

คู่มือชุดความรู้

# การอนุรักษ์พลังงาน สำหรับอุตสาหกรรมอาหาร



กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)

กระทรวงพลังงาน

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 อนุรักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม** สำหรับประชาชนทั่วไป และกลุ่มโรงงานและอาคารควบคุม เพื่อให้เกิดความตระหนักรู้เท่าทัน รู้วิธีประหยัดพลังงานอย่างเป็นรูปธรรม

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

พพ. หวังเป็นอย่างยิ่งว่าเอกสารทั้งสองชุดจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้งานและประชาชนทั่วไป และก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจนปรากฏผลลัพท์จริง พร้อมทั้งจะเป็นแรงจูงใจให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมอนุรักษ์พลังงานเร็วยิ่งขึ้น

หากต้องการข้อมูลเพิ่มเติมหรือต้องการคำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และการแก้ปัญหาการอนุรักษ์พลังงานด้านต่างๆ สามารถติดต่อที่หน่วยลูกค้าสัมพันธ์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน หมายเลขโทรศัพท์ 0-2226-2311 หรือ [www.dede.go.th](http://www.dede.go.th) E-mail: [dedeoss@dede.go.th](mailto:dedeoss@dede.go.th)

## รายชื่อเอกสารเผยแพร่ชุด ฐั 'รักษ์พลังงาน จำนวน 16 เล่ม

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

### หมายเหตุ

- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน สั้ม เขียว      เหมาะสำหรับผู้ประชาชนทั่วไป
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน สั้ม      เหมาะสำหรับผู้อาคารและโรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีน้ำเงิน      เหมาะสำหรับผู้โรงงาน
- เอกสารที่มีสันสีสั้ม      เหมาะสำหรับผู้อาคาร
- เอกสารที่มีสันสีเขียว      เหมาะสำหรับผู้บ้านพักอาศัย

## รายชื่อคู่มือชุดความรู้ จำนวน 8 เล่ม

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

บทที่ 1	6
บทนำ	
บทที่ 2	13
การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า	
บทที่ 3	21
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
บทที่ 4	26
ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	
บทที่ 5	39
ระบบขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า	
เอกสารอ้างอิง	58

อุตสาหกรรมอาหาร จัดได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหลักของประเทศ เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีอาชีพทางการเกษตร ดังนั้น การถนอม การแปรรูป และการผลิตอาหารจึงมีความจำเป็นอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมที่ช่วยสนับสนุนและส่งเสริมชาวเกษตรกรให้มีรายได้มากขึ้น ดังนั้น การลดต้นทุนการผลิตสำหรับอุตสาหกรรมอาหาร ก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยให้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรนั้นสามารถดำเนินอยู่ได้ การประหยัดพลังงานเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ตลอดจนการพัฒนาและวิจัยผลิตภัณฑ์อาหารโดยอาศัยระบบการผลิตสมัยใหม่ที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.1 กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหาร

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

### 1.1.1 การรับวัตถุดิบ

### 1.1.2 การคัดเลือก

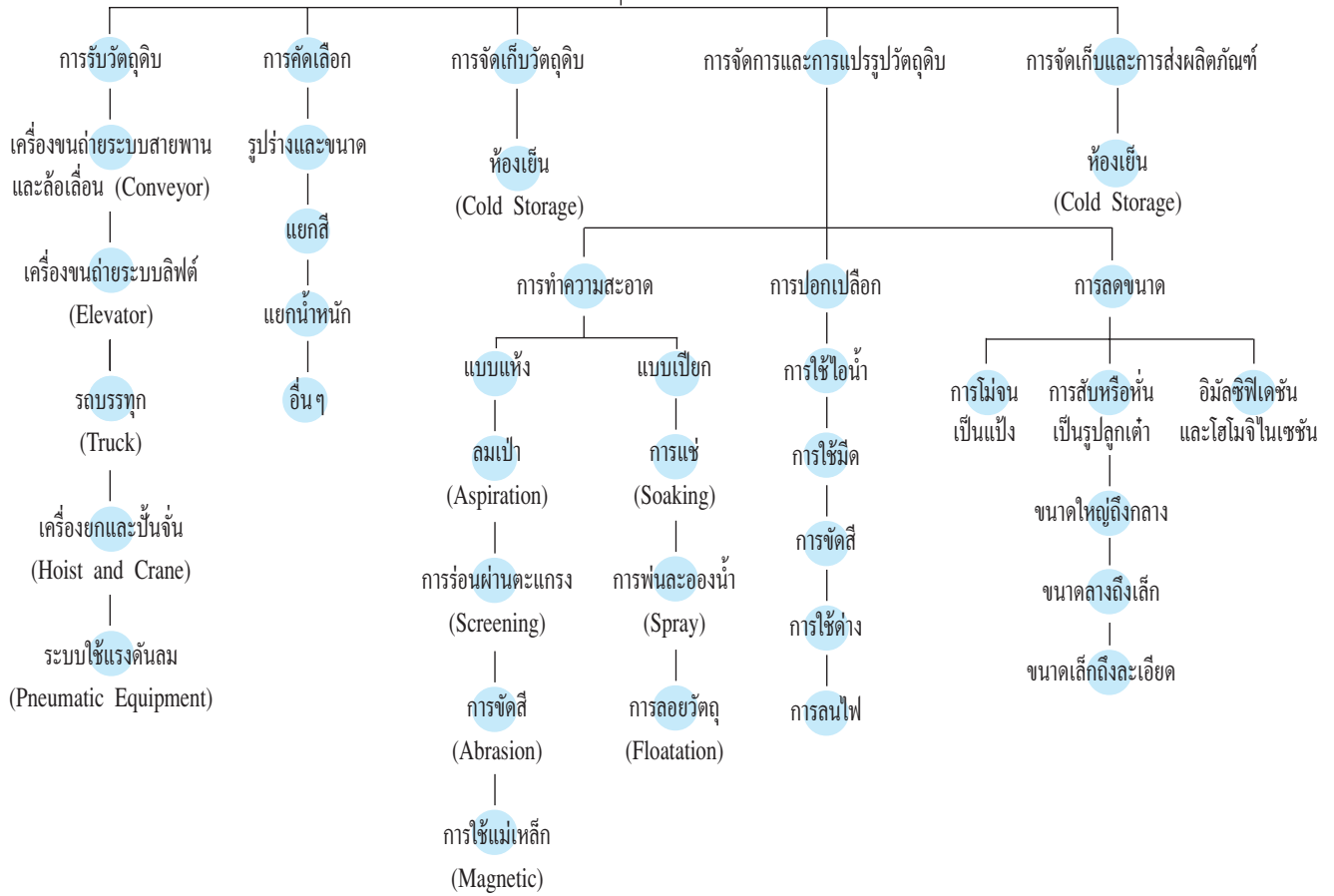
### 1.1.3 การจัดเก็บวัตถุดิบ

### 1.1.4 การจัดการและการแปรรูปวัตถุดิบ

### 1.1.5 การจัดเก็บและการส่งผลิตภัณฑ์

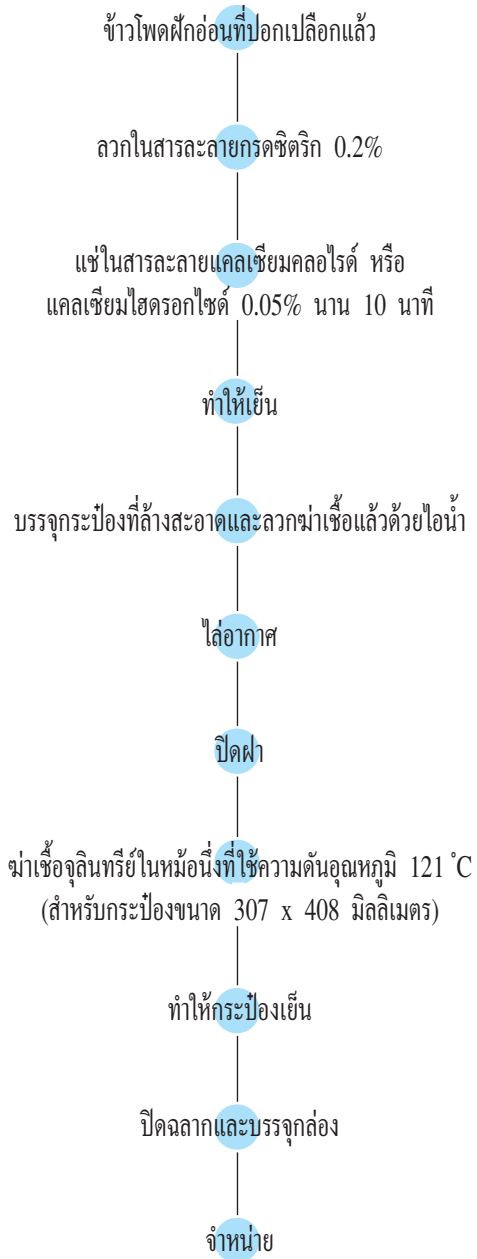
# กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป

## กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป

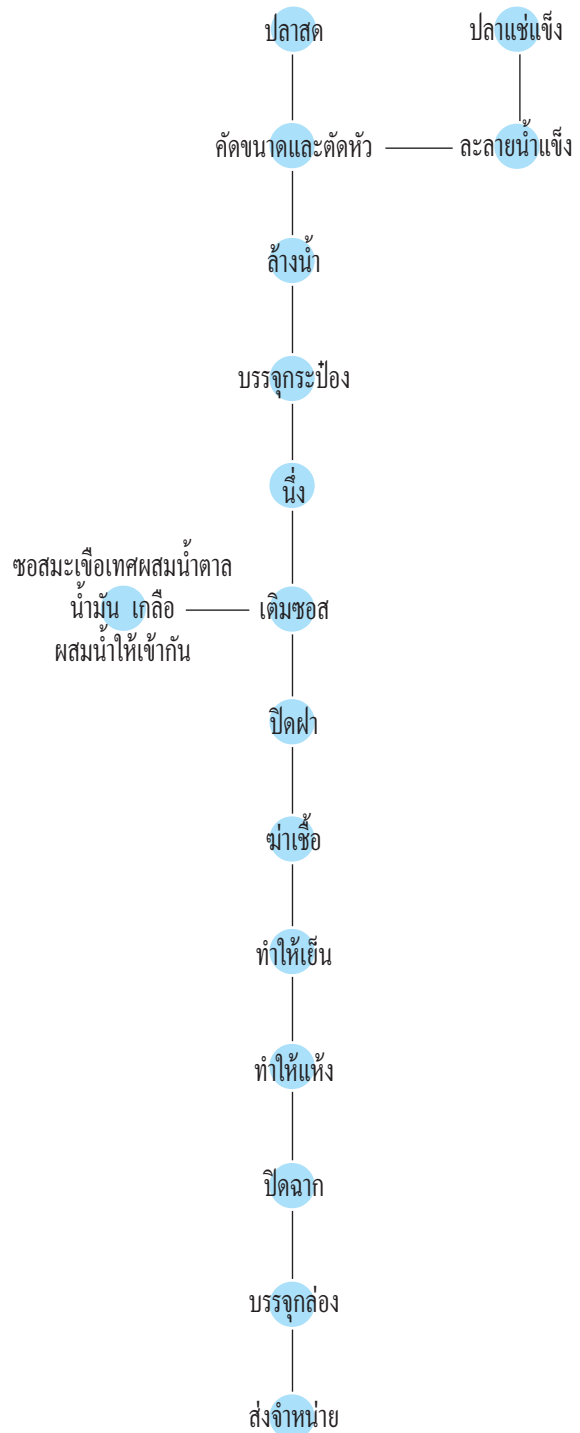


กรรมวิธีการผลิตอาหารแปรรูปชนิดต่างๆ

กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง



กรรมวิธีการผลิตข้าวโพดฝักอ่อนบรรจุกระป๋อง



## 1.2 กระบวนการจัดเก็บและการส่งผลิตภัณฑ์

เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารกระป๋อง ผลิตภัณฑ์อาหารแช่เย็นและอาหารแช่เยือกแข็ง ผลิตภัณฑ์อาหารแห้ง และผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปอื่นๆ เป็นต้น

นอกจากนี้ยังมีลักษณะแตกต่างกันไปอีกด้วย เช่น มีลักษณะเป็นผง ของเหลว ของเหลวที่มีความหนืดสูง ของแข็ง เป็นต้น ดังนั้น จึงมีวิธีการจัดเก็บและขนส่งแตกต่างกันไป

อาหารแบ่งออกตามอุณหภูมิในการเก็บรักษาได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

- อุณหภูมิ  $-1^{\circ}\text{C}$  ถึง  $1^{\circ}\text{C}$  สำหรับพลาสติก เนื้อสด ไส้กรอก เนื้อบด ปลา และเนื้อรมควัน
- อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ถึง  $5^{\circ}\text{C}$  สำหรับอาหารพาสเจอร์ไรซ์ เช่น เนื้อกระป๋อง นม ครีม โยเกิร์ต ผักสลัด แชนดวีซ อาหารอบ พาสตา พืชชา แป้งโด หรือพาสตรีที่ยังไม่อบ
- อุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}$  ถึง  $8^{\circ}\text{C}$  สำหรับเนื้อหรือปลาที่ผ่านการให้ความร้อนจนสุกแล้ว เนื้อหมักที่สุกหรือยังไม่สุก เนย มาร์การีน เนยแข็ง ผลไม้สด

ในช่วงที่เก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในห้องเย็นการควบคุมอุณหภูมิตามที่ต้องการสามารถกระทำได้ แต่ในระหว่างการขนส่งซึ่งมีการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์จะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิเอาไว้ได้ แต่สามารถป้องกันได้โดยการบรรจุอาหารในบรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันการสูญเสียความชื้นได้ และสามารถลดความไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิได้ดังนี้

- ควบคุมอุณหภูมิในการเก็บรักษา
- การใช้ประตูอัตโนมัติและม่านกันอากาศระหว่างขนถ่ายอาหารจากรถบรรทุกแช่เยือกแข็ง
- การเคลื่อนย้ายอาหารระหว่างร้านค้าอย่างรวดเร็ว
- การควบคุมและหมุนเวียนสินค้าคงคลังอย่างถูกต้อง

## 1.3 กระบวนการพิเศษอื่น ๆ

การใช้ก๊าซในกระบวนการผลิตอาหาร เป็นการช่วยรักษาคุณภาพและคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ ไว้ให้นานที่สุด ซึ่งเป็นการช่วยเพิ่มอายุการเก็บรักษาอาหารนั่นเอง กระบวนการบรรจุแบบ Gas Flushing เป็นการบรรจุผลิตภัณฑ์ให้อยู่ภายใต้บรรยากาศของก๊าซชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือก๊าซไนโตรเจน โดยการพ่นก๊าซชนิดที่ต้องการเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุ

ก๊าซที่ใช้สำหรับพ่นเข้าไปแทนที่อากาศภายในภาชนะบรรจุมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซออกซิเจน เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในระบบ Gas Flushing ในอุตสาหกรรมอาหาร คือ ก๊าซไนโตรเจน ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดีดังนี้

- ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ไม่เป็นพิษ จึงใช้ได้กับผลิตภัณฑ์อาหารทุกชนิด
- เป็นก๊าซเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี จึงมักใช้ในการแทนที่ก๊าซออกซิเจน เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันและน้ำมัน หรือปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร
- เป็นก๊าซที่ไม่เกิดการระเบิด และปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
- เป็นก๊าซที่ละลายในน้ำและไขมันได้น้อยมาก จึงสามารถพ่นฟองก๊าซไนโตรเจนผ่านเข้าไปยังวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว เช่น น้ำมัน โดยก๊าซไนโตรเจนจะเข้าไปห่อหุ้มโมเลกุลของน้ำมันทำให้สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและการเหม็นหืน

การพ่นก๊าซไนโตรเจนเข้าไปเพื่อไล่อากาศในภาชนะบรรจุของผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกมันฝรั่งทอดและขนมขบเคี้ยวต่างๆ เป็นขั้นตอนหนึ่งซึ่งช่วยให้ผู้ผลิตสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้นานยิ่งขึ้น ประโยชน์ของการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารโดยใช้วิธี Gas Flushing

- เพื่อเพิ่มอายุการเก็บรักษา ชะลอหรือป้องกันการเสื่อมคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร
- ช่วยลดปริมาณการใช้วัตถุเจือปนอาหาร
- ป้องกันการเกิดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์ภายในภาชนะบรรจุ

ตัวอย่างกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารที่ได้กล่าวมา จะพบว่ากระบวนการเหล่านี้จะใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนเป็นจำนวนมาก ดังนั้น การทำความเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่างๆ ในกระบวนการผลิต จะช่วยให้หาแนวทางการประหยัดพลังงานได้

ความสะอาดเป็นเรื่องที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งเริ่มตั้งแต่การนำวัตถุดิบมาทำความสะอาดด้วยน้ำและเทคนิคต่างๆ เช่น ใช้แรงดัน การสั่น การไหลวน เป็นต้น ถ้าลดการใช้ น้ำลงก็จะช่วยในการประหยัดพลังงานได้ ต่อมาเมื่อนำมาผ่านกระบวนการคัดแยกด้วยวิธีการที่แตกต่างกันไป จะต้องมีการใช้พลังงานทั้งสิ้น

การใช้พลังงานในระบบต่างๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร

กระบวนการผลิต	การใช้พลังงานในระบบต่างๆ					ระบบทำความร้อน
	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า			
			มอเตอร์	อากาศอัด	ปั๊มน้ำ	
คูบทที่ 3	คูบทที่ 4	คูบทที่ 5			คูบทที่ 6	
<b>การรับวัตถุดิบ</b> เครื่องขนถ่ายแบบสายพานและล้อเลื่อน เครื่องขนถ่ายระบบลิฟต์ เครื่องยกและปั้นจั่น			●			
<b>การคัดเลือก</b> รูปร่างและขนาด แยกสี แยกน้ำหนัก	●	●	●		●	
<b>การจัดการและแปรรูปวัตถุดิบ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ การทำความสะอาด</li> <li>แบบเปียก                             <ul style="list-style-type: none"> <li>การแช่</li> <li>การฟ่นละอองน้ำ</li> <li>การลอยวัตถุ</li> </ul> </li> <li>แบบแห้ง                             <ul style="list-style-type: none"> <li>ลมเป่า</li> <li>การร้อนตะแกรง</li> <li>การขัดสี</li> <li>การใช้แม่เหล็ก</li> </ul> </li> <li>■ การปกเปิดเลือก                             <ul style="list-style-type: none"> <li>การใช้ไอน้ำ</li> <li>การใช้มีด</li> <li>การขัดสี</li> <li>การลนไฟ</li> </ul> </li> </ul>			●	●	●	
	●	●	●			●
		●	●			●

กระบวนการผลิต	การใช้พลังงานในระบบต่างๆ					
	ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง	ระบบทำความเย็น และปรับอากาศ	ระบบที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้า			ระบบทำ ความร้อน
			มอเตอร์	อากาศอัด	ปั๊มน้ำ	
คูบทที่ 3	คูบทที่ 4	คูบทที่ 5			คูบทที่ 6	
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ การลดขนาด <ul style="list-style-type: none"> <li>การสับ การหัน</li> <li>การไม่จนเป็นแป่ง</li> </ul> </li> <li>■ การแปรรูปวัตถุดิบ</li> <li>■ การผสมอาหาร</li> <li>■ การขึ้นรูปอาหาร</li> <li>■ ใช้ความร้อน <ul style="list-style-type: none"> <li>การลวก</li> <li>การทอด</li> <li>การอบและการย่าง</li> <li>การพาสเจอร์ไรซ์</li> <li>การสเตอริไรซ์</li> <li>การอัดผ่านเกลียวอัด</li> </ul> </li> <li>■ การคัดเกรด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> <li>●</li> </ul>	
<b>การจัดเก็บผลิตภัณฑ์</b>	●	●	●			

## การวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ถือเป็นต้นทุนหนึ่งที่สำคัญในการประกอบกิจการอุตสาหกรรมอาหาร หากลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้จะเป็นการเพิ่มกำไรโดยตรงในการประกอบการ ดังนั้น ผู้บริหารหรือผู้รับผิดชอบด้านพลังงานควรมีการวางแผนจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมอาหารเสียก่อน การจัดการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจะนำไปสู่การวางแผนและควบคุมการใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อประหยัดการใช้พลังงานและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าควรทำความเข้าใจหลักการคิดคำนวณค่าไฟฟ้า โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 2.1 ส่วนประกอบของค่าไฟฟ้า

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

### 2.2 การจัดการด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า

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

#### 2.2.1 การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า สามารถทำได้โดยลดการสูญเสียและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ เช่น ปิดเครื่องจักรในขณะไม่ใช้งาน เลือกขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงาน ติดตั้งระบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการเปิด - ปิดไฟฟ้าอย่างเหมาะสม

#### 2.2.2 การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลงจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (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) จะช่วยให้ทราบค่าไฟฟ้ารวม และค่าตัวประกอบโหลด สามารถนำมาใช้ในการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น โดยการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลง

ดังนั้น วิธีการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับอุตสาหกรรมอาหารสามารถปฏิบัติได้ ดังนี้

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

### 2.2.3 การลดความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุด

การลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟสูงสุดสามารถทำได้โดยการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction) ระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor : PF) ต่ำ แสดงว่ามีการสูญเสียพลังงานในระบบมาก ส่งผลให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานมากตามไปด้วย การแก้ไขตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยลดการสูญเสียในระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าภายในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นมอเตอร์

## 2.3 วิธีแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

การแก้ไขค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของโรงงาน สามารถทำได้จากการใช้ตารางหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า (รายละเอียดในการติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่เหมาะสม ดูได้จากเอกสารเผยแพร่ชุด ฐู รั กษ์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”)

## 2.4 การจัดการระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรือหม้อแปลงไฟฟ้า

การจัดการในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าที่ดี จะช่วยลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าและช่วยยืดอายุอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งเกี่ยวข้องกับการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในอุตสาหกรรมอาหารมีมาก ทำให้ต้องมีการติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายมาจากการไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้าแรงดันต่ำเพื่อใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในอุตสาหกรรมอาหาร ดังนั้น การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยลดค่าไฟฟ้าได้

### 2.4.1 การใช้หม้อแปลงไฟฟ้าภายในอุตสาหกรรมอาหารอย่างมีประสิทธิภาพ ทำได้โดย

- เก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า (ตารางที่ 2 - 2 หน้า 19)
- ตรวจสอบเช็คสภาพการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เช่น ตรวจสอบวัดกระแส 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)**

ประเภท 4.2.2      ตัวคูณ 1000  
 ค่าพลังงานไฟฟ้า      8,433,851.94 บาท

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า  
 \*\* 61.97% OF 7,552 kW

เพจเจอร์แฟคเตอร์

ค่าบริการ      228.17  
 ( รวมค่าไฟฟ้าและค่าบริการ )

ค่า FT (เพิ่มต่อ) พ      9,437,967.11

ส่วนลด  
 ค่าไฟฟ้ารวม      10,492,884.11  
 ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%      734,501.89  
 รวมเงิน      11,227,386.00

**รวมเงินที่ต้องชำระสุทธิ 11,227,386.00 บาท**



30002570007070134711227386000745

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	กิโลวัตต์

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 xxxxxxxxxx		ประเภทผู้ใช้ xxxxxxxxxx				ค่าใช้จ่ายรวม (บาท)
	พลังงานไฟฟ้า (kWh)	อัตราปกติ	ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW)				
			TOD Tariff		TOU Tariff		
			On Peak	Partial Peak	On Peak	Off Peak	
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

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

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

โรงงานผลิตอาหารแห้งระดับแรงดัน 22 kV ใช้พลังงานไฟฟ้าในเดือนมกราคม เป็นจำนวน 11,939,400 kWh ความต้องการพลังไฟรีแอกทีฟ 10,960 kVar ช่วงหั่วคัมมีความต้องการพลังไฟสูงสุด 18,480 kW ช่วงตอนกลางวันความต้องการพลังไฟสูงสุด 19,580 kW ช่วงตอนกลางคืนมีความต้องการพลังไฟสูงสุด 18,200 kW เสียอัตราค่าไฟฟ้าประเภท 4.1.2

- ช่วงตอนหั่วคัม (On Peak) เวลา 18.30 - 21.30 = 285.05 บาท/kWh ● พลังงานไฟฟ้า = 1.7034 บาท/kWh
- ช่วงตอนกลางวัน (Partial Peak) เวลา 08.00 - 18.30 = 58.88 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 จำนวนกิโลวาร์ที่คิดเงินจำนวนเงิน = 10,960 - (19,580 x 0.6197) = -1,174 kVar (แสดงว่า PF สูงกว่า 0.85 ซึ่งไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้)

จำนวนเงิน

รวมค่าไฟฟ้าฐาน

ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (Ft)

จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า Ft

ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%

(ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า Ft) x 7/100

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

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

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

การเก็บข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า

ชื่อสถานประกอบการ.....

รายละเอียด	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4
ประเภทหม้อแปลงไฟฟ้า	<input type="checkbox"/> แบบแห้ง <input type="checkbox"/> แบบเปียก	<input type="checkbox"/> แบบแห้ง <input type="checkbox"/> แบบเปียก	<input type="checkbox"/> แบบแห้ง <input type="checkbox"/> แบบเปียก	<input type="checkbox"/> แบบแห้ง <input type="checkbox"/> 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 รั้งษ์พลังงาน เรื่อง “การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า”

## ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำกิจกรรมต่างๆ ในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้น สมควรต้องมีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุดซึ่งส่งผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน

### 3.1 การเลือกใช้แสงสว่างที่เหมาะสมกับพื้นที่ในอุตสาหกรรมอาหาร

พื้นที่โดยทั่วไปของอุตสาหกรรมอาหารต้องการแสงสว่างไม่มากนัก ยกเว้นบริเวณตรวจสอบและคัดแยก แต่การเลือกใช้โคมไฟในบางจุดจะต้องพิจารณาเป็นพิเศษ เนื่องจากข้อกำหนดเกี่ยวกับความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งไม่ควรใช้โคมแบบเปิดและทำความสะอาดยาก ดังนั้น ควรเลือกใช้โคมไฟให้เหมาะสมในแต่ละจุด เพื่อเพิ่มคุณภาพของผลการผลิตและลดการใช้พลังงานลง และให้ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

พื้นที่ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร	ลักษณะของแสงสว่างและประเภทของหลอดไฟที่ควรเลือกใช้
การรับและการคัดเลือกว่าดีดูดิบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสง โดยมีระดับความส่องสว่างประมาณ 200 - 300 Lux</li> <li>โดยทั่วไปส่วนของการรับและการคัดเลือกว่าดีดูดิบจะเป็นพื้นที่เปิดสามารถใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในช่วงเวลากลางวันได้ ดังนั้น ควรมีอุปกรณ์ควบคุมการเปิด - ปิดให้ง่ายต่อการใช้งานเพราะในช่วงเวลากลางวันอาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า</li> </ul>
การจัดเก็บและแปรรูปวัตถุดิบ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้แสงสว่างในแต่ละส่วนไม่เท่ากัน แต่สามารถติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงได้ โดยมีระดับความส่องสว่างประมาณ 100 - 500 Lux ขึ้นอยู่กับประเภทของอาหาร ในบางพื้นที่อาจไม่มีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างจากไฟฟ้า เพราะใช้งานในช่วงเวลากลางวันเท่านั้น แสงจากธรรมชาติก็เพียงพอแล้ว ยกเว้นบางจุดจะใช้แสงสว่างมากกว่าพื้นที่อื่นๆ เช่น บริเวณทำความสะอาดก่อนส่งไปยังขบวนการอื่น บริเวณที่ต้องการความปลอดภัยในการทำงาน เช่น การใช้มีด และบริเวณที่ต้องการความปลอดภัยในการผลิตอาหารที่มีคุณภาพ เช่น บรรจุและแยกของเสียหรือของที่ไม่มีคุณภาพ การผสมอาหารเพื่อให้มีคุณภาพตามต้องการ</li> </ul>
การจัดเก็บผลิตภัณฑ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้แสงสว่างค่อนข้างน้อย โดยประมาณตั้งแต่ 100 - 200 Lux</li> <li>ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูงร่วมกับโคมสะท้อนแสงแบบหลอดเดี่ยว</li> </ul>

## 3.2 เกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

### 3.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- เก็บข้อมูลระบบแสงสว่างเพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า (ตารางที่ 3 - 1 หน้า 23)
- หมั่นตรวจเช็คทำความสะอาดหลอดไฟและโคมไฟอยู่เสมอ เพราะฝุ่นละอองที่เกาะหลอดไฟและโคมไฟจะทำให้แสงสว่างลดน้อยลง
- ใช้แสงจากธรรมชาติในเวลากลางวัน (Day Light) ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
- ลดการใช้ความสว่างที่เกินความจำเป็นโดยการ
  - ปิดดวงจรหลอดบริเวณที่แสงสว่างมากเกินไป
  - หริ้ความสว่างของแสงสำหรับหลอดไฟที่ปรับระดับแสงสว่างได้
  - ปิดไฟในส่วนที่ไม่ใช้งาน
- เลือกวิธีให้แสงสว่างและระดับความสว่างที่ตรงกับความต้องการของแต่ละพื้นที่

### 3.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- เลือกใช้โคมไฟที่ช่วยเพิ่มความสว่าง
- เลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมที่มีประสิทธิภาพสูง
- ปรับปรุงระบบการเปิด - ปิดสวิตช์ของอุปกรณ์แสงสว่าง เพื่อให้ใช้งานตามความเป็นจริง
- ใช้เทคนิคการควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน

## 3.3 เทคนิคการควบคุมแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงาน

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



## ตัวอย่าง

## ตารางการเก็บข้อมูลระบบแสงสว่าง

## ข้อมูลสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารประหยัดพลังงาน

ลำดับ	บริเวณ ที่ตรวจวัด	โคมไฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน				ความเข้มการ ส่องสว่างมาตรฐาน (Lux)	ความเข้มการ ส่องสว่างที่วัดได้ (Lux)	ปรับปรุง	ไม่ ปรับปรุง	แนวทางการปรับปรุง	ผลหลังปรับปรุง					ผลต่าง (kW)	
		ชนิด หลอด	จำนวน โคม	หลอด ต่อโคม	กำลังไฟฟ้า ต่อหลอด (W)						กำลังไฟฟ้ รวม (kW)	จำนวน โคม	หลอดต่อ โคม	กำลังไฟฟ้า ต่อหลอด (W)	กำลังไฟฟ้ รวม (kW)		ความเข้มการ ส่องสว่าง ที่วัดได้ (Lux)
1	คัดเลือกขนาด วัตต์ดูบ	FL	36	4	28	4.032	300	320	●								
2	ห้องทดสอบ คุณภาพ	FL	8	3	46	1.104	500	300	●	เปลี่ยนแผ่นสะท้อนแสงจาก แบบโตะสี่ขา เป็นแบบแผ่น เงินสะท้อนแสง			46	1.104	500		
3	ทางเดิน	HPMV	5	1	250	1.25	300	500	●	เนื่องจากค่าความเข้มการ ส่องสว่างเดิมสูงกว่ามาตรฐาน ทำการปลดหลอดออกบางส่วน และติดตั้งกระเบื้องโป๊วแสง บนหลังคาโรงงาน			250	1	400	0.25	

กำลังไฟฟ้รวม = กำลังไฟฟ้ต่อหลอด (W) x จำนวนหลอด

การคิดกำลังไฟฟ้ต่อหลอดของหลอด FL ให้รวมการสูญเสียที่บัลลาสต์ (Ballast) ด้วย

บัลลาสต์แกนเหน็ล็กกรรมตา มีกำลังสูญเสียประมาณ 10 วัตต์

บัลลาสต์แกนเหน็ล็กประสิทธิภาพสูง มีกำลังสูญเสียประมาณ 6 วัตต์

เทคนิคการควบคุมแสงสว่าง	แนวทางปฏิบัติ
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. การลดความสว่างที่เกินความจำเป็น               <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 การควบคุมแสงขณะใช้งาน</li> <li>1.2 การควบคุมเฉพาะช่วงเวลา</li> </ol> </li> <li>2. การปรับความสว่างจากแสงธรรมชาติ</li> <li>3. การใช้อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อเปิด - ปิดไฟฟ้าแสงสว่าง</li> <li>4. การใช้แสงธรรมชาติ</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ปลดวงจรหลอดที่ไม่จำเป็นออก</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์ตั้งเวลาเพื่อควบคุมการเปิด - ปิด</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์หรี่แสงสว่างในเวลาที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามามาก</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวชนิดอัลตราโซนิก หรือชนิดพาสซีฟอินฟราเรด</li> <li>• ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับระดับแสงสว่างจากภายนอกเพื่อส่งสัญญาณควบคุมไปหรี่แสงสว่างจากหลอดไฟ</li> </ul>

## ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

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

### 4.1 วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

**4.1.1** ออกแบบโรงงาน ออกแบบระบบปรับอากาศและวัสดุต่างๆ เพื่อให้ใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

**4.1.2** ปรับปรุงระบบปรับอากาศที่มีอยู่เดิมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

### 4.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ

การอนุรักษ์พลังงานในระบบทำความเย็นและปรับอากาศ สามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย โดยการปรับเปลี่ยนสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ปรับอากาศ เพื่อเป็นการลดปริมาณความร้อนจากภายนอกและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายติดตั้งอุปกรณ์เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงาน

#### 4.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- สำหรับพื้นที่ที่มีการใช้งานไม่เต็มพื้นที่ ควรกำหนดให้เครื่องปรับอากาศทำงานเป็นส่วนๆ ตามพื้นที่ที่ใช้งาน
- ควบคุมปริมาณอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร
- ติดตั้งเครื่องปรับอากาศให้สูงจากพื้นพอสมควร เพื่อให้ลมเย็นกระจายไปทั่วถึงบริเวณต่างๆ ในห้อง เช่น ห้องสำนักงาน ห้องพักคนงาน
- ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและหลอดไฟที่ไม่จำเป็น เพราะเป็นการเพิ่มปริมาณความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ
- ตรวจสอบเครื่องปรับอากาศเป็นประจำเพื่อตรวจสอบว่าเครื่องปรับอากาศทำงานปกติหรือไม่และเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานต่อไป (ตารางที่ 4 -1 ถึง 4 - 5 หน้า 29 - 35)
- ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศทุกๆ เดือน
- ปิดประตูและหน้าต่างให้สนิท

## 4.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ติดตั้งฉนวนบุเพดาน
- ติดตั้งกระจก 2 ชั้น เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งเครื่องควบคุมการจ่ายลม เพื่อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสม
- ติดตั้งม่านกันกันแสงอาทิตย์สำหรับกระจกหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- ติดตั้งแผ่นสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง
- ปลุกต้นไม้รอบๆ อาคารโรงงาน

การที่ระบบปรับอากาศจะทำงานได้เต็มประสิทธิภาพต้องอาศัยการระบายความร้อนที่ดี ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ คือ หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ดังนั้น ควรให้ความเอาใจใส่ในการดูแลรักษาหอระบายความร้อนให้สามารถระบายความร้อนได้เต็มประสิทธิภาพซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

## 4.3 แนวทางการอนุรักษ์พลังงานของหอระบายความร้อน

**4.3.1** ติดตั้งให้ถูกต้อง เช่น ติดตั้งไว้ในบริเวณเปิด อากาศถ่ายเทได้สะดวก ซึ่งจะช่วยให้การระบายความร้อนของหอระบายความร้อนมีประสิทธิภาพสูง ระยะห่างระหว่างหอระบายความร้อนกับสิ่งก่อสร้างอื่นๆ หรือในกรณีที่ตั้งหอระบายความร้อนหลายตัว ต้องเว้นระยะห่างตามที่ผู้ผลิตกำหนด โดยหลีกเลี่ยงการติดตั้งหอระบายความร้อนไว้ใกล้กับบริเวณที่มีก๊าซจากสารเคมี ความร้อนจากหม้อไอน้ำ ปล่องควันไอเสีย สายไฟแรงสูง หรือหม้อแปลงไฟฟ้า และที่สำคัญพื้นที่ที่ทำการติดตั้งหอระบายความร้อนต้องได้ระดับ ไม่เอียง

**4.3.2** ตรวจสอบเช็คทุกเดือน 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 จึงทำให้มีตะกอนและสารละลายตกค้างสะสมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้เกิดการอุดตันในคอยล์ร้อน (Condenser)

การแก้ไขปัญหาดังกล่าวทำได้โดยระบายน้ำทิ้งและเติมน้ำเข้ามาใหม่ เพื่อลดการสะสมของสารละลายต่างๆ ซึ่งจะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในการระบายความร้อนดีขึ้น ช่วยประหยัดพลังงานและยืดอายุการใช้งานของคอยล์ร้อน

## 4.5 ระบายน้ำทิ้ง

การระบายน้ำทิ้งเพื่อลดความเข้มข้นของสารต่างๆ 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

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

ชื่อสถานประกอบการ .....

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า				การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ หลังการปรับปรุง (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)												
	- บังน้ำเย็น (Chilled Water Pump)												
	- บังน้ำระเหยความร้อน (Condenser Water Pump)												
	- หอระเหยความร้อน (Cooling Tower)												
	- ชุดจ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)												
	<b>รวม</b>												

## ตัวอย่าง

การตรวจวัดเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

### ชื่อสถานประกอบการ โรงงานผลิตอาหารประหยัต์พลังงาน

ลำดับ	อุปกรณ์	พิกัด (kW)	ผลการตรวจวัดไฟฟ้า				กำลังไฟฟ้า (kW)	การใช้งาน			การแก้ไขปรับปรุง		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าที่ติดตั้ง หลังการปรับปรุง (kW)
			แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	ชั่วโมง		วัน/เดือน	ประสิทธิภาพ (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง			
			เฟส R	เฟส S	เฟส T		ช.ม./วัน	วัน/เดือน	ประสิทธิภาพ (%)	ไม่ปรับปรุง	ปรับปรุง			
1	เครื่องที่ 1													
	- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)	250	480	465	485	0.78	24	30	95	●				
	- บิมน้ำเย็น (Chilled Water Pump)	11	21	21	21	0.75	24	30	95	●				
	- บิมน้ำระเหยความร้อน (Condenser Water Pump)	15	25	25	25	0.82	24	30	95	●				
	- หอระเหยความร้อน (Cooling Tower)	15	24	24	24	0.77	24	30	95	●				
	- ชุดถ่ายลมเย็น (Air Handling Unit)	0.75	1.5	1.6	1.5	0.75	24	30	95	●				
	<b>รวม</b>													

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							
คอนเดนซิ่งยูนิท	ยี่ห้อ								
	รุ่น								

ลำดับที่	รุ่น	1	2	3	4	5	6	7	8
อุณหภูมิ ภายนอกอาคาร	อุณหภูมิ (°C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
อุณหภูมิ คอนเดนซิ่งยูนิต	เข้า (°C)								
อุณหภูมิห้อง	อุณหภูมิ (°C)								
	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)								
พิกัดทางไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า (V)								
	กระแสไฟฟ้า (A)								
	กำลังไฟฟ้า (kW)								
การตรวจวัด ทางไฟฟ้า	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) แบบติดตั้งต่าง
- ลักษณะการติดตั้ง (1) แขนงเพดาน (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

บันทึกการทำงานประจำวันของเครื่องทำความเย็นชนิดระเหยความร้อนด้วยน้ำ

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																

การบำรุงรักษาเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ประจำทุก  3 เดือน  1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

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

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

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 3 เดือน					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดโซลินอยด์วาล์วของ ออยล์คูลเลอร์					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำปี					
1. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					
2. ตรวจสอบการรั่วซึม					
3. ตรวจสอบสวิตช์และหน้าสัมผัสทุกตัว					
4. ตรวจสอบจุดต่อที่ขันด้วยน็อตให้แน่น					
5. ตรวจสอบและทำความสะอาดตู้ควบคุม					
6. ตรวจสอบค่าความสะอาดของคอยล์ของท่อคอนเดน- เซอร์ในซิลเลอร์โดยใช้สารเคมี					
7. ตรวจสอบอุปกรณ์หลัก ๆ ของซิลเลอร์					
8. เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องอัดน้ำยาพร้อมไส้กรองน้ำมัน					
9. เปลี่ยนตัวไส้กรองน้ำยาหรือสารทำความเย็น					
10. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติเนื่องจากการสันสะเทือน					
11. ตรวจสอบการทำงานของเกจวัดความดันต่างๆ					

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	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 เดือน					
1. ทำความสะอาดคอยล์					
2. ทำความสะอาดถาดน้ำทิ้ง					
3. ทำความสะอาดท่อระบายน้ำ					
4. ทำความสะอาดโบลเวอร์ (Blower)					
5. ตรวจสอบอัตราการบีบอัด					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิทช์แม่เหล็ก					
7. ทำการล้างกรองสเตรนเนอร์					
8. ตรวจสอบการทำงานของวาล์วทีมเมอร์					
9. ตรวจสอบการทำงานของเทอร์โมสแตท					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. ทำความสะอาดตัวกรองอากาศ					
2. ตรวจสอบคอยล์					
3. ตรวจสอบสายพาน					
4. การปรับตั้งสายพาน					
5. ตรวจสอบท่อระบายน้ำ					
6. ตรวจสอบหน้าสัมผัสสวิทช์แม่เหล็ก					
7. ตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม					
8. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและน้ำกลับ					
9. ตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ					
10. ตรวจสอบความดันน้ำ					
11. ตรวจสอบอุณหภูมิของลมกลับ					
12. ตรวจสอบคูการสันและเสียงที่ดังผิดปกติ					
13. ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า					



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	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 เดือน					
1. กระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์					
2. การทำงานของลูกลอยและระดับน้ำ					
3. ตรวจสอบระบบไฟฟ้าที่ควบคุมมอเตอร์					
4. ตรวจสอบสายพานหรือพูลเลย์ (Pulley)					
5. ตรวจสอบระดับของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
6. ตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					
7. ตรวจสอบถาดรองน้ำ					
8. ตรวจสอบลูกลอย					
9. ตรวจสอบเสียงที่ดังผิดปกติ					
10. ตรวจสอบการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 3 เดือน					
1. ตรวจสอบขั้วสายไฟฟ้าและข้อต่อต่างๆ					
2. ตรวจสอบความตึงของลวดยึดโยงท่อน้ำ					
3. ตรวจสอบและล้างตัวกรองสเตรนเนอร์					
4. ตรวจสอบและหล่อลื่นแบร์ริงมอเตอร์					
5. ตรวจสอบการทำงานของหัวฉีดว่าอุดตันหรือไม่					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. ตรวจสอบและทำความสะอาดพัดลม					
2. ตรวจสอบและทำความสะอาดมอเตอร์และเกียร์ (ถ้ามี)					
3. ตรวจสอบและทำความสะอาดตัวกรองและถาดรองน้ำ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. ตรวจสอบการทำงานและเปลี่ยนน้ำมันเกียร์ (ถ้ามี)					

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสำหรับหอยระบายความร้อน

ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์		ค่าความเป็นกรด-ต่าง (pH)		ค่าความกระด้าง		ค่าสารคลอไรด์		รอบการทำงาน *	ความสะอาดของน้ำ **
มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้	มาตรฐาน	วัดได้		

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

\*\* ความสะอาดของน้ำ = (จำนวนรอบการทำงาน x ค่าความกระด้างของน้ำเดิม) - ค่าความกระด้างของน้ำเย็นที่ได้

## ระบบขับเคลื่อนโดยใช้อิเล็กทรอนิกส์

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

### 5.1 ระบบต่างๆ ของโรงงานอุตสาหกรรมอาหารที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อน

#### 5.1.1 ระบบขนส่งภายในโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

อุตสาหกรรมอาหารมีการใช้อุปกรณ์ในการขนส่งเพื่อความสะดวกและประหยัดเวลา และอุปกรณ์ที่ใช้งานนี้ต้องอาศัยมอเตอร์ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงวัตถุดิบ

#### 5.1.2 ระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย

ระบบประปาและการบำบัดน้ำเสียเป็นระบบที่สำคัญอีกระบบหนึ่งของอุตสาหกรรมอาหาร เพราะกระบวนการผลิตบางขั้นตอนมีการใช้น้ำมาก และน้ำที่ผ่านขั้นตอนการผลิตต่างๆ แล้วจะเป็นน้ำทิ้งที่มีสิ่งสกปรกปนอยู่ด้วย ดังนั้น จึงต้องมีการบำบัดก่อนปล่อยทิ้งไปเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ระบบดังกล่าวต้องใช้ปั๊มน้ำในการสูบน้ำ และปั๊มน้ำอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนให้เกิดการทำงาน ดังนั้น ควรมีการตรวจสอบดูแลเพื่อให้ปั๊มน้ำทำงานอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการประหยัดพลังงาน

### 5.2 เทคนิคการอนุรักษ์พลังงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การอนุรักษ์พลังงานในมอเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำได้ทั้งแบบที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและแบบที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย ซึ่งได้แก่

#### 5.2.1 มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- ทำการเก็บข้อมูลมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปเปรียบเทียบระหว่างค่าฟิวด์มอเตอร์กับค่าที่วัดได้แต่ละครั้ง (ตารางที่ 5 - 1 หน้า 43) จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจเลือกใช้มอเตอร์ที่มีขนาดเหมาะสม
- ตรวจสอบสภาพการระบายความร้อนของมอเตอร์เป็นประจำ
- ตรวจสอบระบบทางกลไกของมอเตอร์เป็นประจำ

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

### 5.2.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

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

## 5.3 ปั้มน้ำ

เป็นเครื่องมือกลที่ทำหน้าที่เพิ่มพลังงานให้กับน้ำหรือของเหลว แหล่งพลังงานที่ทำหน้าที่ขับปั้มน้ำ อาจจะเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า เครื่องยนต์ แรงลม แรงคน หรือพลังงานจากแหล่งอื่น ๆ แต่ที่นิยมใช้คือมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อทำให้น้ำหรือของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่าหรือในระยะที่ไกลออกไป

### 5.3.1 การเลือกปั้มน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร

โรงงานผลิตอาหารใช้ปั้มน้ำสำหรับสูบน้ำเข้าไปใช้กระบวนการผลิตต่างๆ การใช้ในระบบประปาและระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทั่วไปเป็นปั้มน้ำชนิดแรงเหวี่ยง (Centrifugal) ซึ่งจำเป็นต้องพิจารณาให้ละเอียดมากขึ้น เนื่องจากมีขนาดใหญ่จะมีเรื่องของราคาและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องทราบก่อนการเลือกมีดังนี้

- ชนิดของน้ำที่ต้องการสูบ อุณหภูมิ ความหนืด ความหนาแน่น
- อัตราการสูบ (Flow Rate) ที่ต้องการ
- ความดันหรือความสูงที่ต้องยกน้ำนั้นๆ ขึ้นไป หรือที่เรียกกันว่า เฮด (Head)
- ความเร็วรอบของปั้มน้ำ
- สถานะทางด้านคุณสมบัติของปั้มน้ำ (ค่า NPSH<sub>r</sub>)
- ขนาดท่อและสถานะการติดตั้ง
- ข้อมูลจากผู้แทนจำหน่ายปั้มน้ำ ได้แก่ Pump Curve

ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นสิ่งที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกขนาดของปั้มน้ำให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละประเภท

### 5.3.2 การใช้ปั้มน้ำให้ประหยัดพลังงาน

- เลือกปั้มน้ำซึ่งมีการทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดใกล้เคียงกับจุดใช้งาน
- ไม่ควรเผื่อขนาดปั้มน้ำให้มีขนาดใหญ่จนเกินไป
- กรณีมอเตอร์เดิมเสีย เลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงในปั้มน้ำแทนการใช้มอเตอร์แบบมาตรฐานทั่วไป
- ใช้ระบบปรับความเร็วรอบ (VSD Control) ในปั้มน้ำแทนการปิดวาล์ว หรือแทนการเปิดให้ไหลวนกลับ (Bypass) จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า
- ติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) หรือเครื่องตั้งเวลา เพื่อควบคุมการทำงานและหยุดการใช้งานของปั้มน้ำที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (On Peak)
- ติดตั้งระบบถังเก็บน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการน้ำในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
- บันทึกข้อมูลการใช้ปั้มน้ำอย่างสม่ำเสมอเพื่อวัดประสิทธิภาพ (ตารางที่ 5 - 2 หน้า 45)
- จัดตารางการบำรุงรักษาปั้มน้ำอย่างสม่ำเสมอ (ตารางที่ 5 - 3 หน้า 46)

## 5.4 ระบบอากาศอัด

เครื่องจักรในอุตสาหกรรมอาหารมีการใช้ลมในการขับเคลื่อนส่วนที่มีการเคลื่อนไหวต่างๆ การที่จะทำให้ลมมีแรงดันสูงพอที่จะขับเคลื่อนเครื่องจักรต่างๆ ได้นั้น จำเป็นต้องอาศัยเครื่องอัดอากาศ (Air Compressor) และท่อส่งลม ดังนั้น จึงควรมีการบริหารจัดการอุปกรณ์เหล่านี้ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

**การบริหารจัดการอุปกรณ์เครื่องอัดอากาศให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ**

### 5.4.1 เครื่องอัดอากาศ

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

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

## 5.4.2 การควบคุมความดัน

จำเป็นต้องตรวจสอบจุดต่างๆ 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
- เกิดการรั่วตามท่อหรือสายลมต่างๆ หรือไม่
- วาล์วเปิด - ปิด (Stop Valve) สนิทหรือไม่

ตารางที่ 5 - 1

การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของมอเตอร์

อุปกรณ์	ชนิด (AC/DC)	ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)			ผลจากการตรวจวัด				ภาวะ (%)	การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)	
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กระแส (A)	แรงดัน (V)	กำลังไฟฟ้า (kW)		ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	ไม่ปรับปรุง			ปรับปรุง

สมการที่ใช้ในการคำนวณ

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

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

$$\text{หมายเหตุ : } \sqrt{3} = 1.732$$

## 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 (ชม./วัน)	พิกัดมอเตอร์ (ค่าจากป้ายเครื่อง)			ผลจากการตรวจวัด				ภาระ (%)	การปรับปรุงแก้ไข		วิธีปรับปรุง	กำลังไฟฟ้าหลังจากการปรับปรุง (kW)		
			กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	กำลังไฟฟ้า (kW)	แรงดัน (V)	กระแส (A)		ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF)	ไม่ปรับปรุง			ปรับปรุง	
มอเตอร์ปั๊มน้ำ	AC	24	22	380	43	0.87	29.7	28.7	28.6	378	10.06	0.53	45.74	<input checked="" type="checkbox"/>	เปลี่ยนขนาดมอเตอร์เป็นขนาด 11 kW	9.43

จะเห็นว่ามอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินไปสามารถทำการเปลี่ยนมอเตอร์ให้เป็นขนาด 11 kW ซึ่งจะใช้งานได้เต็มสมรรถนะมากกว่า



การบำรุงรักษาปั้มน้ำประเภทแรงเหวี่ยงชนิดเพลานอนในแนวนอน

ประจำทุก  วัน  6 เดือน  1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

ยี่ห้อปั้มน้ำ.....รุ่น.....หมายเลขเครื่อง.....

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

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุกวัน					
1. อุณหภูมิร่อนด้น					
2. ความดันทางท่อดูดและท่อจ่าย					
3. การรั่วจากกันรั้ว					
4. การหล่อลื่นกันรั้ว					
5. โหลด (Load) ของปั้มน้ำ					
6. ระดับเสียงและการสั่นสะเทือน					
7. ระดับน้ำมันหล่อลื่นที่มาหล่อเลี้ยงร่อนด้น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. การได้ศูนย์ระหว่างปั้มน้ำกับต้นกำลัง					
2. การเติมน้ำมันหรือไขให้กับร่อนด้น					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. การรั่วตามเพลลาและการซ่อมบำรุงกันรั้ว					
2. การสึกของปลอกเพลลา					
3. ช่องว่างระหว่างใบพัดและแหวนกันสึก					
4. ทดสอบและปรับแก้เกจวัดต่างๆ ที่ใช้วัดน้ำและกระแสไฟฟ้า					
5. เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นและไขที่ร่อนด้น					

การตรวจสอบระบบอากาศอัด (ประจำวัน)

วันที่.....เดือน.....ปี.....

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

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

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
1. ระดับน้ำมันหล่อลื่น					
2. ความดันน้ำมันหล่อลื่น					
3. ระบบควบคุมการทำงาน					
4. เครื่องตัดไอก้อนตัว					
5. อินเทอร์คูลเลอร์					
6. ออฟดีเทอร์คูลเลอร์					
7. วาล์วนิรภัย					
8. การทำงานของวาล์วควบคุมต่างๆ					
9. เกจวัดความดันทุกจุด					
10. อื่นๆ .....					

การบำรุงรักษาระบบอากาศอัด

ประจำทุก  1 เดือน  6 เดือน  1 ปี

วันที่.....เดือน.....ปี.....

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

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

รายการที่ต้องบำรุงรักษา	ผลการบำรุงรักษาและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> การตรวจสอบทุก 1 เดือน					
1. การรั่วที่แพกกิ้งที่ด้านดูด					
2. การรั่วของน้ำมันหล่อลื่น					
3. ตัวกรองอากาศทางด้านเข้า					
4. การระบายสิ่งสกปรกที่กรองน้ำมันหล่อลื่น					
5. การหล่อลื่นของวาล์วที่ไม่มีภาระ					
6. ระบบความปลอดภัย					
7. อื่นๆ .....					
<input type="checkbox"/> การตรวจสอบทุก 6 เดือน					
1. สภาพวาล์วควบคุมต่างๆ					
2. ปลอกของลูกสูบ					
3. น้ำมันหล่อลื่นในห้องข้อเหวี่ยง					
4. ใ้กรองน้ำมันหล่อลื่น					
5. ใ้กรองอากาศ					
6. ระบบควบคุมต่างๆ					
7. ระบบท่อและจุดต่อต่างๆ					
8. อื่นๆ .....					
<input type="checkbox"/> การตรวจสอบทุก 1 ปี					
1. การทำงานของแหวนลูกสูบ					
2. ระบบกรองน้ำมันหล่อลื่น					
3. ตัวจับยึดฐานแทนเครื่องต่างๆ					
4. นี้อคยี้ค้ำสูบ					
5. ระบบของน้ำ ระบบความร้อนหรือหล่อเย็น					
6. การทำงานของวาล์วรักษา					
7. การทำงานของวาล์วควบคุมต่างๆ					
8. การทำงานของเกจวัดความดันต่างๆ					
9. เครื่องตัดไอกถันตัวของอินเตอร์คูลเลอร์และอาฟเตอร์คูลเลอร์					
10. ความดันของเครื่องอินเตอร์คูลเลอร์ และอาฟเตอร์คูลเลอร์					
11. ระบบท่อส่ง จุดต่อต่างๆ และสภาพของฉนวน					
12. ซีลต่างๆ					
13. อื่นๆ .....					

## ระบบทำความร้อน

ในอุตสาหกรรมอาหารโดยทั่วไปจะใช้ความร้อนจากไอน้ำ การบำรุงรักษาหม้อไอน้ำและอุปกรณ์ท่อส่งต่าง ๆ ให้มีสภาพดีพร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ ช่วยลดการสูญเสียพลังงานความร้อนจากไอน้ำได้ นอกจากนี้ การนำเอาไอน้ำเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ก็เป็นการประหยัดอีกทางหนึ่งด้วยเช่นกัน

### 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
- นำน้ำโบล์ดวอร์ม (น้ำร้อนที่ปล่อยทิ้งจากหม้อไอน้ำ) นำมาอุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำก่อนทิ้ง
- นำคอนเดนเสท (น้ำที่เกิดจากการควบแน่นหลังจากถูกใช้งาน) กลับมาใช้ประโยชน์โดยการผสมกับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ หรือนำมาแลกเปลี่ยนความร้อนกับน้ำป้อนหม้อไอน้ำ

#### 6.1.2 มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย

- หุ้มฉนวนท่อไอน้ำป้องกันการสูญเสียความร้อนไปในอากาศ
- ติดตั้งชุดอุ่นน้ำ (Economizer) ก่อนเข้าหม้อไอน้ำ
- ติดตั้งเครื่องอุ่นอากาศซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้เชื้อเพลิง
- ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงสำหรับพัดลมเป่าอากาศเพื่อใช้ในการเผาไหม้
- ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วกับพัดลมเป่าอากาศ (Combustion Fan)
- ใช้ชุดควบคุมปริมาณออกซิเจน (O<sub>2</sub> Trim Control)
- นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้อุ่นน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ

ตารางเก็บข้อมูลและตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ

รายละเอียด		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3
ประเภทหม้อไอน้ำ				
ขนาดที่ออกแบบไว้	ความดันไอน้ำ (กก./ซม. <sup>2</sup> )			
	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				
<b>ข้อมูลการตรวจวัดประสิทธิภาพการเผาไหม้</b>				
อุณหภูมิไอเสีย ( °C)				
อุณหภูมิแวดล้อม ( °C)				
ปริมาณของออกซิเจน (%)				
ปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ (%)				
ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์ (%)				
ความดันไอเสีย (นิ้วน้ำ)				
ประสิทธิภาพการเผาไหม้ (%)				
หมายเหตุ				

**ตารางที่ 6 - 2**

**ตารางจุดบันทึกข้อมูลประจำวันของหม้อไอน้ำ**

**บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)**

วันที่.....เดือน.....ปี.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm <sup>2</sup>	ระดับน้ำในหลอดแก้วที่		ปริมาณน้ำที่หม้อไอน้ำ		เชื้อเพลิง			อุณหภูมิที่คองไฟ	หมายเหตุ	
			1	2	ความดัน	อุณหภูมิเข้า	ความดัน	อุณหภูมิ ก่อน	หลัง			อุณหภูมิที่ถึงพัก
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<sup>2</sup>

อุณหภูมิที่คองไฟโดยเฉลี่ย ..... °C

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ..... kg/hr

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ .....

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

ระบบน้ำป้อนแล้วความประมาณ ..... วินาที จำนวน ..... ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง

ตรวจสอบสัณฐานเดือนกับเวลา .....

ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา .....

ตรวจสอบเดินกับเวลา .....

ข้อสังเกต .....

หมายเหตุ : ให้กรอกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

## บันทึกรายงานประจำวันของหม้อไอน้ำ (สำหรับเชื้อเพลิงเหลว)

วันที่.....เดือน.....ปี.....พ.ศ.....

เวลา	ชื่อผู้ควบคุม	ความดันไอน้ำ bar หรือ kg/cm <sup>2</sup>	ระดับน้ำในหลอดแก้วที่		ปริมาณน้ำที่หม้อไอน้ำ		เชื้อเพลิง				อุณหภูมิที่ปล่อยไป	หมายเหตุ	
			1	2	ความดัน	อุณหภูมิเข้า	ความดัน	อุณหภูมิ ก่อน	อุณหภูมิ หลัง	หมายเลขเตา			อุณหภูมิที่ดังพัก
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<sup>2</sup> ตรวจสอบสัญญาณเตือนภัยเวลา .....

อุณหภูมิที่ปล่อยไปโดยเฉลี่ย ..... °C ตรวจสอบเครื่องควบคุมระดับน้ำเวลา .....

อัตราการไหลของน้ำป้อนเข้าหม้อไอน้ำ ..... kg/hr ตรวจสอบดินนินทรีย์เวลา .....

ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ..... ข้อสังเกต .....

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

ปริมาณน้ำป้อนต่อวันประมาณ ..... วินาที จำนวน ..... ครั้งต่อ 12 ชั่วโมง

ผู้ควบคุมหม้อไอน้ำ

หมายเหตุ : ให้กรอกข้อมูลทุก 1 ชั่วโมง

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก  วัน  สัปดาห์  เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

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

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

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

รายการการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบและการแก้ไข				หมายเหตุ
	ปกติ	ผิดปกติ	สาเหตุ	การแก้ไข	
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำวัน					
1. หลอดแก้วแสดงระดับน้ำในหม้อไอน้ำ					
2. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
3. คุณสมบัติของน้ำที่ป้อนเข้าหม้อไอน้ำ					
4. สัญญาณเตือนภัยหากระดับน้ำผิดปกติ					
5. วาล์วข้อต่อและท่อ					
6. วาล์วถ่าน้ำทิ้ง					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำสัปดาห์					
1. บีมน้ำ					
2. เครื่องปรับปรุงคุณภาพน้ำ					
3. วาล์วนิรภัย					
4. ชุดหัวฉีดน้ำมัน					
5. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
6. เต้าไฟ					
<input type="checkbox"/> ตรวจสอบประจำเดือน					
1. กระจกส่องตรวจสอบเพื่อดูการเผาไหม้					
2. วาล์วกันกลับ					

ตารางการตรวจสอบสภาพการทำงานของหม้อไอน้ำ

ประจำทุก  3 เดือน  6 เดือน

วันที่.....เดือน.....ปี.....

หม้อไอน้ำลำดับที่.....ขนาดของหม้อไอน้ำ.....ตันไอน้ำ/ชม.

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					

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. วาล์วและท่อต่างๆ					
3. วาล์วถ่ายน้ำทิ้ง					
4. เครื่องควบคุมระดับน้ำ					
5. ป้อนน้ำ					
6. วาล์วกันกลับ					
7. ชุดหัวฉีด					
8. อุปกรณ์อุ่นน้ำมัน					
9. ไซ้กรองน้ำมัน					
10. วาล์วนิรภัย					
11. เต้าไฟ					

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. เครื่องตัดไอน้ำ					
15. ความปลอดภัยอื่นๆ ของหม้อไอน้ำ					

## ตารางที่ 6 - 7

### การตรวจสอบสภาพอุปกรณ์และเครื่องจักรที่ใช้ความร้อน

ลำดับ	รายการเครื่องจักรและอุปกรณ์	รุ่น/แบบ	อายุการใช้งาน	ผลการตรวจสอบ							ปรับปรุงแก้ไข	หมายเหตุ
				จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยร้าว	รอยแตก	สายพาน		

### หมายเหตุ

ระดับ	จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียงสะท้อน	รอยร้าวซึม	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
				จำนวน	สนิม	ความสกปรก	เสียง	รอยร้าว	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. ข้อเสนอแนะการใช้หม้อน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, พิมพ์ครั้งที่ 3, ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, เมษายน 2543.
4. ข้อเสนอแนะการประหยัดไฟฟ้าในอาคาร (B3), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, สิงหาคม 2544.
5. การลดค่าใช้จ่ายด้วยการประหยัดพลังงาน (I7), เอกสารเผยแพร่, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน, กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, เมษายน 2543.
6. ศิริพรรณ ชงชัย, การประหยัดพลังงาน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2535.
7. ขวัญชัย กุลสันติธำรงค์, การปรับปรุงคุณภาพพลังงานไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟกเตอร์, เทคนิค เครื่องกล ไฟฟ้าอุตสาหกรรม, 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**