คู่มือชุดความรู้

การอนุรักษ์พลังงาน สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

คำนำ

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง การบริการ และการผลิต ทั้งในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในประเทศ โดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงนับวันมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกที ในขณะที่ประเทศของเราไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับความต้องการใช้ในประเทศ ในแต่ละปีรัฐจึงต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบเป็นจำนวนมหาศาล

แหล่งน้ำมันในโลกมีจำนวนจำกัดและต้องหมดไปในวันหนึ่งอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ แนวโน้มราคาน้ำมันจึงมีแต่จะสูงขึ้น ประเทศผู้นำเข้าน้ำมันอย่างประเทศไทยจึงมีความจำเป็นต้องรณรงค์สร้างความร่วมมือร่วมใจกันอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้สามารถใช้พลังงานที่เราต้องซื้อมาด้วยราคาแพงให้คุ้มค่าที่สุด การรณรงค์อนุรักษ์พลังงานต้องทำในทุกส่วนของสังคม ทั้งภาครัฐและเอกชน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน ได้ตระหนักถึงปัญหาเร่งด่วนดังกล่าว และเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาด้านพลังงานที่ทุกคนควรมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน จึงได้จัดทำเอกสารขึ้น 2 ชุด ได้แก่ เอกสารเผยแพร่ชุด **รู้ 'รักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม** สำหรับประชาชนทั่วไป และกลุ่มโรงงานและอาคารควบคุม เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้เท่าทัน รู้วิธีประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม

นอกจากนั้นยังได้จัดทำ **คู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม** เพื่อใช้เป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานสำหรับภาคอุตสาหกรรมและภาคการบริการ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนการผลิตและบริการ และเป็นการลดการใช้พลังงานของประเทศได้อีกด้วย

พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้พลังงานและประชาชนทั่วไป และก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจนปรากฏผลลัพธ์จริง พร้อมทั้งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการอนุรักษ์พลังงานเร็วยิ่งขึ้น

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือต้องการคำปรึกษา ข้อแนะนำ และการแก้ปัญหาการอนุรักษ์พลังงานด้านต่าง ๆ สามารถติดต่อที่หน่วยลูกค้าสัมพันธ์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน **หมายเลขโทรศัพท์ 0-2226-2311 หรือ www.dede.go.th E-mail: dedeoss@dede.go.th**

รายชื่อเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม

1. รู้เท่าทันสถานการณ์พลังงาน
2. การเลือกใช้วัสดุเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
3. กฎหมายอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานและอาคารควบคุม
4. การจัดองค์กรเพื่ออนุรักษ์พลังงาน
5. การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า
6. ระบบทำความเย็น
7. ระบบแสงสว่าง
8. ระบบไอน้ำ
9. ระบบอากาศอัด
10. มอเตอร์
11. ตู้เย็นพาณิชย์
12. เครื่องปรับอากาศในบ้าน
13. ไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับบ้านพักอาศัย
14. เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
15. ปั๊มน้ำในบ้าน
16. การใช้รถยนต์อย่างประหยัด

รายชื่อคู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม

1. โรงแรม
2. อาคารสำนักงาน
3. ห้างสรรพสินค้า
4. โรงพยาบาล
5. อุตสาหกรรมสิ่งทอ
6. อุตสาหกรรมกระดาษ
7. อุตสาหกรรมอาหาร
8. อุตสาหกรรมโลหะมูลฐาน

หมายเหตุ

- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน ส้ม เขียว เหมาะสำหรับประชาชนทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน ส้ม เหมาะสำหรับอาคารและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน เหมาะสำหรับโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีส้ม เหมาะสำหรับอาคาร
- เอกสารที่มีสันสีเขียว เหมาะสำหรับบ้านพักอาศัย

สารบัญ

บทที่ 1 6

บทนำ

บทที่ 2 13

การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

บทที่ 3 21

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

บทที่ 4 26

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

บทที่ 5 39

ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง 58

บทนำ

อุตสาหกรรมอาหาร จัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีอาชีพทางด้านการเกษตร ดังนั้น การถนอม การแปรรูป และการผลิตอาหารจึงมีความจำเป็นอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมชาวเกษตรกรให้มีรายได้มากขึ้น ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับการเกษตรนั้นสามารถดำเนินอยู่ได้ การประหยัดพลังงานเป็นแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์อาหารโดยอาศัยระบบการผลิตสมัยใหม่ที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

1.1 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารนั้นมีหลากหลาย โดยในแต่ละกระบวนการต้องอาศัยพลังงานอันได้แก่ พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน (ได้จากไอน้ำ) และพลังงานลม ในการขับเคลื่อนเครื่องจักรต่าง ๆ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อหาแนวทางสำหรับการอนุรักษ์พลังงานให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น เพื่อให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างคุ้มค่าและยังสามารถเพิ่มผลผลิตให้กับตัวเองอีกด้วย ซึ่งกระบวนการผลิตที่สำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร ได้แก่

1.1.1 การรับวัตถุดิบ

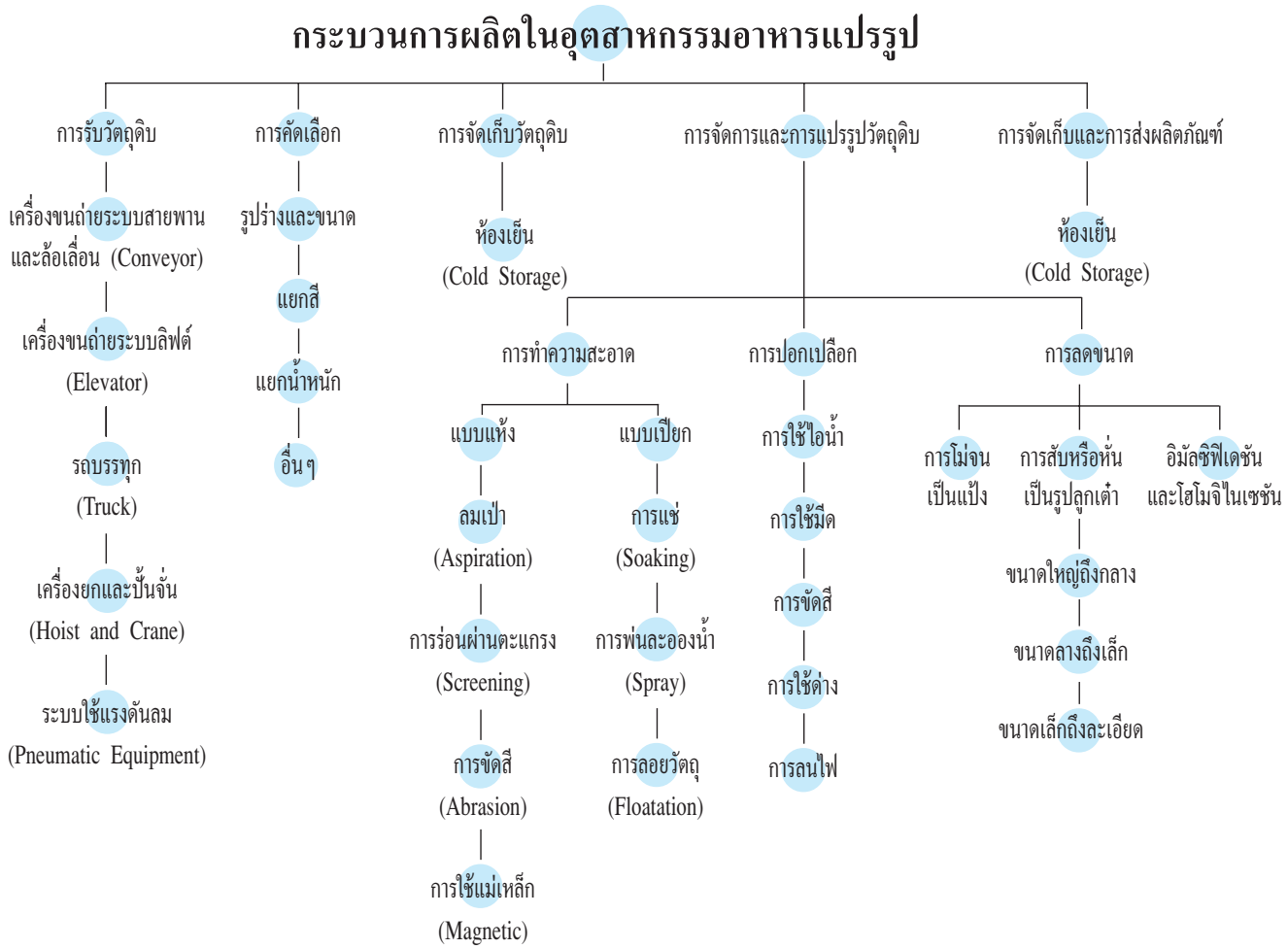
1.1.2 การคัดเลือก

1.1.3 การจัดเก็บวัตถุดิบ

1.1.4 การจัดการและการแปรรูปวัตถุดิบ

1.1.5 การจัดเก็บและการส่งผลิตภัณฑ์

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร



ตัวอย่าง

กรรมวิธีการผลิตอาหารแปรรูปชนิดต่าง ๆ

กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง

ข้าวโพดฝักอ่อนที่ปอกเปลือกแล้ว
↓
ลวกในสารละลายกรดซิตริก 0.2%
↓
แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ หรือ
แคลเซียมไฮดรอกไซด์ 0.05% นาน 10 นาที
↓
ทำให้เย็น
↓
บรรจุกระป๋องที่ล้างสะอาดและลวกฆ่าเชื้อแล้วด้วยไอน้ำ
↓
ไล่อากาศ
↓
ปิดฝา
↓
ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหม้อนึ่งที่ใช้ความดันอุณหภูมิ 121 °C
(สำหรับกระป๋องขนาด 307 x 408 มิลลิเมตร)
↓
ทำให้กระป๋องเย็น
↓
ปิดฉลากและบรรจุกล่อง
↓
จำหน่าย

กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง

ปลาสด — ปลาแช่แข็ง
↓
คัดขนาดและตัดหัว — ละลายน้ำแข็ง
↓
ล้างน้ำ
↓
บรรจุกระป๋อง
↓
นึ่ง
↓
ซอสมะเขือเทศผสมน้ำตาล
น้ำมัน เกลือ — เติมซอส
ผสมน้ำให้เข้ากัน
↓
ปิดฝา
↓
ฆ่าเชื้อ
↓
ทำให้เย็น
↓
ทำให้แห้ง
↓
ปิดฉาก
↓
บรรจุกล่อง
↓
ส่งจำหน่าย

1.2 กระบวนการจัดเก็บและการส่งผลิตภัณฑ์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เย็นและอาหารแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง และผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปอื่น ๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีลักษณะแตกต่างกันไปอีกด้วย เช่น มีลักษณะเป็นผง ของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดสูง ของแข็ง เป็นต้น ดังนั้น จึงมีวิธีการจัดเก็บและขนส่งแตกต่างกันไป

อาหารแบ่งออกตามอุณหภูมิในการเก็บรักษาได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

- อุณหภูมิ -1 ˚C ถึง 1 ˚C สำหรับปลาสด เนื้อสด ไส้กรอก เนื้อบด ปลา และเนื้อรมควัน
- อุณหภูมิ 0 ˚C ถึง 5 ˚C สำหรับอาหารพาสเจอไรซ์ เช่น เนื้อกระป๋อง นม ครีม โยเกิร์ต ผักสลัด แซนด์วิช อาหารอบ พาสตา พิซซ่า แป้งโด หรือพาสตรีที่ยังไม่อบ
- อุณหภูมิ 0 ˚C ถึง 8 ˚C สำหรับเนื้อหรือปลาที่ผ่านการให้ความร้อนจนสุกแล้ว เนื้อหมักที่สุกหรือยังไม่สุก เนย มาร์การีน เนยแข็ง ผลไม้สด

ในช่วงที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในห้องเย็นการควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการสามารถกระทำได้ แต่ในระหว่างการขนส่งซึ่งมีการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์จะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิเอาไว้ได้ แต่สามารถป้องกันได้โดยการบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ และสามารถลดความไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิได้ดังนี้

- ควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา
- การใช้ประตูอัตโนมัติและม่านกันอากาศระหว่างขนถ่ายอาหารจากรถบรรทุกแช่เยือกแข็ง
- การเคลื่อนย้ายอาหารระหว่างร้านค้าอย่างรวดเร็ว
- การควบคุมและหมุนเวียนสินค้าคงคลังอย่างถูกต้อง

1.3 กระบวนการพิเศษอื่น ๆ

การใช้ก๊าซในกระบวนการผลิตอาหาร เป็นการช่วยรักษาคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารนั้น ๆ ไว้ให้นานที่สุด ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารนั่นเอง กระบวนการบรรจุแบบ Gas Flushing เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจน โดยการพ่นก๊าซชนิดที่ต้องการเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุ

ก๊าซที่ใช้สำหรับพ่นเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในระบบ Gas Flushing ในอุตสาหกรรมอาหาร คือ ก๊าซไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีดังนี้

- ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ จึงใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด
- เป็นก๊าซเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี จึงมักใช้ในการแทนที่ก๊าซออกซิเจน เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันและน้ำมัน หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร
- เป็นก๊าซที่ไม่เกิดการระเบิด และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
- เป็นก๊าซที่ละลายในน้ำและไขมันได้น้อยมาก จึงสามารถพ่นฟองก๊าซไนโตรเจนผ่านเข้าไปยังวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมัน โดยก๊าซไนโตรเจนจะเข้าไปห่อหุ้มโมเลกุลของน้ำมันทำให้สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและการเหม็นหืน

การพ่นก๊าซไนโตรเจนเข้าไปเพื่อไล่อากาศในภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกมันฝรั่งทอดและขนมขบเคี้ยวต่าง ๆ เป็นขั้นตอนหนึ่งที่ช่วยให้ผู้ผลิตสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น

ประโยชน์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้วิธี Gas Flushing

- เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษา ชะลอหรือป้องกันการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร
- ช่วยลดปริมาณการใช้วัตถุเจือปนอาหาร
- ป้องกันการเกิดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ภายในภาชนะบรรจุ

ตัวอย่างกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารที่ได้กล่าวมา จะพบว่ากระบวนการเหล่านี้จะใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ ในกระบวนการผลิตจะช่วยให้หาแนวทางการประหยัดพลังงานได้

ความสะอาดเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเริ่มตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาทำความสะอาดด้วยน้ำและเทคนิคต่าง ๆ เช่น ใช้แรงดัน การสั่น การไหลวน เป็นต้น ถ้าลดการใช้น้ำลงก็จะช่วยในการประหยัดพลังงานได้ ต่อมาเมื่อนำมาผ่านกระบวนการคัดแยกด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไป จะต้องมีการใช้พลังงานทั้งสิ้น

ตารางที่ 1 - 1

การใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร

กระบวนการผลิต	การใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ					
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า			ระบบทำความร้อน
			มอเตอร์	อากาศอัด	ปั๊มน้ำ	
	ดูบทที่ 3	ดูบทที่ 4	ดูบทที่ 5			ดูบทที่ 6
การรับวัตถุดิบ						
เครื่องขนถ่ายแบบสายพานและล้อเลื่อน			●			
เครื่องขนถ่ายระบบลิฟต์			●	●		
เครื่องยกและปั้นจั่น			●			
การคัดเลือก						
รูปร่างและขนาด	●	●	●		●	
แยกสี	●	●	●		●	
แยกน้ำหนัก	●	●	●	●		
การจัดการและแปรรูปวัตถุดิบ						
■ การทำความสะอาด						
แบบเปียก						
การแช่					●	
การพ่นละอองน้ำ			●	●	●	
การลอยวัตถุ					●	
แบบแห้ง						
ลมเป่า				●		
การร่อนตะแกรง			●			
การขัดสี			●			
การใช้แม่เหล็ก			●			
■ การปอกเปลือก						
การใช้ไอน้ำ						●
การใช้มีด	●	●	●			
การขัดสี		●	●			
การลนไฟ						●

กระบวนการผลิต	การใช้พลังงานในระบบต่าง ๆ					
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า			ระบบทำความร้อน
			มอเตอร์	อากาศอัด	ปั๊มน้ำ	
	ดูบทที่ 3	ดูบทที่ 4	ดูบทที่ 5			ดูบทที่ 6
■ การลดขนาด						
การสับ การหั่น	●	●	●			
การโม่จนเป็นแป้ง	●		●		●	●
■ การแปรรูปวัตถุดิบ						
■ การผสมอาหาร		●	●		●	
■ การขึ้นรูปอาหาร		●	●	●		
■ ใช้ความร้อน						
การลวก			●			●
การทอด			●			●
การอบและการย่าง			●			●
การพาสเจอร์ไรซ์			●			●
การสเตอริไรซ์			●			●
การอัดผ่านเกลียวอัด			●			●
■ การคัดเกรด	●	●	●			
การจัดเก็บผลิตภัณฑ์	●	●	●			

บ ท ที่ 2

การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ถือว่าเป็นต้นทุนหนึ่งที่สำคัญในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมอาหาร หากลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้จะเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงในการประกอบการ ดังนั้น ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมอาหารเสียก่อน การจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจะนำไปสู่การวางแผนและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าควรทำความเข้าใจหลักการคิดคำนวณค่าไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้ามีทั้งส่วนที่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ส่วนที่ไม่สามารถควบคุมได้ ได้แก่ ค่าปรับปรุงต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (ค่า Ft) ค่าบริการ และค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าไฟฟ้ารวมทั้งหมดในแต่ละเดือน ดังนั้นจึงควรให้ความสำคัญและพิจารณาในส่วนที่สามารถควบคุมได้โดยมีวิธีการใช้อย่างระมัดระวังและมีประสิทธิภาพ

2.2 การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า หมายถึง การจัดการและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด และลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power) สูงสุดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2.1 การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า สามารถทำได้โดยลดการสูญเสียและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ เช่น ปิดเครื่องจักรในขณะไม่ใช้งาน เลือกขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงาน ติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเปิด - ปิดไฟฟ้าอย่างเหมาะสม

2.2.2 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลง จำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor : LF) เสียก่อน เนื่องจากตัวประกอบโหลดเป็นตัวประกอบสำคัญในการคิดต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้า เมื่อตัวประกอบโหลดมีค่าสูงแสดงว่าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ดังนั้น หากมีการปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยก็จะลดลง ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบเดือน โดยมีสมการการคำนวณดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน (kW)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน (kW)}} \times 100$$

หรือ

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ทั้งหมดใน 1 เดือน (kWh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน 1 เดือน (kW) x จำนวนชั่วโมงใน 1 เดือน (h)}} \times 100$$

การจัดเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปี (ตารางที่ 2 - 1 หน้า 17) จะช่วยให้ทราบค่าไฟฟ้ารวมและค่าตัวประกอบโหลด สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น โดยการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลง

ดังนั้น วิธีการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

- ติดตั้ง Peak Demand Controller หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ปั๊มน้ำ และหยุดการใช้งานปั๊มน้ำที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เป็นต้น
- จัดสรรเวลาการทำงานของปั๊มน้ำไม่ให้ทำงานในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- พยายามหลีกเลี่ยงการทำงานของมอเตอร์ขณะที่ไม่มีโหลด
- ปรับปรุงสายการผลิตให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุดในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- หลีกเลี่ยงการสตาร์ทมอเตอร์ในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- จัดลำดับความสำคัญของเครื่องจักร เพื่อหลีกเลี่ยงการเดินเครื่องจักรที่ไม่จำเป็น
- ใช้หลอดไฟและบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดแล้วยังสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าตลอดเวลาที่ใช้งานด้วย
- พยายามใช้แสงสว่างเฉพาะจุดที่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

2.2.3 การลดความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟสูงสุด

การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟสูงสุดสามารถทำได้โดยการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction) ระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor : PF) ต่ำ แสดงว่ามีการสูญเสียพลังงานในระบบมาก ส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานมากตามไปด้วย การแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าและช่วยลดการสูญเสียในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าภายในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์

2.3 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของโรงงาน สามารถหาได้จากการใช้ตารางหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า (รายละเอียดในการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่อง "การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า")

2.4 การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า

การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดี จะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและช่วยยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมอาหารมีมาก ทำให้ต้องมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้น การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

2.4.1 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าภายในอุตสาหกรรมอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดย

- เก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 2 หน้า 19)
- ตรวจเช็คสภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจวัดกระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 3 หน้า 20)
- นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการจัดโหลดให้สมดุลกันทุกเฟส
- ปรับแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ใช้งานอย่างเหมาะสม โดยการปรับที่ TAP ของหม้อแปลงไฟฟ้า
- เลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิดประสิทธิภาพสูง

ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบของค่าไฟฟ้าที่สามารถควบคุมได้

ค่าพลังงานไฟฟ้า
= (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง On Peak) + (จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x อัตราค่าไฟฟ้าช่วง Off Peak)
= (1,801,000 x 2.695) + (3,005,000 x 1.1914) = **8,433,852** บาท

การไฟฟ้านครหลวง

รายละเอียดเพิ่มเติม (เดือนปัจจุบัน)

3000257000707013471122738600074 5

ประเภท 4.2.2	ตัวคูณ 1000		
ค่าพลังงานไฟฟ้า		8,433,851.94	บาท
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า		1,003,887.00	.
** 61.97% OF	7,552 kW		.
เพาเวอร์แฟคเตอร์			.
ค่าบริการ		228.17	.
(รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ		9,437,967.11	.)
ค่า FT (เพิ่ม/ลด)	พ	1,054,917.00	.
ส่วนลด		-	.
ค่าไฟฟ้ารวม		10,492,884.11	.
ภาษีมูลค่าเพิ่ม	7%	734,501.89	.
รวมเงิน		11,227,386.00	.
รวมเงินที่ต้องชำระสุทธิ		11,227,386.00	บาท

อัตราค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft.) พ		21.95	สต./หน่วย
จำนวน	1*	1,801,000	หน่วย
จำนวน	2*	3,005,000	.
จำนวน	1*	7,552	กิโลวัตต์
จำนวน	2*	7,468	.
จำนวน		3,923	กิโลวาร์

6749725

ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)
ค่า Ft ช่วง On Peak = จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง On Peak x ค่า Ft = 1,801,000 x 0.2195 = 395,919.50
ค่า Ft ช่วง Off Peak = จำนวนพลังงานไฟฟ้าช่วง Off Peak x ค่า Ft = 3,005,000 x 0.2195 = 659,597.50
ค่าไฟฟ้าผันแปร Ft = ค่า Ft ช่วง On Peak + ค่า Ft ช่วง Off Peak = **1,054,917 บาท**

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand)
ช่วง On Peak = (ความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak)
= 7,552 x 132.93 = **1,003,887 บาท**

ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = จำนวน kVar ที่เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด x อัตราค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า
จำนวน kVar ที่ต้องเสียค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = 0.6197 x 7,552 = 4,679.98 kVar
ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจริงที่ใช้ = 3,923 kVar < 4,679.98 kVar (ไม่ต้องเสียค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า)

ตารางที่ 2 - 1

การจดข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในรอบปีเพื่อหาค่าไฟฟ้ารวมและค่าตัวประกอบโหลด

เดือน	หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxxx								ประเภทผู้ใช้ xxxxxxxxx	
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)							Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
		อัตราปกติ	TOD Tariff			TOU Tariff				
			On Peak	Partial Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak			
							1*	2**		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
รวม										
เฉลี่ย										

* Off Peak 1 เวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ - ศุกร์

** Off Peak 2 ตลอดทั้งวันของวันเสาร์, อาทิตย์ และวันหยุดราชการประจำปีตามปฏิทิน ไม่รวมวันหยุดชดเชย

$$\text{ตัวประกอบโหลด (Load Factor)} = \frac{\text{จำนวนหน่วยที่ใช้ทั้งหมดใน 1 เดือน (kWh)}}{\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ใน 1 เดือน (kW) x จำนวนชั่วโมงใน 1 เดือน (h)}} \times 100$$

ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าประเภท 4 กิจการขนาดใหญ่ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD Tariff)

โรงงานผลิตอาหารแห่งหนึ่งมีระดับแรงดัน 22 kV ใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนมกราคม เป็นจำนวน 11,939,400 kWh ความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ 10,960 kVar ช่วงหัวค่ำมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 18,480 kW ช่วงตอนกลางวันมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 19,580 kW ช่วงตอนกลางคืนมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 18,200 kW เสียอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

อ้างถึงค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า
- ช่วงตอนหัวค่ำ (On Peak) เวลา 18.30 - 21.30 = 285.05 บาท/kW
- ช่วงตอนกลางวัน (Partial Peak) เวลา 08.00 - 18.30 = 58.88 บาท/kW
- พลังงานไฟฟ้า = 1.7034 บาท/kWh
- ค่า Ft = 0.3828 บาท/หน่วย

วิธีคิดอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2 (อัตรา TOD)

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน

1. ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า = (ความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak x อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง On Peak) + (ความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง Partial Peak เฉพาะส่วนที่เกิน On Peak x อัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าช่วง Partial Peak)
   = (18,480 x 285.25) + ((19,580 - 18,480) x 58.88) = 5,332,492.00 บาท
2. ค่าพลังงานไฟฟ้า = จำนวนพลังงานไฟฟ้า x อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า
   = 11,939,400 x 1.7034 = 20,337,573.96 บาท
3. ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า = จำนวน kVar ที่เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของ kW
   จำนวนกิโลวาร์ที่คิดเงิน = 10,960 - (19,580 x 0.6197) = -1,174 kVar (แสดงว่าค่า PF สูงกว่า 0.85 ซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้)
   จำนวนเงิน = 0.00 บาท

รวมค่าไฟฟ้าฐาน = 5,332,492.00 + 20,337,573.96 = 25,670,065.96 บาท

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า Ft = 11,939,400 x 0.3828 = 4,570,402.32 บาท

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) x 7/100 = (25,670,065.96 + 4,570,402.32) x 7/100 = 2,116,832.78 บาท

รวมเงินค่าไฟฟ้า = 25,670,065.96 + 4,570,420.32 + 2,116,832.78 = 32,357,301.06 บาท

เดือน	หมายเลขมิเตอร์ xxxxxxxxx								ประเภทผู้ใช้ 4.1.2	
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)							Load Factor (%)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
		อัตราปกติ	TOD Tariff			TOU Tariff				
			On Peak	Partial Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak 1*	Off Peak 2**		
1	11,939,400		18,480	19,580	18,200				82	32,357,301.06

ตารางที่ 2 - 2

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ.....

รายละเอียด	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	[ ] แบบแห้ง [ ] แบบเปียก	[ ] แบบแห้ง [ ] แบบเปียก	[ ] แบบแห้ง [ ] แบบเปียก	[ ] แบบแห้ง [ ] แบบเปียก
ขนาดพิกัด (kVA)				
พิกัดแรงดันสูง (kV)				
พิกัดแรงดันต่ำ (V)				
พิกัดกระแสด้านแรงดันสูง (A)				
พิกัดกระแสด้านแรงดันต่ำ (A)				
ระบบระบายความร้อน				
กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)				
ผู้ผลิต				
ชั่วโมงการทำงาน/ปี				
เดือน/ปี ที่ติดตั้งใช้งาน				
สถานที่ติดตั้ง				

ตารางที่ 2 - 3

การตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจ่ายย่อย

ชื่อสถานประกอบการ.....

ลำดับ	ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด						% ภาระการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			

ตัวอย่าง

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารเป็นสุข

รายละเอียด	ชุดที่ 1
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	[ ] แบบแห้ง [/] แบบเปียก
ขนาดพิกัด (kVA)	1,000
พิกัดแรงดันสูง (kV)	22
พิกัดแรงดันต่ำ (V)	400/230
พิกัดกระแสด้านแรงดันสูง (A)	26.2
พิกัดกระแสด้านแรงดันต่ำ (A)	1,463.4
ระบบระบายความร้อน	อากาศ
กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group)	Dy 11
ผู้ผลิต	xxx
ชั่วโมงการทำงาน/ปี	8,760
เดือน/ปี ที่ติดตั้งใช้งาน	May 1995
สถานที่ติดตั้ง	ภายนอกโรงงาน

หมายเหตุ: กลุ่มเวกเตอร์ (Vector Group) เป็นลักษณะการต่อหม้อแปลงในรูปแบบต่างๆ เช่น Dd 6, Dy 11 เป็นต้น

ตัวอย่าง

การตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าและระบบจ่ายย่อย

ชื่อสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารเป็นสุข

ลำดับ	ตำแหน่งที่ทำการตรวจวัด	พิกัดหม้อแปลง (kVA)	ผลการตรวจวัด						% ภาระการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า
			แรงดัน (V)	กระแสในแต่ละเฟส			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	
				เฟส R	เฟส S	เฟส T			
1	ตู้ไฟฟ้าหลักภายในโรงงาน	1,000	380	1,120	1,005	1,150	0.83	596.3	71.84

หมายเหตุ : ศึกษาเพิ่มเติมการใช้งานของหม้อแปลงได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน เรื่อง "การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า"

บ ท ที่ 3

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น สมควรต้องมีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน

3.1 การเลือกใช้แสงสว่างให้เหมาะกับพื้นที่ในอุตสาหกรรมอาหาร

พื้นที่โดยทั่วไปของอุตสาหกรรมอาหารต้องการแสงสว่างไม่มากนัก ยกเว้นบริเวณตรวจสอบและคัดแยก แต่การเลือกใช้โคมไฟในบางจุดจะต้องพิจารณาเป็นพิเศษ เนื่องจากข้อกำหนดเกี่ยวกับความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งไม่ควรใช้โคมแบบเปิดและทำความสะอาดยาก ดังนั้น ควรเลือกใช้โคมไฟให้เหมาะสมในแต่ละจุด เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลการผลิตและลดการใช้พลังงานลง และให้ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

พื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
การรับและการคัดเลือกวัตถุดิบ	• สามารถติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง โดยมีระดับความส่องสว่างประมาณ 200 - 300 Lux • โดยทั่วไปส่วนของการรับและการคัดเลือกวัตถุดิบจะเป็นพื้นที่เปิดสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในช่วงเวลากลางวันได้ ดังนั้น ควรมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิด - ปิดให้ง่ายต่อการใช้งานเพราะในช่วงเวลากลางวันอาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า
การจัดเก็บและแปรรูปวัตถุดิบ	• ใช้แสงสว่างในแต่ละส่วนไม่เท่ากัน แต่สามารถติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงได้ โดยมีระดับความส่องสว่างประมาณ 100 - 500 Lux ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร ในบางพื้นที่อาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า เพราะใช้งานในช่วงเวลากลางวันเท่านั้น แสงจากธรรมชาติก็เพียงพอแล้ว ยกเว้นบางจุดจะใช้แสงสว่างมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ เช่น บริเวณทำความสะอาดก่อนส่งไปยังขบวนการอื่น บริเวณที่ต้องการความปลอดภัยในการทำงาน เช่น การใช้มีด และบริเวณที่ต้องการความปลอดภัยในการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ เช่น บรรจุและแยกของเสียหรือของที่ไม่มีคุณภาพ การผสมอาหารเพื่อให้มีคุณภาพตามต้องการ
การจัดเก็บผลิตภัณฑ์	• ใช้แสงสว่างค่อนข้างน้อย โดยประมาณตั้งแต่ 100 - 200 Lux • ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงแบบหลอดเดี่ยว

3.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

3.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- เก็บข้อมูลระบบแสงสว่างเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 3 - 1 หน้า 23)
- หมั่นตรวจเช็คทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอยู่เสมอ เพราะฝุ่นละอองที่เกาะหลอดไฟและโคมไฟจะทำให้แสงสว่างลดน้อยลง
- ใช้แสงจากธรรมชาติในเวลากลางวัน (Day Light) ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
- ลดการใช้ความสว่างที่เกินความจำเป็นโดยการ
  - ปลดวงจรหลอดบริเวณที่แสงสว่างมากเกินไป
  - หรี่ความสว่างของแสงสำหรับหลอดไฟที่ปรับระดับแสงสว่างได้
  - ปิดไฟในส่วนที่ไม่ใช้งาน
- เลือกวิธีให้แสงสว่างและระดับความสว่างที่ตรงกับความเหมาะสมของแต่ละพื้นที่

3.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- เลือกใช้โคมไฟที่ช่วยเพิ่มความสว่าง
- เลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมที่มีประสิทธิภาพสูง
- ปรับปรุงระบบการเปิด - ปิดสวิตช์ของอุปกรณ์แสงสว่าง เพื่อให้ใช้งานตามความเป็นจริง
- ใช้เทคนิคการควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน

3.3 เทคนิคการควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน

การควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมแสงสว่าง ประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ (Sensor) ชุดควบคุม (Light Controller) และอุปกรณ์แสงสว่าง โดยมีหลักการทำงานคือชุดควบคุมรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับ เช่น อุปกรณ์ตั้งเวลา (Timer) อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Presence Detector) และอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแสงสว่าง (Photocell) เป็นต้น แล้วนำมาประมวลผลและส่งสัญญาณไปควบคุมการเปิด - ปิด หรือหรี่แสงอุปกรณ์แสงสว่าง (ตารางที่ 3 - 2 หน้า 25)

ตารางที่ 3 - 1

ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชื่อสถานประกอบการ.....

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน					ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง						ผลต่าง (kW)
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)						ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	

ตัวอย่าง

ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

ชื่อสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารประหยัดพลังงาน

ลำดับ	บริเวณที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน					ความเข้มการส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง						ผลต่าง (kW)
		ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)						ชนิดหลอด	จำนวนโคม	หลอดต่อโคม	กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ความเข้มการส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	
1	คัดเลือกขนาดวัตถุดิบ	FL	36	4	28	4.032	300	320		●								
2	ห้องทดสอบคุณภาพ	FL	8	3	46	1.104	500	300	●		เปลี่ยนแผ่นสะท้อนแสงจากแบบโลหะสีขาว เป็นแบบแผ่นเงินสะท้อนแสง	FL	8	3	46	1.104	500	
3	ทางเดิน	HPMV	5	1	250	1.25	300	500	●		เนื่องจากค่าความเข้มการส่องสว่างเดิมสูงกว่ามาตรฐาน ทำการปลดหลอดออกบางจุด และติดตั้งกระเบื้องโปร่งแสงบนหลังคาโรงงาน	HPMV	4	1	250	1	400	0.25

กำลังไฟฟ้ารวม = กำลังไฟฟ้าต่อหลอด (W) x จำนวนหลอด

การคิดกำลังไฟฟ้าต่อหลอดของหลอด FL ให้รวมการสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast) ด้วย

บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา มีกำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์

บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง มีกำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

ตารางที่ 3 - 2

เทคนิคการควบคุมแสงสว่าง

เทคนิคการควบคุมแสงสว่าง	แนวทางปฏิบัติ
1. การลดความสว่างที่เกินความจำเป็น	
1.1 การควบคุมแสงขณะใช้งาน	• ปลดวงจรหลอดที่ไม่จำเป็นออก
1.2 การควบคุมเฉพาะช่วงเวลา	• ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาเพื่อควบคุมการเปิด - ปิด
2. การปรับความสว่างจากแสงธรรมชาติ	• ติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสงสว่างในเวลาที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามามาก
3. การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง	• ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดอัลตร้าโซนิกหรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด
4. การใช้แสงธรรมชาติ	• ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแสงสว่างจากภายนอกเพื่อส่งสัญญาณควบคุมไปหรี่แสงสว่างจากหลอดไฟ

ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

สิ่งสำคัญในอุตสาหกรรมอาหาร คือ ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ จำเป็นต้องควบคุมสิ่งต่าง ๆ ในกระบวนการผลิต เช่น ความสะอาด ความชื้นและอุณหภูมิ จึงทำให้อาคารโรงงานอุตสาหกรรมอาหารโดยทั่วไปมีลักษณะปิด การปรับอากาศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในโรงงาน ดังนั้น การดำเนินการตามมาตรการอนุรักษ์พลังงานและการบำรุงรักษาระบบอย่างถูกวิธีจะสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบทำความเย็นและปรับอากาศได้

4.1 วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

4.1.1 ออกแบบโรงงาน ออกแบบระบบปรับอากาศและวัสดุต่าง ๆ เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4.1.2 ปรับปรุงระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ สามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายโดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศ เพื่อเป็นการลดปริมาณความร้อนจากภายนอกและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน

4.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วน ๆ ตามพื้นที่ที่ใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้สูงจากพื้นพอสมควร เพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณต่าง ๆ ในห้อง เช่น ห้องสำนักงาน ห้องพักคนงาน
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็น เพราะเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ
- ตรวจเช็คเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องปรับอากาศทำงานปกติหรือไม่และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป (ตารางที่ 4 -1 ถึง 4 - 5 หน้า 29 - 35)
- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุก ๆ เดือน
- ปิดประตูและหน้าต่างให้สนิท

4.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ติดตั้งฉนวนบุเพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลม เพื่อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
- ติดตั้งม่านกั้นกันแสงอาทิตย์สำหรับกระจกหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
- ปลูกต้นไม้รอบ ๆ อาคารโรงงาน

การที่ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ คือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้น ควรให้ความเอาใจใส่ในการดูแลรักษาหอระบายความร้อนให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

4.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานหอระบายความร้อน

4.3.1 ติดตั้งให้ถูกต้อง เช่น ติดตั้งไว้ในบริเวณเปิด อากาศถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งจะทำให้การระบายความร้อนของหอระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูง ระยะห่างระหว่างหอระบายความร้อนกับสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ หรือในกรณีที่ติดตั้งหอระบายความร้อนหลายตัว ต้องเว้นระยะห่างตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยหลีกเลี่ยงการติดตั้งหอระบายความร้อนไว้ใกล้กับบริเวณที่มีก๊าซจากสารเคมี ความร้อนจากหม้อไอน้ำ ปล่องควันไอเสีย สายไฟแรงสูง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า และที่สำคัญพื้นที่ที่ทำการติดตั้งหอระบายความร้อนต้องได้ระดับ ไม่เอียง

4.3.2 ตรวจเช็คทุกเดือน ทุกสัปดาห์ ทุกวันเป็นประจำอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบได้ โดยทำการตรวจเช็คในขณะที่เครื่องกำลังทำงาน (ตารางที่ 4 - 6 และ 4 - 7 หน้า 36 - 37)

4.3.3 นำความร้อนจากระบบปรับอากาศกลับมาใช้ใหม่

4.4 การบำรุงรักษาหอระบายความร้อน

น้ำที่ใช้หมุนเวียนอยู่ในระบบระบายความร้อน ควรจะเป็นน้ำสะอาด ผ่านการกรองและปรับปรุงคุณภาพน้ำ (ตารางที่ 4 - 8 หน้า 38) อย่างไรก็ตามเนื่องจากระบบน้ำที่ใช้ระบายความร้อนเป็นระบบเปิด จึงมีฝุ่นละออง สิ่งสกปรก และเกิดตะไคร่น้ำจากหอระบายความร้อนเข้ามาอยู่ในระบบได้ รวมทั้งน้ำยาส่วนที่ระเหยออกไป จึงทำให้มีตะกอนและสารละลายตกค้างสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันในคอยล์ร้อน (Condenser)

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยระบายน้ำทิ้งและเติมน้ำเข้ามาใหม่ เพื่อลดการสะสมของสารละลายต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีขึ้น ช่วยประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานของคอยล์ร้อน

4.5 การระบายน้ำทิ้ง

การระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ที่หอระบายความร้อนสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

4.5.1 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำล้น (Over Flow)

4.5.2 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อน้ำทิ้ง (Drain)

4.5.3 ระบายน้ำทิ้งที่ท่อส่งปั๊มน้ำคอยล์ร้อน (Condenser Water Pump)

หมายเหตุ: 1) ควรเปลี่ยนน้ำหมุนเวียนระบายความร้อนและล้างอ่างหอระบายความร้อนอย่างน้อยเดือนละครั้ง

2) ถ้าน้ำที่ใช้หมุนเวียนมีคุณภาพดีและมีค่า Total Dissolve Solid น้อยกว่า 50 PPM ก็สามารถลดปริมาณน้ำทิ้งได้

ตารางที่ 4 - 1

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ .....

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า						การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ช.ม./วัน	วัน/เดือน	ภาระ(%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
				เฟส R	เฟส S	เฟส T									
1	เครื่องที่ 1														
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)														
	- ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump)														
	- ปั๊มน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)														
	- หอระบายความร้อน (Cooling Tower)														
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)														
รวม															

ตัวอย่าง

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารประหยัดพลังงาน

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า						การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)			ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ช.ม./วัน	วัน/เดือน	ภาระ(%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
				เฟส R	เฟส S	เฟส T									
1	เครื่องที่ 1														
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	250	380	480	465	485	0.78	244.7	24	30	95	●			
	- ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump)	11	380	21	21	21	0.75	10.37	24	30	95	●			
	- ปั๊มน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump)	15	380	25	25	25	0.82	13.49	24	30	95	●			
	- หอระบายความร้อน (Cooling Tower)	15	380	24	24	24	0.77	12.16	24	30	95	●			
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)	0.75	371	1.5	1.6	1.5	0.75	0.74	24	30	95	●			
รวม															

ตารางที่ 4 - 2

การเก็บข้อมูลและตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบติดหน้าต่าง

ชื่อสถานประกอบการ .....

ลำดับที่			1	2	3	4	5	6	7	8
อาคาร										
ชื่อห้อง										
เครื่องส่งลมเย็น	ยี่ห้อ									
	รุ่น (Model)									
หมายเลขเครื่อง										
พิกัดขนาดทำความเย็นติดตั้ง (BTU/hr)										
พื้นที่ช่องจ่ายลม	กว้าง (cm)									
	ยาว (cm)									
ด้านลมจ่าย	ความเร็วลม (m/s)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
	อุณหภูมิ (˚C)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
ด้านลมกลับ	ความเร็วลม (m/s)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
	อุณหภูมิ (˚C)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	จุดที่ 1								
		จุดที่ 2								
		จุดที่ 3								
คอนเดนซิ่งยูนิต	ยี่ห้อ									
	รุ่น									

ลำดับที่	รุ่น	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิภายนอกอาคาร	อุณหภูมิ (˚C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
อุณหภูมิคอนเดนซิ่งยูนิต	เข้า (˚C)								
อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ (˚C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
พิกัดทางไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า (V)								
	กระแสไฟฟ้า (A)								
	กำลังไฟฟ้า (kW)								
การตรวจวัดทางไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า (V)								
	กระแสไฟฟ้า (A)								
	เฟส R								
	เฟส S								
	เฟส T								
	กำลังไฟฟ้า (kW)								
	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า								
● ประเภท									
● ลักษณะการติดตั้ง									
● ชนิดของเทอร์โมสแตท									
● อายุการใช้งาน									
● การบำรุงรักษา									
● สภาพของ Filter									
● เวลาเปิด - ปิด หรือชั่วโมงการใช้/วัน									
● จำนวนวันทำงาน/ปี									

- **ประเภท** (1) แบบแยกส่วน (2) แบบติดหน้าต่าง
- **ลักษณะการติดตั้ง** (1) แขวนเพดาน (2) ติดผนัง (3) ตั้งพื้น (4) ติดหน้าต่าง (5) ซ่อนในฝ้า (6) ฝังฝ้า
- **ชนิดของเทอร์โมสแตท** (1) โลหะผสม (2) อิเล็กทรอนิกส์
- **การบำรุงรักษา** (1) ทุก 1 เดือน (2) ทุก 3 เดือน (3) ทุก 6 เดือน (4) ทุก 1 ปี (5) อื่นๆ
- **สภาพของ Filter** (1) สะอาด (2) สกปรก (3) สกปรกมาก (4) ไม่มี Filter

ตารางที่ 4 - 3

บันทึกการทำงานประจำวันของเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

เวลา	คอยล์ร้อน		คอยล์เย็น		น้ำมัน		มอเตอร์เครื่องอัดสารทำความเย็น		น้ำเข้าคอยล์เย็น		น้ำออกคอยล์เย็น		น้ำเข้าคอยล์ร้อน		น้ำออกคอยล์ร้อน	
	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)	ความดัน (Psig)	อุณหภูมิ (˚C)
00:00																
02:00																
04:00																
06:00																
08:00																
10:00																
12:00																
14:00																
16:00																
18:00																
20:00																
22:00																

ตารางที่ 4 - 4

การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ประจำทุก ☐ 3 เดือน ☐ 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อเครื่องทำความเย็น.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา..... ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **ตรวจสอบทุก 3 เดือน**					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วของ					
ออยล์คูลเลอร์					
☐ **ตรวจสอบประจำปี**					
1. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบการรั่วซึม					
3. ตรวจสอบสวิตช์และหน้าสัมผัสทุกตัว					
4. ตรวจสอบจุดต่อที่ขันด้วยน็อตให้แน่น					
5. ตรวจสอบและทำความสะอาดตู้ควบคุม					
6. ตรวจสอบค่าความสะอาดของคอยล์ของท่อคอนเดน-					
เซอร์ในชิลเลอร์โดยใช้สารเคมี					
7. ตรวจสอบอุปกรณ์หลัก ๆ ของชิลเลอร์					
8. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องอัดน้ำยาพร้อมไส้กรองน้ำมัน					
9. เปลี่ยนตัวไส้กรองน้ำยาหรือสารทำความเย็น					
10. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติเนื่องจากการสั่นสะเทือน					
11. ตรวจสอบการทำงานของเกจวัดความดันต่าง ๆ					

ตารางที่ 4 - 5

การบำรุงรักษาชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit & Fan Coil Unit)

ประจำทุก ☐ 1 เดือน ☐ 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อชุดจ่ายลมเย็น.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **ตรวจสอบทุก 1 เดือน**					
1. ทำความสะอาดคอยล์					
2. ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง					
3. ทำความสะอาดท่อระบายน้ำ					
4. ทำความสะอาดโบลเวอร์ (Blower)					
5. ตรวจสอบอัดจาระบีมอเตอร์					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิตช์แม่เหล็ก					
7. ทำการล้างกรองสเตรนเนอร์					
8. ตรวจสอบการทำงานของวาล์วที่มอเตอร์					
9. ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสแตท					
☐ **ตรวจสอบทุก 6 เดือน**					
1. ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ					
2. ตรวจสอบคอยล์					
3. ตรวจสอบสายพาน					
4. การปรับตั้งสายพาน					
5. ตรวจสอบท่อระบายน้ำ					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิตช์แม่เหล็ก					
7. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม					
8. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและน้ำกลับ					
9. ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ					
10. ตรวจสอบความดันน้ำ					
11. ตรวจสอบอุณหภูมิของลมกลับ					
12. ตรวจสอบดูการสั่นและเสียงที่ดังผิดปกติ					
13. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					

ตารางที่ 4 - 6

การตรวจวัดหอระบายความร้อน

หมายเลข	ขนาดมอเตอร์ (kW)	กระแส (A)			แรงดัน (V)	ความดัน (Psig)		เวลาทำงาน		หมายเหตุ
		เฟส R	เฟส S	เฟส T		ด้านดูด	ด้านจ่าย	เริ่ม	หยุด	

ตารางที่ 4 - 7

การบำรุงรักษาหอระบายความร้อน

ประจำทุก ☐ 1 เดือน ☐ 3 เดือน ☐ 6 เดือน ☐ 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อหอระบายความร้อน.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **ตรวจสอบทุก 1 เดือน**					
1. กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์					
2. การทำงานของลูกลอยและระดับน้ำ					
3. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ควบคุมมอเตอร์					
4. ตรวจสอบสายพานหรือพูลเล่ย์ (Pulley)					
5. ตรวจสอบระดับของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
6. ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
7. ตรวจสอบถาดรองน้ำ					
8. ตรวจสอบลูกลอย					
9. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติ					
10. ตรวจสอบการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติ					
☐ **ตรวจสอบทุก 3 เดือน**					
1. ตรวจสอบขั้วสายไฟฟ้าและข้อต่อต่าง ๆ					
2. ตรวจสอบความตึงของลวดยึดโยงท่อน้ำ					
3. ตรวจสอบและล้างตัวกรองสเตรนเนอร์					
4. ตรวจสอบและหล่อลื่นแบริ่งมอเตอร์					
5. ตรวจสอบการทำงานของหัวฉีดว่าอุดตันหรือไม่					
☐ **ตรวจสอบทุก 6 เดือน**					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดพัดลม					
2. ตรวจสอบและทำความสะอาดมอเตอร์และเกียร์ (ถ้ามี)					
3. ตรวจสอบและทำความสะอาดตัวกรองและถาดรองน้ำ					
☐ **ตรวจสอบทุก 1 ปี**					
1. ตรวจสอบการทำงานและเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					

ตารางที่ 4 - 8

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับหอระบายความร้อน

น้ำเย็นที่ได้จากหอระบายความร้อน						น้ำเติมหอระบายความร้อน						รอบการทำงาน *	ความสะอาดของน้ำ **
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์		ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์			
มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้		

$$* \text{ รอบการทำงาน} = \frac{\text{ค่าสารคลอไรด์ในน้ำเย็นที่ได้}}{\text{ค่าสารคลอไรด์ในน้ำเติม}}$$

** ความสะอาดของน้ำ = (จำนวนรอบการทำงาน x ค่าความกระด้างของน้ำเติม) - ค่าความกระด้างของน้ำเย็นที่ได้

บ ท ที่ 5

ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในหลาย ๆ จุดของอุตสาหกรรมอาหาร เช่น กระบวนการผลิต ระบบขนส่งภายใน และระบบบำบัดน้ำเสีย โดยปกติมอเตอร์มีอายุการทำงานอยู่ในช่วงประมาณ 10 - 20 ปี แต่หากใช้งานมอเตอร์ไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ย่อมต่ำลง ส่งผลให้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สูงกว่าที่ควร ทำให้เสียค่าใช้จ่ายจำนวนมาก ดังนั้น การบำรุงรักษามอเตอร์และการใช้งานมอเตอร์อย่างเหมาะสมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

5.1 ระบบต่าง ๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน

5.1.1 ระบบขนส่งภายในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

อุตสาหกรรมอาหารมีการใช้อุปกรณ์ในการขนส่งเพื่อความสะดวกและประหยัดเวลา และอุปกรณ์ที่ใช้งานนี้ต้องอาศัยมอเตอร์ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงวัตถุดิบ

5.1.2 ระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบประปาและการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่สำคัญอีกระบบหนึ่งของอุตสาหกรรมอาหาร เพราะกระบวนการผลิตบางขั้นตอนมีการใช้น้ำมาก และน้ำที่ผ่านขั้นตอนการผลิตต่าง ๆ แล้วจะเป็นน้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกปนอยู่ด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งไปเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ระบบดังกล่าวต้องใช้ปั๊มน้ำในการสูบน้ำ และปั๊มน้ำอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนให้เกิดการทำงาน ดังนั้น ควรมีการตรวจสอบดูแลเพื่อให้ปั๊มน้ำทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการประหยัดพลังงาน

5.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานมอเตอร์ไฟฟ้า

การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งได้แก่

5.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ทำการเก็บข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างค่าพิกัดมอเตอร์กับค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง (ตารางที่ 5 - 1 หน้า 43) จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมะสม
- ตรวจสอบสภาพการระบายความร้อนของมอเตอร์เป็นประจำ
- ตรวจสอบระบบทางกลไกของมอเตอร์เป็นประจำ

- หลีกเลี่ยงการเดินมอเตอร์ตัวเปล่า
- การกำหนดขั้นตอนการเดินมอเตอร์
- การบำรุงรักษาเชิงป้องกันตามระยะเวลา
- ตรวจสอบระบบกำลัง เช่น โซ่ สายพาน เฟือง เป็นต้น

5.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ปรับความเร็วมอเตอร์ให้ช้าหรือเร็ว สำหรับงานที่ต้องการความเร็วหลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ มอเตอร์พัดลม เป็นต้น
- เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์เดิมเมื่อมอเตอร์เสีย
- ติดตั้งชุดควบคุมภาระของมอเตอร์ (Motor Load Control : MLC)

5.3 ปั๊มน้ำ

เป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้กับน้ำหรือของเหลว แหล่งพลังงานที่ทำหน้าที่ขับปั๊มน้ำอาจจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ แต่ที่นิยมใช้คือมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อทำให้น้ำหรือของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่าหรือในระยะที่ไกลออกไป

5.3.1 การเลือกปั๊มน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

โรงงานผลิตอาหารใช้ปั๊มน้ำสำหรับสูบน้ำเข้าไปใช้กระบวนการผลิตต่าง ๆ การใช้ในระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปเป็นปั๊มน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาให้ละเอียดมากขึ้นเนื่องจากมีขนาดใหญ่จะมีเรื่องของราคาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องทราบก่อนการเลือกมีดังนี้

- ชนิดของน้ำที่ต้องการสูบ อุณหภูมิ ความหนืด ความหนาแน่น
- อัตราการสูบ (Flow Rate) ที่ต้องการ
- ความดันหรือความสูงที่ต้องยกน้ำนั้น ๆ ขึ้นไป หรือที่เรียกกันว่า เฮด (Head)
- ความเร็วรอบของปั๊มน้ำ
- สภาวะทางด้านดูดสุทธิของปั๊มน้ำ (ค่า $NPSH_r$)
- ขนาดท่อและสถานะการติดตั้ง
- ข้อมูลจากผู้แทนจำหน่ายปั๊มน้ำ ได้แก่ Pump Curve

ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกขนาดของปั๊มน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท

5.3.2 การใช้ปั๊มน้ำให้ประหยัดพลังงาน

- เลือกปั๊มน้ำซึ่งมีการทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน
- ไม่ควรเผื่อขนาดปั๊มน้ำให้มีขนาดใหญ่จนเกินไป
- กรณีมอเตอร์เดิมเสีย เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในปั๊มน้ำแทนการใช้มอเตอร์แบบมาตรฐานทั่วไป
- ใช้ระบบปรับความเร็วรอบ (VSD Control) ในปั๊มน้ำแทนการปิดวาล์ว หรือแทนการเปิดให้ไหลวนกลับ (Bypass) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า
- ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) หรือเครื่องตั้งเวลา เพื่อควบคุมการทำงานและหยุดการใช้งานของปั๊มน้ำที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (On Peak)
- ติดตั้งระบบถังเก็บน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- บันทึกข้อมูลการใช้ปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อวัดประสิทธิภาพ (ตารางที่ 5 - 2 หน้า 45)
- จัดตารางการบำรุงรักษาปั๊มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 3 หน้า 46)

5.4 ระบบอากาศอัด

เครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้ลมในการขับเคลื่อนส่วนที่มีการเคลื่อนไหวต่าง ๆ การที่จะทำให้ลมมีแรงดันสูงพอที่จะขับเคลื่อนเครื่องจักรต่าง ๆ ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) และท่อส่งลม ดังนั้น จึงควรมีการบริหารจัดการอุปกรณ์เหล่านี้ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

การบริหารจัดการอุปกรณ์เครื่องอัดอากาศให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

5.4.1 เครื่องอัดอากาศ

เพื่อให้เครื่องอัดอากาศทำงานอย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา จึงควรตรวจสอบจุดต่าง ๆ ต่อไปนี้เป็นประจำทุกวัน (ตารางที่ 5 - 4 ถึง 5 - 5 หน้า 47 - 48)

- ระบบจ่ายน้ำสำหรับลดความร้อนอากาศอัด After Cooler ทำงานปกติหรือไม่
- ความร้อนที่เกิดจากเครื่องอัดอากาศสูงกว่าปกติหรือไม่
- สวิตช์แรงดันสำหรับ Un - Loader ทำงานปกติหรือไม่ และค่า Set Point ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่
- เครื่องอัดอากาศส่งเสียงผิดปกติหรือไม่ และลื่นกว่าปกติหรือไม่
- เครื่องกรองอากาศด้านดูดอากาศเข้าอุดตันหรือไม่
- วาล์วนิรภัยทำงานเป็นปกติหรือไม่ และค่า Set Point ตั้งไว้ถูกต้องหรือไม่
- มาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) ทำงานปกติหรือไม่
- ตัวระบายน้ำและน้ำมันออกจากถังลม (Air Tank Drain Ejector) ทำงานปกติหรือไม่

5.4.2 การควบคุมความดัน

จำเป็นต้องตรวจสอบจุดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- ความดันต่ำสุดที่การควบคุมยังมีเสถียรภาพ (Minimum Pressure Line) เป็นปกติหรือไม่
- ความดันที่จะทำให้อุปกรณ์ควบคุมเสียหาย (Proof Pressure) เป็นปกติหรือไม่

ถ้าตั้งค่าสวิตช์ความดันของวาล์วนิรภัยและวาล์วกันกลับ ต้องตรวจสอบในเรื่องต่อไปนี้

- การตั้งค่าสวิตช์ความดันของวาล์วนิรภัยและวาล์วกันกลับถูกต้องและทำงานได้อย่างถูกต้องหรือไม่
- ตรวจสอบการทำงานของวาล์วว่าสามารถป้องกันการไหลกลับของลมได้หรือไม่
- อุปกรณ์ควบคุมความดันลม (Regulator) ทำงานเป็นปกติหรือไม่
- ตรวจสอบมาตรวัดความดัน (Pressure Gauge) ว่าทำงานเป็นปกติหรือไม่

5.4.3 การควบคุมการระบายน้ำทิ้ง (Water Drain)

- ควรทำการระบายน้ำทิ้งทุกวัน โดยเฉพาะช่วงเช้าก่อนเริ่มเดินเครื่องเพื่อป้องกันการสะสมของน้ำ
- สามารถระบายน้ำ (Water Drain) ตามจุดระบายน้ำทิ้งได้ทุกจุด

5.4.4 การควบคุมระบบท่ออากาศ

- เกิดการรั่วจากจุดต่อ ข้อต่อหลวมหรือไม่
- เกิดการรั่วตามท่อหรือสายลมต่าง ๆ หรือไม่
- วาล์วเปิด - ปิด (Stop Valve) สนิทหรือไม่

ตารางที่ 5 - 1

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

อุปกรณ์	ชนิด (AC/DC)	ชั่วโมงใช้งาน (ช.ม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)				ผลจากการตรวจวัด						ภาระ (%)	การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กระแส (A)			แรงดัน (V)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)		ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
							เฟส R	เฟส S	เฟส T								

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\sqrt{3} \times \text{แรงดัน} \times \text{กระแส}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I}$$

$$\text{ภาระการใช้งาน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ป้ายเครื่อง}} \times 100$$

หมายเหตุ : $\sqrt{3} = 1.732$

ตัวอย่าง

โรงงานผลิตอาหารแห่งหนึ่งติดตั้งมอเตอร์ขนาด 22 kW, 380 V 50 Hz, 43 A เพื่อขับเคลื่อนปั๊มน้ำ กำลังของมอเตอร์เมื่อวัดค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏว่าวัดได้ 10.06 kW เมื่อคำนวณหาภาระจะได้

$$\text{ภาระการใช้งาน} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\text{กำลังไฟฟ้าที่ป้ายเครื่อง}} \times 100 = \frac{10.06}{22} \times 100 = 45.74\ \%$$

เมื่อทำการตรวจวัดปรากฏว่าได้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

$$\text{ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่วัดได้}}{\sqrt{3} \times \text{แรงดัน} \times \text{กระแส}} = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times I}$$

หมายเหตุ : $\sqrt{3} = 1.732$

$$= \frac{10.06 \times 1{,}000}{1.732 \times 378 \times \left(\frac{29.7 + 28.7 + 28.6}{3}\right)}$$

$$= 0.53$$

อุปกรณ์	ชนิด (AC/DC)	ชั่วโมงใช้งาน (ช.ม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)				ผลจากการตรวจวัด						ภาระ (%)	การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กระแส (A)			แรงดัน (V)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)		ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง		
							เฟส R	เฟส S	เฟส T								
มอเตอร์ปั๊มน้ำ	AC	24	22	380	43	0.87	29.7	28.7	28.6	378	10.06	0.53	45.74		●	เปลี่ยนขนาดมอเตอร์เป็นขนาด 11 kW	9.43

จะเห็นได้ว่ามอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินไปสามารถทำการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นขนาด 11 kW ซึ่งจะใช้งานได้เต็มสมรรถนะมากกว่า

ตารางที่ 5 - 2

การบันทึกข้อมูลการใช้งานปั๊มน้ำ

หมายเลข	ตำแหน่งติดตั้ง	ขนาดมอเตอร์ (kW)	กระแส (A)			แรงดัน (V)	ความดัน (Psig)		เวลาทำงาน		หมายเหตุ
			เฟส R	เฟส S	เฟส T		ด้านดูด	ด้านจ่าย	เริ่ม	หยุด	

ตารางที่ 5 - 3

การบำรุงรักษาปั๊มน้ำประเภทแรงเหวี่ยงชนิดเพลานอนในแนวราบ

ประจำทุก ☐ วัน ☐ 6 เดือน ☐ 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อปั๊มน้ำ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **ตรวจสอบทุกวัน**					
1. อุณหภูมิร่องลื่น					
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย					
3. การรั่วจากกันรั่ว					
4. การหล่อลื่นกันรั่ว					
5. โหลด (Load) ของปั๊มน้ำ					
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน					
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่มาหล่อเลี้ยงร่องลื่น					
☐ **ตรวจสอบทุก 6 เดือน**					
1. การได้ศูนย์ระหว่างปั๊มน้ำกับต้นกำลัง					
2. การเติมน้ำมันหรือไขให้กับร่องลื่น					
☐ **ตรวจสอบทุก 1 ปี**					
1. การรั่วตามเพลาและการซ่อมบำรุงกันรั่ว					
2. การสึกของปลอกเพลา					
3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันสึก					
4. ทดสอบและปรับแก้เกจวัดต่างๆ ที่ใช้วัดน้ำ					
และกระแสไฟฟ้า					
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่ร่องลื่น					

ตารางที่ 5 - 4

การตรวจสอบระบบอากาศอัด (ประจำวัน)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อเครื่องอัดอากาศ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ..... ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. ระดับน้ำมันหล่อลื่น					
2. ความดันน้ำมันหล่อลื่น					
3. ระบบควบคุมการทำงาน					
4. เครื่องดักไอกลั่นตัว					
5. อินเตอร์คูลเลอร์					
6. อาฟเตอร์คูลเลอร์					
7. วาล์วนิรภัย					
8. การทำงานของวาล์วควบคุมต่าง ๆ					
9. เกจวัดความดันทุกจุด					
10. อื่น ๆ					

ตารางที่ 5 - 5

การบำรุงรักษาระบบอากาศอัด

ประจำทุก ☐ 1 เดือน ☐ 6 เดือน ☐ 1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อเครื่องอัดอากาศ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **การตรวจสอบทุก 1 เดือน**					
1. การรั่วที่แพกกิ้งที่ด้านดูด					
2. การรั่วของน้ำมันหล่อลื่น					
3. ตัวกรองอากาศทางด้านเข้า					
4. การระบายสิ่งสกปรกที่กรองน้ำมันหล่อลื่น					
5. การหล่อลื่นของวาล์วที่ไม่มีภาระ					
6. ระบบความปลอดภัย					
7. อื่นๆ					
☐ **การตรวจสอบทุก 6 เดือน**					
1. สภาพวาล์วควบคุมต่างๆ					
2. ปลอกของลูกสูบ					
3. น้ำมันหล่อลื่นในห้องข้อเหวี่ยง					
4. ไส้กรองน้ำมันหล่อลื่น					
5. ไส้กรองอากาศ					
6. ระบบควบคุมต่างๆ					
7. ระบบท่อและจุดต่อต่างๆ					
8. อื่นๆ					
☐ **การตรวจสอบทุก 1 ปี**					
1. การทำงานของแหวนลูกสูบ					
2. ระบบกรองน้ำมันหล่อลื่น					
3. ตัวจับยึดฐานแท่นเครื่องต่างๆ					
4. น็อตยึดก้านสูบ					
5. ระบบของน้ำ ระบบความร้อนหรือหล่อเย็น					
6. การทำงานของวาล์วนิรภัย					
7. การทำงานของวาล์วควบคุมต่างๆ					
8. การทำงานของเกจวัดความดันต่างๆ					
9. เครื่องดักไอกลั่นตัวของอินเตอร์คูลเลอร์และอาฟเตอร์คูลเลอร์					
10. ความดันของเครื่องอินเตอร์คูลเลอร์ และอาฟเตอร์คูลเลอร์					
11. ระบบท่อส่ง จุดต่อต่างๆ และสภาพของฉนวน					
12. ซีลต่างๆ					
13. อื่นๆ					

บ ท ที่ 6

ระบบทำความร้อน

ในอุตสาหกรรมอาหารโดยทั่วไปจะใช้ความร้อนจากไอน้ำ การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและอุปกรณ์ท่อส่งต่าง ๆ ให้มีสภาพดีพร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ช่วยลดการสูญเสียพลังงานความร้อนจากไอน้ำได้ นอกจากนั้นการนำเอาไอน้ำเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ก็เป็นการประหยัดอีกทางหนึ่งด้วยเช่นกัน

6.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไอน้ำสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

6.1.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ปรับตั้งความดันไอน้ำที่ผลิตได้และความดันไอน้ำใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการ
- เดินเครื่องหม้อไอน้ำให้เหมาะสมกับภาระการใช้งาน
- เก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ (ตารางที่ 6 - 1 ถึง 6 - 2 หน้า 50 - 52)
- ตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำเป็นประจำ (ตารางที่ 6 - 3 ถึง 6 - 4 หน้า 53 - 54)
- บำรุงรักษาหม้อไอน้ำอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง (ตารางที่ 6 - 5 ถึง 6 - 6 หน้า 55 - 56)
- ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อนอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 6 - 7 หน้า 57)
- นำไอน้ำมาอุ่นน้ำมันเตาแทนการใช้อุปกรณ์ทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Heater)
- อุ่นน้ำมันเตาให้ได้อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการใช้งานของแต่ละประเภทและชนิดของหัวฉีด
- ปรับปรุงประสิทธิภาพการเผาไหม้ให้ทำงานอย่างสมบูรณ์เกิดเขม่าน้อย
- นำน้ำโบล์วดาวน์ (น้ำร้อนที่ปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำ) นำมาอุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำก่อนทิ้ง
- นำคอนเดนเสท (น้ำที่เกิดจากการควบแน่นหลังจากถูกใช้งาน) กลับมาใช้ประโยชน์โดยการผสมกับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ หรือนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ

6.1.2 มาตรการที่ต้องเสียเสียค่าใช้จ่าย

- หุ้มฉนวนท่อไอน้ำป้องกันการสูญเสียความร้อนไปในอากาศ
- ติดตั้งชุดอุ่นน้ำ (Economizer) ก่อนเข้าหม้อไอน้ำ
- ติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง
- ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงสำหรับพัดลมเป่าอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้
- ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วกับพัดลมเป่าอากาศ (Combustion Fan)
- ใช้ชุดควบคุมปริมาณออกซิเจน (O_2 Trim Control)
- นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้อุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ตารางที่ 6 - 1

ตารางเก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

รายละเอียด		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
ประเภทหม้อไอน้ำ				
ขนาดที่ออกแบบไว้	ความดันไอน้ำ (กก./ซม.^{2})			
	อัตราการระเหย (ตัน/ชั่วโมง)			
รูปร่างภายนอก	กว้าง (เมตร)			
	ยาว (เมตร)			
	สูง (เมตร)			
	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)			
พื้นที่ผิวถ่ายเทความร้อน (ตารางเมตร)				
ชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้				
อัตราการใช้เชื้อเพลิง (ลิตร/ชั่วโมง)				
ประสิทธิภาพ (%)				
ชื่อผู้ผลิต				
เดือน/พ.ศ. ที่ติดตั้งใช้งาน				
สถานที่ใช้งาน				
ชั่วโมงการใช้งาน/ปี				
ข้อมูลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้				
อุณหภูมิไอเสีย (˚C)				
อุณหภูมิแวดล้อม (˚C)				
ปริมาณของออกซิเจน (%)				
ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (%)				
ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ (%)				
ความดันไอเสีย (นิ้วน้ำ)				
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ (%)				
หมายเหตุ				

ตารางที่ 6 - 2

ตารางจดบันทึกข้อมูลประจำวันของหม้อไอน้ำ

บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm^2	ระดับน้ำในหลอดแก้วที่		ปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำ			เชื้อเพลิง					อุณหภูมิที่ปล่องไฟ	หมายเหตุ
			1	2	ความดัน	อุณหภูมิน้ำเข้า	หมายเลขมิเตอร์น้ำ	ความดัน	อุณหภูมิ		หมายเลขมิเตอร์	อุณหภูมิที่ถังพัก		
									ก่อน	หลัง				
01:00														
02:00														
03:00														
04:00														
05:00														
06:00														
07:00														
08:00														
09:00														
10:00														
11:00														
12:00														

ความดันไอน้ำโดยเฉลี่ย ..... kg/cm^2

อุณหภูมิที่ปล่องไฟโดยเฉลี่ย ..... $^{\circ}$C

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ..... kg/hr

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ .....

อัตราการไหลของเชื้อเพลิง ..... kg/hr หรือ ลิตร/hr

ระบายน้ำไบล์วดาวน์ประมาณ ..... วินาที จำนวน ..... ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง

ตรวจสอบสัญญาณเตือนภัยเวลา .....

ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา .....

ตรวจสอบลิ้นนิรภัยเวลา .....

ข้อสังเกต .....

(ลงชื่อ) .....

ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ

หมายเหตุ : ให้กรอกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm^2	ระดับน้ำในหลอดแก้วที่		ปั๊มน้ำเข้าหม้อไอน้ำ			เชื้อเพลิง					อุณหภูมิที่ปล่องไฟ	หมายเหตุ
			1	2	ความดัน	อุณหภูมิน้ำเข้า	หมายเลขมิเตอร์น้ำ	ความดัน	อุณหภูมิ		หมายเลขมิเตอร์	อุณหภูมิที่ถังพัก		
									ก่อน	หลัง				
13:00														
14:00														
15:00														
16:00														
17:00														
18:00														
19:00														
20:00														
21:00														
22:00														
23:00														
24:00														

ความดันไอน้ำโดยเฉลี่ย ..... kg/cm^2

อุณหภูมิที่ปล่องไฟโดยเฉลี่ย ..... ˚C

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ..... kg/hr

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ .....

อัตราการไหลของเชื้อเพลิง ..... kg/hr หรือ ลิตร/hr

ระบายน้ำไบล์วดาวน์ประมาณ ..... วินาที จำนวน ..... ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง

ตรวจสอบสัญญาณเตือนภัยเวลา .....

ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา .....

ตรวจสอบลิ้นนิรภัยเวลา .....

ข้อสังเกต .....

(ลงชื่อ) .....

ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ

หมายเหตุ : ให้กรอกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 6 - 3

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก ☐ วัน ☐ สัปดาห์ ☐ เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
☐ **ตรวจสอบประจำวัน**					
1. หลอดแก้วแสดงระดับน้ำในหม้อไอน้ำ					
2. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
3. คุณสมบัติของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ					
4. สัญญาณเตือนภัยหากระดับน้ำผิดปกติ					
5. วาล์วข้อต่อและท่อ					
6. วาล์วถ่ายน้ำทิ้ง					
☐ **ตรวจสอบประจำสัปดาห์**					
1. ปั๊มน้ำ					
2. เครื่องปรับปรุงคุณภาพน้ำ					
3. วาล์วนิรภัย					
4. ชุดหัวฉีดน้ำมัน					
5. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
6. เตาไฟ					
☐ **ตรวจสอบประจำเดือน**					
1. กระจกส่องตรวจสอบเพื่อดูการเผาไหม้					
2. วาล์วกันกลับ					

ตารางที่ 6 - 4

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก ☐ 3 เดือน ☐ 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการตรวจสอบ.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. ท่อน้ำ					
2. ท่อไฟ					
3. เพดานเตาด้านสัมผัสไฟ					
4. อิฐทนไฟ					
5. ฉนวนกันความร้อน					
6. เหล็กยึดโครง					
7. ฝาหอย					
8. ช่องทำความสะอาด					
9. ถังพักไอน้ำ					
10. อุปกรณ์แยกน้ำ					
11. เครื่องดักไอน้ำ					

ตารางที่ 6 - 5

ตารางการบำรุงรักษา การปรับปรุงแก้ไขและทำความสะอาดหม้อไอน้ำ

ประจำทุก ☐ 3 เดือน ☐ 6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. หลอดแก้วแสดงระดับน้ำ					
2. วาล์วและท่อต่าง ๆ					
3. วาล์วถ่ายน้ำทิ้ง					
4. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
5. ปั๊มน้ำ					
6. วาล์วกันกลับ					
7. ชุดหัวฉีด					
8. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
9. ไส้กรองน้ำมัน					
10. วาล์วนิรภัย					
11. เตาไฟ					

ตารางที่ 6 - 6

ตารางการบำรุงรักษา การปรับปรุงแก้ไขและทำความสะอาดหม้อไอน้ำประจำปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ..... ตันไอน้ำ/ช.ม.

ชนิดของหัวเผา.....เกรดของน้ำมันเตา.....

ชื่อผู้ทำการบำรุงรักษา.....ชื่อหัวหน้าผู้ควบคุม.....

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. สวิตช์ควบคุมความดันไอน้ำ					
2. เกจวัดความดันไอน้ำ					
3. ท่อที่ต่อเข้าเกจวัดความดัน					
4. สัญญาณเตือนภัยหากระดับน้ำผิดปกติ					
5. ถังเก็บน้ำมัน					
6. ท่อน้ำ					
7. ท่อไฟ					
8. เพดานด้านสัมผัสไฟ					
9. อิฐทนไฟ					
10. ฉนวนกันความร้อน					
11. ปลั๊กหลอมละลาย					
12. เหล็กยึดโครง					
13. อุปกรณ์แยกน้ำ					
14. เครื่องดักไอน้ำ					
15. ความปลอดภัยอื่นๆ ของหม้อไอน้ำ					

ตารางที่ 6 - 7

การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อน

ลำดับ	รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	รุ่น/แบบ	อายุการใช้งาน	ผลการตรวจสอบ							ปรับปรุงแก้ไข	หมายเหตุ
				ฉนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยรั่ว	รอยแตก	สายพาน		

หมายเหตุ

ระดับ	ฉนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียงสะท้อน	รอยรั่วซึม	รอยแตกร้าว	สายพาน
1	ชำรุดมาก	100%	มาก	ดังมาก	มาก	มาก	หย่อน/ตึง
2	ชำรุดปานกลาง	80%	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างดังมาก	ค่อนข้างมาก	ค่อนข้างมาก	
3	ชำรุดน้อย	60%	ปานกลาง	ดังปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ค่อนข้างหย่อน/ตึง
4	เสื่อม	40%	น้อย	ดังน้อย	น้อย	น้อย	
5	สมบูรณ์	20%	ไม่มี	ไม่ดัง	ไม่มี	ไม่มี	พอดี

ตัวอย่าง

การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อน

ลำดับ	รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	รุ่น/แบบ	อายุการใช้งาน	ผลการตรวจสอบ							ปรับปรุงแก้ไข	หมายเหตุ
				ฉนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยรั่ว	รอยแตก	สายพาน		
1	เครื่องอบ		5	3	5	2	5	5	5	5	ทำความสะอาด	
2	เครื่องย่าง		3	5	-	4	5	5	5	5	-	
3	เครื่องนึ่ง		7	3	5	3	3	3	3	-	-	

เอกสารอ้างอิง

1. คู่มือผู้จัดการพลังงานที่ดี (The Good Energy Manager's Guide), แนวทางการปฏิบัติงานที่ดีในการจัดการด้านพลังงาน, ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2. รูปแบบของการจัดการด้านพลังงาน (Aspects of Energy Management), ศูนย์ทรัพยากรฝึกอบรม เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
3. ข้อแนะนำการใช้หม้อน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, พิมพ์ครั้งที่ 3, ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, เมษายน 2543.
4. ข้อแนะนำการประหยัดไฟฟ้าในอาคาร (B3), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สิงหาคม 2544.
5. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน (I7), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, เมษายน 2543.
6. ศิริพรรณ ธงชัย, การประหยัดพลังงาน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
7. ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์, การปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟคเตอร์, เทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้า อุตสาหการ, ฉบับที่ 104, หน้า 72 - 76, กันยายน 2541.
8. อัตราค่าไฟฟ้า, การไฟฟ้านครหลวง, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนตุลาคม 2543.

● พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 5,000 เล่ม พ.ศ. 2547 ● พิมพ์ครั้งที่ 2 *(ฉบับปรับปรุง)* จำนวน 2,000 เล่ม พ.ศ. 2548

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

พัฒนาพลังงานไทย ลดใช้พลังงานชาติ