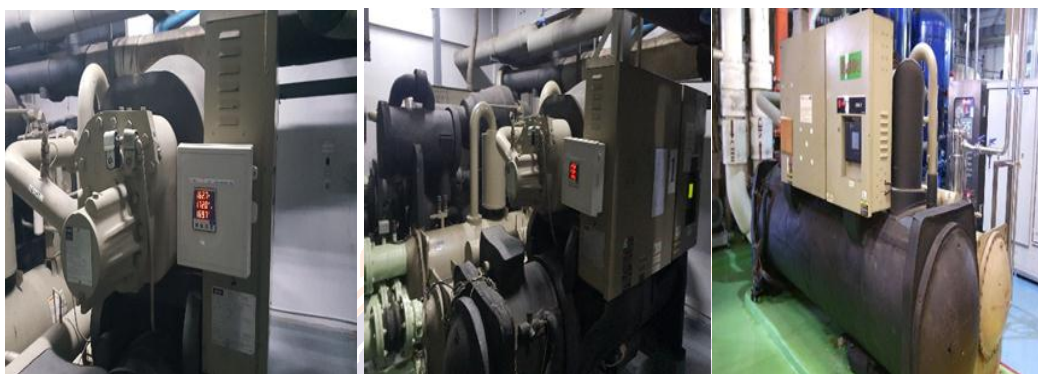
| รายละเอียด | CH-2 | CH-4 | CH-5 |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| ขนาดพิกัด (TR) | 250 | 250 | 250 |
| Evap Entering Water (F) | 53.6 | 53.9 | 53.5 |
| Evap Leaving Water (F) | 47.8 | 47.0 | 47.0 |
| Evap Water Flow (GPM) | 665.0 | 683.0 | 628.8 |
| Cond Entering Water (F) | 84.9 | 84.9 | 84.6 |
| Cond Leaving Water (F) | 90.0 | 91.8 | 90.5 |
| Cond Water Flow (GPM) | 724.5 | 680.0 | 758.0 |
| Cooling (TR) | 160.7 | 196.9 | 170.3 |
| Electric (kW) | 196.2 | 125.9 | 136.1 |
| KW/TR | 1.22 | 0.64 | 0.80 |

จากตารางที่ 4.5 เป็นผลการตรวจวัดการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นขณะใช้งานพร้อมกัน 3 เครื่อง จะเห็นได้ว่าค่าภาระความเย็นลดลงมาอยู่ที่ 527.9 ตัน และค่าการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น

ไปอยู่ที่ 0.89 กิโลวัตต์ต่อตัน ซึ่งจากภาวะโหลดความเย็นที่เป็นอยู่ก็ยังคงเพียงพอต่อการใช้งานใน ขบวนการผลิตของโรงงาน

- **สภาพหลังการปรับปรุง**

ทีมงานดำเนินการปรับตั้งอุณหภูมิ (Set Point) ของเครื่องทำน้ำเย็น จาก 45 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 47 องศาฟาเรนไฮต์และทำการปิดเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด เหลือเดินใช้งานจำนวน 3 ชุด สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 207,252.00Kwh/ปี



รูปที่ 4.2 Chiller No : 2, 4, 5

ระยะเวลาดำเนินการ ทุก ๆ วัน

เงินลงทุน - บาท

ผลประโยชน์ที่ได้ 681,859.08 บาท/ปี

ระยะเวลาคืนทุน ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ทีมงานควรนำเครื่องทำน้ำเย็นชุดที่มีประสิทธิภาพสูงมาเดินเป็นหลัก ก็จะสามรถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้อีก

- **ข้อดี**

1. ทำให้การใช้พลังงานลดลง เครื่องจักรไม่ทำงานหนักมาก
2. ทำให้ต้นทุนการผลิตต่ำลงเนื่องจากขบวนการผลิตต่อชั่วโมง ต่อหน่วยพลังงานลดลง
3. การทำงานลดลงไม่ทำงานซ้ำซ้อน เสียเวลา ลดงานสูญเปล่า
4. ทำให้เปอร์เซ็นต์ Down time ของเครื่องจักรลดลงเพราะมีเครื่องสำรอง
5. เป็นการสร้างคุณภาพของบุคลากร ซึ่งเป็นเป้าหมายรวม คือให้ขายสินค้าได้ และองค์กรอยู่รอด มีผลกำไรซึ่งท้ายสุดจะเป็นความพึงพอใจทั้งผู้ผลิต และผู้ซื้อสินค้า

6. เพิ่มประสิทธิภาพของงาน ช่วยประหยัดแรงงานเวลาค่าใช้จ่าย และวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งช่วยให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน

7. พนักงานทุกระดับในบริษัท สามารถดำเนินกิจกรรม TPM ได้ ซึ่งมีต้นทุนต่ำ หรือบางครั้งอาศัยความชาญฉลาดไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย หรือลงทุนอะไร เพียงแต่ปรับปรุงวิธีการทำงาน สามารถลดต้นทุนลงได้อย่างมหาศาล เรียกปัญหาแบบเส้นผมบังภูเขา

- **ข้อเสีย**

1. การทำ TPM นั้นต้องอาศัยเวลาและการฝึกอบรมแก่พนักงานมาก และต้องการความร่วมมือกับทุกฝ่าย

2. เป็นเรื่องของเวลาในการทำงาน โดยต้องแบ่งเวลาออกจากหน้าที่ประจำเป็นเวลา 1-2 ชั่วโมงทุกวัน ซึ่งในขณะนั้นงานในหน้าที่ประจำอาจจะมีปัญหาที่หน้างาน เช่น เครื่องจักรเสีย, ไฟไหม้, ชิ้นส่วนขาดหายไป ทำให้พนักงานต้องรีบกลับมาทำการแก้ไขโดยเฉพาะระดับหัวหน้า ทำให้งานของ TPM หยุดชะงักไปไม่ต่อเนื่อง

3. การลดเวลาหรือจำนวนเครื่องทำน้ำเย็น ทำให้เครื่องจักรทำงานได้เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ถ้าหากขาดการดูแลที่ดีก็จะเป็นการที่เครื่องจักรทำงานหนักในบางเครื่อง

4. ข้อมูลที่ได้รับจากการเก็บข้อมูลของการทำกิจกรรม เป็นช่วงเวลากลางวัน ยังไม่มีผลการเก็บข้อมูลในช่วงเวลาการปฏิบัติงานกลางคืนที่ต้องปฏิบัติให้เหมือนกัน

5. ระยะเวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างสั้นเพียง 1-2 สัปดาห์ ต้องให้มีผลงานแต่การเตรียมการและวางแผนการศึกษา การรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูลทำให้บางครั้งต้องดำเนินการด้วยความเร่งรีบ หรือบางครั้งทางสายการผลิตเป็นช่วงเร่งกำลังในการผลิตไม่สามารถส่งคนมาประชุม หรือให้ยืมเครื่องจักรทดลองได้ ซึ่งอาจจะทำให้ผลการศึกษาไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1. ในการปรับปรุงการลดเวลาในการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์ของเครื่องจักร ควรให้พนักงานที่ทำหน้าที่ ที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อการปรับปรุงงานมีส่วนร่วมในการปรับปรุงงานด้วย เพื่อให้เกิดผลมากที่สุดเนื่องจากพนักงานที่ปรับตั้งเครื่องจะรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ดีที่สุด และควรมีหัวหน้า หรือผู้นำที่มีจิตใจในการปรับปรุงงานอย่างต่อเนื่อง

2. ในธุรกิจทั่วไปมีการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงาน เทคนิคการทำงาน เครื่องไม้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำงาน ทำให้การปฏิบัติงานได้รวดเร็วขึ้น มีผลผลิตสูงขึ้น ซึ่งทางธุรกิจมักจะเลือกทางด้านนี้ แต่ว่าลืมเรื่องการปรับเปลี่ยนทัศนคติ และทักษะของบุคลากรที่เป็นประโยชน์ต่อการสร้างร่วมมือ และต้องประสานงานกันทำกิจกรรม

3. ทางบริษัทควรจะมีการจัดการอบรมในหัวข้อความสำคัญของการเพิ่มผลผลิตในองค์กร แนวคิด และหลักการของระบบการผลิตแบบ TPM

4. พนักงานที่ส่งมาจากหน่วยงานต่าง ๆ ของบริษัทนั้นควรจะเป็นคนที่มีความรู้ และทักษะในเชิงวิศวกรรม หรือทางช่างเทคนิคด้วย เพื่อความรวดเร็วในการทำกิจกรรม

4.4.3 มาตรการลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรีวาล้วด้านส่งของบีม

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงานประกอบชิ้นส่วนจากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็น พบว่ามีอัตราการไหลเกินพิกัด โดยพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นต้องการที่ภาระเต็มพิกัด 600 GPM ซึ่งจากการหรีวาล้วให้น้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นใกล้เคียงกับพิกัด ส่งผลให้พลังไฟฟ้าที่บีมใช้ลดต่ำลง

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

ขณะที่บีมส่งน้ำที่อัตราการไหลสูงจะใช้พลังไฟฟ้ามากกว่าขณะที่ส่งน้ำด้วยอัตราการไหลต่ำ ดังนั้นการลดอัตราการไหลของบีมส่งผลให้ลดการใช้พลังไฟฟ้าได้

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดพลังงานเปรียบเทียบของปั้มน้ำเย็น

| ปั้มน้ำเย็น | ก่อนปรับลดอัตราการไหล | | หลังปรับลดอัตราการไหล | |
|-------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | พลังไฟฟ้า (kW) | อัตราการไหล (GPM) | พลังไฟฟ้า (kW) | อัตราการไหล (GPM) |
| PCWP - 1 | 19.0 | 761 | 17.6 | 613.0 |
| PCWP - 2 | 17.7 | 760.3 | 16.7 | 665.5 |
| PCWP - 4 | 18.5 | 786.0 | 17.4 | 683.6 |
| PCWP - 6 | 18.9 | 726.9 | 16.9 | 650.1 |

- แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

การลดอัตราการไหลของปั้มน้ำ โดยวิธีการหรี่วาล์วจะส่งผลให้พลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับปั้มน้ำลดลงแต่จะลดลงน้อยกว่าการลดรอบของปั้มน้ำ

- สภาพหลังการปรับปรุง

ปรับวาล์วด้านส่งของปั้มน้ำเย็นทุกชุดลงโดยวัดอัตราการไหลของน้ำที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นให้ได้ใกล้เคียงกับพิกัดมากที่สุด ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานได้ 12,375.00 kWh/ปี



รูปที่ 4.3 การวัดพลังงานของปั้มน้ำเย็น

| | | |
|------------------|-----------|-----|
| ระยะเวลาคืนทุน | ทุกวัน | |
| เงินลงทุน | ไม่มี | บาท |
| ผลประโยชน์ที่ได้ | 40,713.75 | บาท |
| ระยะเวลาคืนทุน | - | ปี |

4.4.4 มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพChiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด

- **ความเป็นมาและลักษณะการใช้งาน**

โรงงาน ประกอบขึ้นส่วนหนึ่งจากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำเย็นที่เข้าเครื่องทำน้ำเย็นมีค่าเกินพิกัดส่งผลให้ประสิทธิภาพการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างสารทำความเย็นและน้ำลดต่ำลง และทำให้ค่า kw/TR ของ Chiller มีค่าสูงขึ้น

- **ปัญหาของอุปกรณ์ / ระบบก่อนปรับปรุง**

มาตรการ เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงพลังงานเปรียบเทียบของเครื่องทำน้ำเย็น

| รายละเอียด | CH - 1 | | CH - 2 | | CH - 4 | | CH - 6 | |
|-------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | ก่อน | หลัง | ก่อน | หลัง | ก่อน | หลัง | ก่อน | หลัง |
| ขนาดพิกัด (TR) | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| Evap Entering Water (F) | 50.2 | 51.9 | 50.5 | 50.8 | 51.6 | 51.6 | 51.9 | 51.1 |
| Evap Leaving Water (F) | 45.0 | 45.4 | 46.7 | 46.4 | 45.2 | 44.7 | 44.7 | 44.7 |
| Evap Water Flow (GPM) | 761.0 | 613.7 | 760.3 | 665.0 | 786.0 | 683.0 | 726.9 | 650.1 |
| Cond Entering Water (F) | 84.9 | 84.8 | 84.5 | 84.6 | 84.7 | 84.6 | 84.6 | 84.4 |
| Cond Leaving Water (F) | 92.7 | 92.0 | 92.4 | 92.3 | 92.4 | 91.1 | 91.4 | 91.4 |
| Cond Water Flow (GPM) | 700.0 | 700.0 | 724.5 | 724.5 | 686.8 | 686.8 | 780 | 750 |
| Cooling (TR) | 164.9 | 166.2 | 120.4 | 121.9 | 209.6 | 205.1 | 193.8 | 15 |
| Electric (kW) | 147.9 | 143.1 | 147.3 | 145.7 | 148.5 | 139.0 | 168.0 | 124.5 |
| KW/TR | 0.90 | 0.86 | 1.22 | 1.20 | 0.71 | 0.68 | 0.87 | 0.64 |

- แนวคิดและขั้นตอนการดำเนินการ

อัตราการไหลที่เกินพิกัด ส่งผลให้ความเร็วของน้ำสูงเกินไปซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนลดต่ำลงดังนั้นจึงทำการหริ้วาล์วน้ำของปั๊มน้ำเย็นลดลงให้ได้อัตราการไหลที่ใกล้เคียงกับพิกัดของเครื่อง



รูปที่ 4.4 การปรับอัตราการไหลของปริมาณน้ำ

- สภาพหลังการปรับปรุง

ลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหริ้วาล์วของเครื่องทำน้ำเย็นชุดที่ 1,2,4 และ 6 ลง ทำให้ลดการใช้พลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นได้ 99,144.00 kWh/ปี

| | | |
|------------------|------------|--------|
| ระยะเวลา | ทุกวัน | |
| เงินลงทุน | ไม่มี | บาท |
| ผลประโยชน์ที่ได้ | 326,160.07 | บาท/ปี |
| ระยะเวลาคืนทุน | - | ปี |

จากการดำเนินการตามมาตรการต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว สามารถสรุปผลการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละกิจกรรมได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการประหยัดพลังงานหลังดำเนินกิจกรรม TPM

| สรุปพลังงานที่ประหยัดได้ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานด้วยเทคนิค TPM | | | |
|---|---|-------------------|--------|
| ลำดับที่ | มาตรการ | พลังงานที่ประหยัด | หน่วย |
| 1 | การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น | 155,756.70 | Kwh/ปี |
| 2 | การลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด | 207,252.00 | Kwh/ปี |
| 3 | ลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหริ้วาล์วด้านส่งของปั๊ม | 12,375.00 | Kwh/ปี |
| 4 | เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็น | 99,136.80 | Kwh/ปี |
| 5 | รวมพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี | 474,516.00 | Kwh/ปี |
| 6 | ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีหน่วยบาท (3.29 บาทต่อ Kwh) | 1,561,172.45 | บาท/ปี |

- ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ (บาท)

จากตารางแสดงผลการดำเนินกิจกรรม TPM จะเห็นได้ว่าหลังจากการดำเนินการแล้ว ผลปรากฏว่าสามารถประหยัดพลังงานในส่วนของเครื่องทำน้ำเย็นได้ถึง 1,489,172.45 บาทต่อปี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แล้วสามารถประหยัดพลังงานได้สูงถึง 14.66%

ตารางที่ 4.7 ตารางสรุปค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในการดำเนินกิจกรรม TPM

| มาตรการ | ก่อนดำเนินการ | หลังดำเนินการ | ลงทุน | พลังงานประหยัด | หน่วย |
|---|---------------|---------------|-----------|----------------|----------|
| การปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น | 722,144.70 | 566,388.00 | 72,000.00 | 155,756.70 | Kwh/ปี |
| การลดจำนวนการเปิดใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นลง 1 ชุด | 1,052,946.00 | 845,694.00 | - | 207,252.00 | Kwh/ปี |
| การลดอัตราการไหลของน้ำเย็นโดยการหรีวาล์วด้านส่งของปั๊ม | 166,725.00 | 154,350.00 | - | 12,375.00 | Kwh/ปี |
| เพิ่มประสิทธิภาพ Chiller โดยการปรับอัตราการไหลน้ำเย็นที่เข้า Chiller ให้ได้ตามพิกัด | 1,146,269.25 | 1,047,132.45 | - | 99,136.80 | Kwh/ปี |
| รวมพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ หน่วย กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อปี | 3,088,084.95 | 2,613,564.45 | - | 474,520.50 | Kwh/ปี |
| ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ต่อปีหน่วย บาท (ค่าไฟเฉลี่ยของโรงงานคือ 3.29 บาทต่อKwh) | 10,159,799.49 | 8,598,627.04 | - | 1,561,172.45 | บาทต่อปี |
| คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประหยัดต่อปี | | | | 153.7 | % |
| ผลการประหยัดสุดท้าย | | | | 1,489,172.45 | บาทต่อปี |
| คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ประหยัดสุดท้ายต่อปี | | | | 14.66 | % |

- **ข้อดี**

1. ลดความสูญเปล่าของการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น
2. ทำให้ต้นทุนพลังงานต่อหน่วยสินค้าลดลง
3. ทำให้ประหยัดเงินลงทุนทางด้านพลังงาน
4. เป็นการเพิ่มผลกำไรให้โรงงานอีกทางหนึ่ง
5. เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานของพนักงานที่เกี่ยวข้อง

- **ข้อเสียและอุปสรรค**

1. การลดการใช้พลังงานบางครั้งอาจทำให้พนักงานบางส่วนมีผลกระทบเช่นอุณหภูมิในพื้นที่ทำงานสูงขึ้นอาจจะทำให้ขวัญกำลังใจของพนักงานลดลง
2. พนักงานจะต้องปรับตัวหรือสภาพการทำงานที่อาจมีผลกระทบจากการดำเนินกิจกรรม
3. ต้องใช้เวลาพอสมควรในการสร้างจิตสำนึกให้พนักงานมีความรู้สึกเป็นเจ้าของ และดูแลและเอาใจใส่เครื่องจักรไม่มองว่าเครื่องจักรมีปัญหาเป็นหน้าที่ของซ่อมบำรุง

- **ข้อเสนอแนะและการปรับปรุง**

1. สร้างความเข้าใจให้แก่พนักงานในแง่ของต้นทุนพลังงาน เช่นให้ความรู้แก่พนักงานว่าถ้าเราดับไฟหนึ่งหลอดที่ไม่จำเป็นเราจะประหยัดได้กี่บาทเป็นต้น
2. ต้องพยายามให้พนักงานทุก ๆ คน หรือทุก ๆ หน่วยงานในองค์กรเข้ามามีส่วนร่วม
3. แสวงหาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
4. ผู้บริหารทุกระดับต้องให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วม