บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจัดการด้านพลังงาน

พลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญมากในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมการผลิตหรืออุตสาหกรรมการบริการ โดยทั่วๆไป โรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการต่างๆ จะใช้พลังงานจากพลังงาน 2 รูปแบบ คือ พลังงานไฟฟ้าและพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมและแหล่งเชื้อเพลิงที่สามารถหาได้

โดยทั่วไปโรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ หรือจากการผลิตขึ้นใช้เองจากความร้อนทิ้งหรือวัสดุเหลือใช้ เป็นต้น สำหรับพลังงานจากเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ นั้น ส่วนใหญ่จะถูกใช้ไปเพื่อให้เกิดความร้อน ซึ่งเชื้อเพลิงที่ใช้ได้แก่ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ เช่น น้ำมันดีเซล น้ำมันเตาเกรดต่างๆ ถ่านหินลิกไนท์ ก๊าซธรรมชาติและก๊าซปิโตรเลียมเหลว

เนื่องจากพลังงานเป็นปัจจัยที่สำคัญของกระบวนการผลิต การใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น ตั้งแต่เกิดวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมาทำให้ราคาน้ำมันดิบเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว จนมีราคาเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัวในเวลาเพียงไม่กี่ปี การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของราคาน้ำมันดิบ ทำให้ค่าพลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ซึ่งส่งผลโดยตรงกับค่าพลังงานที่โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องจ่ายเพิ่มขึ้น ทำให้ราคาของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นตามไปด้วย เพื่อให้สามารถดำเนินการและแข่งขันอยู่ได้ โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงต้องหาทางลดต้นทุนการผลิตลง และแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้อย่างได้ผลก็คือ "การจัดการด้านพลังงาน" โดยมีการประหยัดพลังงานเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมการจัดการด้านพลังงาน

การจัดการด้านพลังงาน หมายถึง

1. ความพยายามในการใช้พลังงานในจำนวนน้อยที่สุด เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยไม่ทำให้กิจกรรมการผลิตต่ำลงและไม่ลดคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. การทำให้ต้นทุนการผลิตของผลิตภัณฑ์ในส่วนของพลังงานลดน้อยลง

3. การใช้พลังงานตามความจำเป็น และในขณะเดียวกันก็ลดความสูญเสียที่ไม่จำเป็นต่างๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงขึ้น

4. การเลือกใช้พลังงานให้เหมาะสมทางเทคนิคและเศรษฐศาสตร์

แนวทางในการจัดการด้านพลังงานจะประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ค้นหาปริมาณการใช้และการสูญเสียพลังงาน โดยทำการศึกษาชนิดและปริมาณพลังงานที่ใช้ระบบต่างๆ ของโรงงานอย่างละเอียด และพลังงานที่เข้าไปในระบบต่างๆ นั้นมีการกระจายการใช้ให้เกิดประโยชน์หรือมีการสูญเสียมากน้อยเพียงใด

2. ดำเนินการจัดการด้านพลังงานโดยวิธีการต่างๆ จากการศึกษาการใช้พลังงาน

3. ติดตามผลที่ได้จากการดำเนินการจัดการด้านพลังงาน การติดตามผลนี้จะทำให้รู้ถึงส่วนเปลี่ยนแปลงของปริมาณพลังงานที่ใช้ และสามารถวางแผนระบบการซ่อมบำรุงรักษาต่างๆ ตลอดจนสามารถทราบถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือ เครื่องจักรนั้นๆ ว่าอยู่ในระดับใด

2.2 การประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานให้ได้ผลจะต้องเริ่มต้นจากระดับบริหารของบริษัทหรือของโรงงาน ว่ามีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจเพียงใดที่จะดำเนินการประหยัดพลังงานให้ได้ผล เมื่อมีวัตถุประสงค์หรือความตั้งใจที่แน่นอนเกี่ยวกับเรื่องประหยัดพลังงานแล้ว จะต้องจัดลำดับโครงการประหยัดพลังงานให้มีความสำคัญอยู่ในระดับแรกๆ และต้องให้การสนับสนุนทั้งทางด้านกำลังคน และทรัพยากร การประหยัดพลังงานจะดำเนินไปอย่างได้ผลจะต้องประกอบไปด้วยหลักการที่สำคัญๆ 6 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดนโยบาย เป้าหมายและแผนงาน

การกำหนดเป้าหมายสามารถกระทำได้ 4 วิธีด้วยกัน คือ

1.1 เป้าหมายทางนามธรรม เช่น โรงงานของเราจำเป็นต้องเป็นโรงงานตัวอย่างของการประหยัดพลังงาน

1.2 เป้าหมายเฉพาะ เช่น การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้โดยมีระยะเวลาของการคืนทุนไม่เกิน 3 ปี

1.3 เป้าหมายสมบูรณ์ เช่น ต้องลดพลังงานที่ใช้ต่อหน่วยผลผลิตให้เหลือเพียง 60 GJ/ton ให้สำเร็จ

1.4 เป้าหมายสัมพันธ์ เช่น ต้องทำการประหยัดพลังงานในปี 2540 ให้ได้อีก 20%

เป้าหมาย 1.1 และ 1.2 จะมีลักษณะเป็นคำขวัญมากกว่าเป้าหมาย 1.3 และ 1.4 เป้าหมาย 2 แบบหลัง จะใช้วัตถุประสงค์ของการประหยัดพลังงานที่จำเพาะเจาะจงมากกว่า สามารถดำเนินการและติดตามผลได้ง่ายกว่า

หลังจากได้กำหนดเป้าหมายแล้วจะต้องมีการร่างแผนสำหรับงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป เช่น การกำหนดปริมาณงานให้แต่ละคนรับผิดชอบ เนื้อหาของงานที่จะต้องกระทำ กำหนดเวลาของงานช่วงของการปฏิบัติ ระยะเวลาและวิธีการปฏิบัติ เป็นต้น

2. การวิเคราะห์การใช้พลังงานในปัจจุบัน

งานขั้นแรกของการทำงานด้านประหยัดพลังงาน คือ การวิเคราะห์การใช้พลังงานในปัจจุบัน โดยต้องทำให้เห็นได้อย่างชัดเจนว่ากำลังใช้พลังงานอะไรอยู่บ้าง ใช้ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร และใช้เพื่อจุดประสงค์อะไร และสิ่งที่สำคัญคือต้องชี้ให้เห็นว่าการใช้พลังงานในขณะนี้มี

พลังงานอะไรสูญเสียอยู่บ้าง สูญเสียอยู่ที่บริเวณหรือพื้นที่ส่วนไหนของโรงงานและสูญเสียอยู่ด้วยปริมาณมากน้อยเท่าไร

เพื่อให้ได้มาซึ่งวัตถุประสงค์ดังกล่าวจะต้องมีการทำการสำรวจและตรวจสอบการใช้พลังงานทั่วทั้งโรงงาน (Energy Audits) ซึ่งสามารถดำเนินการได้ 3 ระดับคือ

- รวบรวมและวิเคราะห์บันทึกของโรงงาน ได้แก่ ใบเสร็จรับเงินค่าไฟฟ้า ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดต่างๆ ตลอดจนข้อมูลปริมาณการผลิตในอดีตที่ผ่านมา

- สำรวจและศึกษาการใช้พลังงานในปัจจุบันอย่างคร่าวๆ เพื่อหาแหล่งที่มีการใช้พลังงานอย่างไม่เหมาะสมและมีการสูญเสียมาก เพื่อจำแนกพื้นที่ หรือกระบวนการที่ต้องมีการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียดต่อไป

- สำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด เพื่อหาปริมาณพลังงานสูญเสียและค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการลดพลังงานสูญเสียส่วนนี้

ในการดำเนินการสำรวจ และวิเคราะห์การใช้พลังงานจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ เข้าช่วย กำหนดผู้รับผิดชอบดำเนินการวัดและวิเคราะห์โดยตรง ข้อมูลดิบที่ได้จะต้องนำมาทำการวิเคราะห์และแสดงผลในรูปของกราฟ แผนภูมิหรือภาพที่สื่อความหมายที่ชัดเจนเข้าใจง่าย

3. การเตรียมแผนงานปรับปรุง

หลังจากที่ได้วิเคราะห์การใช้พลังงานในปัจจุบันเรียบร้อยแล้ว และพบว่ามีพลังงานสูญเสียจำนวนมาก สามารถประหยัดพลังงานได้ ขั้นตอนต่อไปก็คือการจัดทำแผนงานปรับปรุง ซึ่งมีขั้นตอนดำเนินงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ รวบรวมความคิด จัดทำแผนงาน และวิเคราะห์แผนงาน

3.1 การรวบรวมแนวความคิด

ถึงแม้ว่าวิศวกรผู้รับผิดชอบโครงการจะต้องทำหน้าที่ออกความคิด สร้างแผนงานปรับปรุงด้วยตัวเองโดยตรงก็ตาม แต่การระดมความคิดจากผู้ปฏิบัติงานในส่วนต่างๆ ซึ่งทำงานเต็มเวลาในพื้นที่ทำงานนั้นๆ และจากวิศวกรแขนงต่างๆ ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านพลังงานการผลิต การควบคุม การบำรุงรักษาและด้านความปลอดภัยจะช่วยให้ได้แผนงานที่เหมาะสมยิ่งขึ้น

3.2 การจัดทำแผนงานปรับปรุง

จากแนวความคิดต่างๆ ที่ได้จากข้อ 3.1 จะถูกนำไปวิเคราะห์ทางด้านเทคนิคเพื่อชี้ถึงผลกระทบที่จะบังเกิดขึ้นกับกระบวนอื่นๆ คุณภาพการผลิต สภาพแวดล้อมของการทำงาน ขีดจำกัดสูงสุดของการผลิต มลภาวะสิ่งแวดล้อม และด้านความปลอดภัย แล้วแบ่งแนวความคิดออกเป็น 3 ระดับ คือ

- แนวความคิดที่สามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างแน่นอน
- แนวความคิดที่อยู่ในขั้นทดลอง
- แนวความคิดที่ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะนำไปปฏิบัติได้

แผนงานปรับปรุงการประหยัดพลังงานจะถูกสร้างขึ้นจากพื้นฐานของแนวคิดประเภทแรก ตามด้วยการประเมินผลรวมของผลกระทบของแผนงาน สถานที่ของการติดตั้ง ระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกัน โอกาสของการนำแผนงานไปปฏิบัติตลอดจนข้อดี ข้อเสียของแผนงาน

3.3 การประเมินผลแผนงาน

แผนงานประหยัดพลังงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการประเมินผลประสิทธิภาพในเทอมของเงินลงทุน ระยะเวลาการคืนทุน และควรจำแนกแผนงานตามลำดับความสำคัญด้วย

4. การนำแผนงานปรับปรุงไปปฏิบัติ

ก่อนลงมือปฏิบัติงานจะต้องมีการตรวจสอบซ้ำอีกครั้งในเรื่องของเนื้อหาสาระ ระยะเวลาที่ใช้ วิธีการดำเนินงานและตัวประกอบอื่นๆ ว่าถูกต้องเหมาะสมดีแล้ว จากนั้นต้องดำเนินการชี้แจงให้บุคคลที่เกี่ยวข้องและบุคคลข้างเคียงทราบถึงรายละเอียดของแผนงาน

แผนงานที่ได้เสนอไว้จะต้องได้รับการนำไปปฏิบัติอย่างฉับพลัน ต้องมีการวัดและประเมินผลลัพธ์ที่ได้แล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ควรได้รับตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนงาน และอาจมีการปรับแผนงานให้เหมาะสมขึ้นตามความเหมาะสมต่อไป

กำหนดเป้าหมายจำเพาะขึ้นเพื่อกำหนดมาตรฐานการทำงาน และใช้ในการติดตามความต่อเนื่องของโครงการต่อไป

5. การประเมินผลลัพธ์ที่ได้

ในการทำโครงการประหยัดพลังงานหรือโครงการใดๆ ก็ตาม เมื่อได้นำแผนงานไปปฏิบัติแล้วจะต้องมีการประเมินผลลัพธ์ด้วย เพื่อบ่งบอกให้ทราบว่าโครงการที่จัดตั้งขึ้นมานั้นประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใด ถ้าไม่สำเร็จเกิดจากสาเหตุใด ผลการประเมินจะชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่ได้คุ้มกับความพยายามและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ต้องเสียไปหรือไม่

6. ความต่อเนื่องของโครงการ

โครงการประหยัดพลังงานมีลักษณะเป็นโครงการแบบต่อเนื่อง เมื่อเริ่มดำเนินการแล้วจะหยุดไม่ได้ การประหยัดพลังงานจะเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอยู่เป็นประจำทุกวัน ซึ่งสามารถแปรเปลี่ยนไปได้ เช่น การลดพลังงานสูญเสียของหม้อน้ำจะทำได้โดยการปรับอัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงอย่างเหมาะสม การหุ้มฉนวนกันความร้อนสูญหาย ระบบต่างๆ เหล่านี้จะใช้การได้ดีในช่วงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เมื่อเวลาผ่านไประบบต่างๆ เหล่านี้จะทำงานเปลี่ยนไป เช่น อัตราส่วนของอากาศกับเชื้อเพลิงไม่เหมาะสม ฉนวนกันความร้อนชำรุด ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนมากขึ้นเป็นต้น การประหยัดพลังงานจึงต้องมีการติดตามผลอยู่ตลอดเวลา เพื่อให้การใช้พลังงานเป็นไปอย่างเหมาะสม ระบบที่ใช้ติดตามความต่อเนื่องได้เป็นอย่างดีก็คือ ระบบจดบันทึกและรายงานผล ระบบจดบันทึกและรายงานผลที่ดีจะบอกให้วิศวกรโรงงานและผู้บริหารทราบว่ามีการใช้พลังงานชนิดต่างๆ ไปในส่วนไหนของโรงงานบ้าง ใช้ด้วยปริมาณมากน้อยเพียงใด ใช้ไปใน

ลักษณะใด มีแนวโน้มว่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพปัจจุบันอย่างไร เช่น มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในขณะที่ผลผลิตยังเท่าเดิม ทำให้สามารถระบุได้ว่าควรให้ความสนใจพลังงานชนิดใด ที่พื้นที่ส่วนไหนเป็นพิเศษได้

ขั้นตอนในการดำเนินโครงการที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 5 ประการ ในการดำเนินโครงการทางด้านการประหยัดพลังงาน

1. การตกลงใจที่จะดำเนินการจากฝ่ายบริหาร

การตกลงใจที่จะดำเนินโครงการประหยัดพลังงานจากระดับผู้ที่มีอำนาจตัดสินใจ จะเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นสำหรับการจัดทำโครงการประหยัดพลังงาน ทั้งนี้จะต้องมีการประกาศอย่างชัดเจนแก่พนักงานทั้งหมดว่าผู้บริหารนั้นเอาจริงเอาจังกับการประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถจะดำเนินการได้โดยการออกนโยบายในระยะเริ่มต้น เช่น "ฝ่ายบริหารของบริษัทนี้ได้ออกคำสั่งให้พยายามประหยัดพลังงานทุกวิถีทางในโรงงานแห่งนี้ เพื่อที่จะลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และผลการประหยัดพลังงานที่ได้ทุกคนจะได้รับส่วนแบ่ง" คำกล่าวนี้จะต้องตามด้วยกิจกรรมต่างๆ ที่แสดงถึงความจริงจังและการเอาจริงเอาจังจากฝ่ายบริหารซึ่งการดำเนินงานที่จัดว่าสำคัญที่สุดในส่วนนี้ก็คือ การแต่งตั้งบุคคลที่มีความสามารถให้รับผิดชอบในโครงการประหยัดพลังงานดังกล่าว

2. การแต่งตั้งผู้รับผิดชอบ

บุคคลที่ได้รับการแต่งตั้ง จะต้องสามารถปฏิบัติหน้าที่ได้เป็นผลสำเร็จ และจะต้องได้รับความร่วมมือสนับสนุนจากผู้จัดการและหัวหน้าฝ่ายต่างๆ รวมทั้งพนักงานด้วย จะต้องเตรียมตัวสำหรับหน้าที่ความรับผิดชอบในตำแหน่งผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงาน ทั้งนี้โดยการสมัครเข้าร่วมหลักสูตรสัมมนาฝึกอบรมทางด้านการประหยัดพลังงาน

ในองค์กรขนาดใหญ่ บุคคลที่เป็นผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานผู้นี้ จะถูกแต่งตั้งจากภายในหน่วยงานหรือจากภายนอก ในองค์กรขนาดเล็ก หน้าที่ทางด้านการประหยัดพลังงานอาจเป็นหน้าที่เพิ่มเติมที่มอบหมายแก่เจ้าหน้าที่หรือหัวหน้างานที่มีอยู่แล้วในบริษัทนั้น

3. ตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน

ในการดำเนินงานการประหยัดพลังงาน ข้อมูลประการแรกที่ผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานจะต้องมี คือ ปริมาณการใช้และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงงาน จากข้อมูลส่วนนี้ทำให้สามารถวางแผนการดำเนินงานในขั้นตอนต่อไป ในการตรวจสอบการใช้พลังงานจะต้องแสวงหาจุดที่สามารถประหยัดพลังงานได้ แต่ละจุดจะต้องศึกษาศักยภาพในการประหยัดพลังงาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและรวบรวมเป็นรายงานผลการวิเคราะห์เสนอต่อฝ่ายบริหาร ข้อสรุปของรายงานนี้จะต้องมีตารางที่แสดงถึงจุดต่างๆ ที่สามารถประหยัดได้ ค่าใช้จ่ายที่จะต้องใช้ในการดำเนินงาน ศักยภาพของการประหยัดพลังงานที่ได้และระยะเวลาคืนทุนจากการประหยัดดังกล่าว ข้อมูลต่างๆ

ที่กล่าวมานี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อฝ่ายบริหาร เพื่อตัดสินใจให้ความเห็นชอบในมาตรการต่างๆ ที่เสนอ และจะได้บันทึกไว้ในโครงการการประหยัดพลังงานต่อไป

4. โครงการการประหยัดพลังงานจะต้องได้รับการปฏิบัติ

โครงการการประหยัดพลังงานจะแสดงรายละเอียดการดำเนินงานในมาตรการต่างๆ เพื่อให้ได้ปริมาณการประหยัดตามเป้าหมาย และจะต้องสร้างกลไกการตรวจวัดความสำเร็จ ทั้งนี้ โดยการบันทึกผลการทำงานของระบบที่ได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ผลการทำงานและบันทึกข้อมูลการประหยัดพลังงานที่ได้

5. การประเมินความคืบหน้า และรายงาน

จะต้องมีการวิเคราะห์ บันทึก ความคืบหน้าของโครงการการประหยัดพลังงานและรายงานต่อผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนในโครงการอย่างสม่ำเสมอ รวมทั้งผู้บริหารด้วย ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นแรงผลักดันให้โครงการการประหยัดพลังงานสามารถดำเนินต่อไป และกระตุ้นให้ช่วยกันพยายามต่อไป เพื่อให้ได้การประหยัดพลังงานเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนของการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานควรมีการดำเนินงานเป็น 3 ขั้นตอน โดยเริ่มจากเทคโนโลยีที่ง่ายที่สุดและใช้เงินลงทุนน้อยที่สุด ไปจนถึงงานที่ต้องการเทคโนโลยีสูงและต้องใช้เงินลงทุนมาก

1. การบำรุงรักษาหรือการดูแลเบื้องต้น (House Keeping)

การประหยัดพลังงานโดยวิธีนี้ โดยแท้จริงแล้วเป็นการปรับแต่งเครื่องและการทำงานต่างๆ เช่น การกำหนดให้มีกรรมวิธีดูแลบำรุงรักษาที่ถูกต้องและขั้นตอนการทำงานอย่างเหมาะสม วิธีการต่างๆ เหล่านี้ โดยมากแล้วจะไม่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น หรือเป็นมาตรการที่เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่มีระยะเวลาคืนทุนสั้นๆ คือน้อยกว่า 4 เดือน

2. การปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิต (Process Improvement)

มาตรการในข้อนี้เป็นการปรับปรุงระบบอุปกรณ์หรือกระบวนการผลิตเดิม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือทำให้การสูญเสียต่างๆ ลดน้อยลง วิธีการปรับปรุงกระบวนการทำงานตามปกติ จะมีความยุ่งยากมากขึ้น และจะต้องอาศัยการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียด โดยทั่วไปกรรมวิธีนี้จะต้องการเงินลงทุนปานกลาง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 1-2 ปี

3. การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์หรือระบบ (Major Change Equipment)

เมื่อการตรวจวิเคราะห์ในขั้นต้นชี้ให้เห็นว่า สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้มากขึ้น โดยการเปลี่ยนหรือเพิ่มอุปกรณ์ ทั้งนี้จะต้องประเมินค่าผลตอบแทนทางการเงินที่ได้จากการดำเนินการตามมาตรการดังกล่าว ถ้าผลการวิเคราะห์ที่ได้มีความสอดคล้องและเข้ากับเกณฑ์การลงทุนของฝ่ายบริหารแล้ว มาตรการดังกล่าวก็จะได้มีการเสนอเพื่อขอความเห็นชอบ โดยปกติมาตรการต่างๆ ในข้อนี้จะต้องมีการลงทุนสูง โดยมีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี

เทคนิคการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานเพื่อเตรียมเสนอโครงการการประหยัดพลังงาน โดยปกติจะประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือ ขั้นตอนของการสำรวจเบื้องต้น เพื่อหาจุดหรือโอกาสในการประหยัดพลังงาน จากจุดเหล่านี้จะทำการคำนวณเบื้องต้นเพื่อประเมินปริมาณการประหยัดพลังงานที่คาดว่าจะได้ ต่อจากนั้นทำการวิเคราะห์ จัดลำดับความสำคัญ แล้วนำเสนอต่อฝ่ายบริหารในรูปของรายงานการตรวจวิเคราะห์ เพื่อขอรับความเห็นชอบว่าควรลงมือดำเนินการปรับปรุงในส่วนไหนบ้าง ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการสำรวจในจุดหรือมาตรการต่างๆ ที่ได้รับการคัดเลือกแล้ว การดำเนินการสำรวจในขั้นนี้ ซึ่งเป็นการดำเนินการครั้งที่สองนั้น จะเป็นการตรวจวิเคราะห์อย่างละเอียดเพื่อให้ได้รายละเอียดเพิ่มมากขึ้น เพียงพอสำหรับการทำการวิเคราะห์ปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้ และค่าใช้จ่ายที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการ ผลการวิเคราะห์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับจุดหรือมาตรการการประหยัดเหล่านี้ จะถูกนำเสนอไว้ในโครงการการประหยัดพลังงาน

กระบวนการในการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน เป็นการดำเนินงานที่อาศัยหลักการการมีส่วนร่วมของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแสดงเป็นวัฏจักรต่อเนื่องได้ดังนี้

วางแผน – คณะทำงานตรวจวิเคราะห์จะประชุมพบปะกัน เพื่อพิจารณาวัตถุประสงค์ของงานที่จะต้องทำ กำหนดกิจกรรมที่จะต้องกระทำ ระบุผู้รับผิดชอบ กำหนดวัน/ระยะเวลาที่จะเริ่มดำเนินงานและสิ้นสุด และกำหนดวิธีการที่จะตรวจวัดความสำเร็จของงานแต่ละอย่าง

ในการมอบหมายงาน ควรพิจารณาขีดความสามารถของบุคคลที่ได้รับมอบหมายด้วย ถ้าหากว่าไม่มีผู้หนึ่งผู้ใดเหมาะสมกับงานบางอย่างในโครงการที่จัดทำขึ้น อาจขอร้องบุคคลอื่นในหน่วยงานที่เห็นว่ามีความสามารถเหมาะสมมาช่วยงานดังกล่าวได้

ปฏิบัติ – คณะทำงานลงมือปฏิบัติงานในส่วนที่ได้รับมอบหมาย

ตรวจสอบ – สมาชิกแต่ละคนบันทึก ตรวจสอบ ความถูกต้องของงานที่ได้รับมอบหมาย และปรับปรุงแก้ไขเมื่อจำเป็น

ประชุม – คณะทำงานจะประชุมพบปะกัน เพื่อพิจารณาผลการปฏิบัติงาน ตลอดจนปัญหาความยุ่งยากที่เกิดขึ้น

การสำรวจการใช้พลังงานเบื้องต้น

คณะทำงานตรวจวิเคราะห์จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การรวบรวมข้อมูล

1.1 ปริมาณการใช้พลังงานที่ใช้ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา

1.2 ปริมาณผลผลิตของหน่วยงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน

1.3 รายละเอียดของระบบไฟฟ้า เช่น จำนวนและขนาดหม้อแปลงไฟฟ้า อุปกรณ์ที่ต่อใช้งาน ลักษณะการต่อใช้งาน เป็นต้น

1.4 รายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น

- ระบบแสงสว่าง จำนวนและชนิดหลอดไฟฟ้า จำนวนวัตต์ ลักษณะการใช้งาน การติดโคมไฟฟ้า และอื่นๆ

- ระบบปรับอากาศ จำนวนและชนิดเครื่องปรับอากาศ ลักษณะการใช้งาน ชนิดและขนาดปั๊มต่างๆ รายละเอียด Air Handing, Cooling Tower ปริมาณการไหลของน้ำ เป็นต้น

1.5 รายละเอียดของพื้นที่ใช้งาน ซึ่งจะประกอบด้วย พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่จอดรถ และบริเวณที่ไม่ปรับอากาศ

1.6 รายละเอียดโครงสร้างอาคาร

การหาดัชนีการใช้พลังงาน เพื่อที่จะได้ทราบว่าในอดีตที่ผ่านมา มีการใช้พลังงานต่อผลผลิตอยู่ในระดับใด ในอนาคตมีแนวโน้มอย่างไร ตัวอย่าง เช่น การใช้พลังงาน kWh/เดือน

2. การประชุมพบปะกับฝ่ายบริหาร

วัตถุประสงค์ของการประชุมพบปะในเบื้องต้นนี้ ก็เพื่ออธิบายให้กับฝ่ายบริหารรู้ถึงวัตถุประสงค์ต่างๆ ของการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงาน ในการตรวจวิเคราะห์นี้ฝ่ายบริหารจะได้รับรายงานผลการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งมีข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ปริมาณการใช้และค่าไฟฟ้า ที่ใช้ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา
- ปริมาณผลผลิตของหน่วยงานในช่วงระยะเวลาเดียวกัน
- ปริมาณจำเพาะของการใช้ไฟฟ้าในช่วงระยะเวลาดังกล่าว
- จุดที่สามารถประหยัดพลังงานได้
- ประมาณการค่าใช้จ่ายที่จะต้องลงทุน และศักยภาพการประหยัดที่ได้
- ประมาณระยะเวลาคืนทุนของมาตรการปรับปรุงแต่ละอย่าง

เพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ ฝ่ายบริหารอาจแต่งตั้งเจ้าหน้าที่อีกคนหนึ่ง (ควรเป็นพนักงานการเงิน) เพิ่มเติมให้อยู่ในคณะทำงาน เจ้าหน้าที่ผู้นี้จะสามารถล่วงรู้ หรือเข้าถึงข้อมูลสถิติของบริษัท ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ในเรื่องต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ปริมาณการใช้ไฟฟ้า
- ปริมาณผลผลิต

และในระยะต่อมา บุคคลผู้นี้จะเป็นผู้รับผิดชอบและปฏิบัติงานเกี่ยวกับการเงินต่างๆ ของโครงการการประหยัดพลังงานนี้ ในการประชุมพบปะกับฝ่ายบริหาร อาจมีการสอบถามถึงประวัติความเป็นมาของหน่วยงานโดยสังเขป และประวัติของระบบอุปกรณ์ที่ใช้ในหน่วยงาน ดังนี้

- ชนิดของระบบอุปกรณ์
- ได้รับการติดตั้งเมื่อใด
- เสียค่าใช้จ่ายทั้งหมดประมาณเท่าใด

- ผลการดำเนินงาน
- ประสบการณ์จากการดำเนินการครั้งก่อน ฝ่ายบริหารมีความคิดเห็นอย่างไร
- ปัญหา อุปสรรคที่ประสบและสาเหตุของปัญหา ความยุ่งยากดังกล่าว

ปัญหาอื่นๆ ที่อาจมีการสอบถามเพิ่มเติม คือ

- ในระบบอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีปัญหาตรงจุดไหนบ้าง
- ฝ่ายบริหารมีความคิดเห็นอย่างไร เกี่ยวกับการปฏิบัติงานบำรุงรักษาในปัจจุบัน
- มีการวางแผนปรับปรุงอะไรบ้างในอนาคต

3. การทำความคุ้นเคยกับระบบอุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

ขั้นตอนแรกในการทำความคุ้นเคยกับระบบที่ใช้อยู่ คือ ศึกษาถึงโครงสร้างค่าไฟฟ้า ลักษณะการคิดค่าไฟฟ้าที่ใช้ในหน่วยงานในช่วงเวลาที่ใช้ มีการคิดค่าไฟแตกต่างกันหรือไม่ มีการคิดค่าพลังงานหรือไม่ และถ้ามีการคิดแล้วสัดส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เทียบกับค่าไฟฟ้าเป็นอย่างไร สำหรับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีอัตราที่ลงโทษผู้ใช้ที่มีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำหรือไม่

ขั้นตอนต่อไปจะต้องให้ฝ่ายบริหารจัดให้มีการประชุมพบปะกับเจ้าหน้าที่ฝ่ายเทคนิคของหน่วยงาน เพื่อที่จะทำหน้าที่เป็นผู้พาคณะทำงานไปดูอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งจัดหาแบบของอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านั้นให้แก่คณะทำงาน เพื่อพิจารณาทำความคุ้นเคยต่อไป

จากแบบของระบบอุปกรณ์ในโรงงาน ควรพิจารณาอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้ามากๆ ตรวจดูขนาดพิกัด วัตถุประสงค์ของการใช้งาน ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของโหลด และจำนวนชั่วโมงการทำงาน ค่าพิกัดแต่ละเครื่องของอุปกรณ์ต่างๆ เหล่านี้อาจน้อย แต่เมื่อมีหลายเครื่องรวมกัน ค่าที่ได้อาจมีค่าสูง หลังจากนั้นทำการคำนวณหยาบๆ เพื่อหาปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละเครื่อง/ระบบ

4. การจัดระบบสำรวจภาคปฏิบัติ

คณะทำงานควรมีความรอบรู้เกี่ยวกับชนิดของระบบ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละส่วน ทั้งนี้จากแบบของอุปกรณ์ และจากการสอบถามกับเจ้าหน้าที่เทคนิคฝ่ายต่างๆ ถ้ายังไม่มีข้อมูลดังกล่าว คณะทำงานควรที่จะวางแผนดำเนินการให้ได้มาซึ่งข้อมูลต่างๆ เหล่านี้ ต่อจากนั้นกำหนดตารางการปฏิบัติงาน สำหรับช่วงแรกของการตรวจวิเคราะห์พลังงานโดยเริ่มต้นที่อุปกรณ์หรือระบบที่ใช้ไฟฟ้าสูงสุดก่อน

ตารางการปฏิบัติงาน จะประกอบด้วย รายการอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะต้องตรวจวิเคราะห์ ตำแหน่งที่ตั้ง ผู้ที่จะทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ข้อมูลที่จะต้องมีการบันทึกไว้ วันเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของงาน

ผลการตรวจวัดและการสังเกตต่างๆ จะต้องมีการบันทึกไว้ ผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานจะต้องดูแลว่า ทุกคนที่ปฏิบัติงานได้รับเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับปฏิบัติงานและสมุดบันทึก

5. การสำรวจภาคปฏิบัติ

เมื่อได้มอบหมายงานให้แต่ละคนในคณะทำงานไปรวบรวมข้อมูลแล้ว ผู้จัดการหรือเจ้าหน้าที่พลังงานจะต้องคอยติดตามการทำงานของสมาชิกแต่ละคน เพื่อพิจารณาถึงสภาวะที่ทำการตรวจสอบและบันทึก

6. การหาจุดหรือวิธีการประหยัดพลังงาน

โอกาสที่จะลดความสูญเปล่าในการใช้พลังงานนั้น มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ ปริมาณการประหยัดที่ได้ จะวัดเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง ดังนี้แล้วจะเห็นได้ว่าการประหยัดนั้นอาจได้มาจาก

- การลดจำนวนกิโลวัตต์ โดยการลดโหลดของเครื่องมือ/อุปกรณ์ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

- การลดจำนวนชั่วโมงการทำงาน หรือ ดำเนินการทั้ง 2 อย่างรวมกัน

ในการตรวจหาโอกาสสำหรับการประหยัดพลังงาน ผู้ตรวจจะต้องหาข้อมูลปริมาณการใช้ในปัจจุบันแล้วเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือเกณฑ์ปฏิบัติ มาตรฐานดังกล่าวอาจเป็น

- สมรรถนะการทำงานที่ผ่านมาของอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เมื่อตอนที่ระบบอุปกรณ์ยังอยู่ในสภาพใหม่ (จากรายงานการเดินเครื่องทำงาน ในช่วงที่เพิ่งติดตั้งเสร็จ)

- กราฟสมรรถนะของเครื่องมือหรืออุปกรณ์จากโรงงานหรือบริษัทผู้ผลิต

- อุปกรณ์ เครื่องมือ ที่ใช้ทดแทนได้ โดยที่อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถให้สมรรถนะการทำงานได้ตามความต้องการแต่มีประสิทธิภาพสูงกว่า

7. การวิเคราะห์โอกาสการประหยัดไฟฟ้าแต่ละวิธี

ภายหลังที่ตรวจหาโอกาสในการประหยัดพลังงานได้แล้ว ศักยภาพปริมาณการประหยัดที่ได้จากการคำนวณจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายที่จะต้องเสียในการดำเนินการปรับปรุงตามมาตรการที่จะให้ผลการประหยัดดังกล่าว กรรมวิธีการวิเคราะห์ทางการเงินที่จะนำมาใช้ในส่วนนี้จะขึ้นกับเกณฑ์การลงทุนของฝ่ายบริหาร สำหรับมาตรการปรับปรุงที่ไม่ทำให้เสียค่าใช้จ่ายหรือเสียค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อย ตามปกติแล้ว วิธีการหาระยะเวลาคืนทุนแบบง่ายจะเป็นวิธีที่เหมาะสมเพียงพอ

2.3 การอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงาน คือ การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในระยะเวลาการใช้เท่าเดิม ดังนั้นอุปกรณ์ที่ใช้นั้นจะใช้พลังงานน้อยกว่าเดิม

วิธีการหรือมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

1. ลด Load คือการลดภาระของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน

2. ลด Loss คือการลดการสูญเสีย ความสูญเปล่าของพลังงาน

3. Reuse, Recycle คือทิ้งพลังงานเมื่อจำเป็นต้องทิ้งหรือไม่คุ้มค่าที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ ความหมาย คือ พลังงานใดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ไม่ว่าจะนำมาใช้ได้โดยตรง หรือต้องผ่านกระบวนการใดๆ เพื่อนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่แล้วคุ้มค่า ให้นำกลับมาใช้ใหม่ทั้งทางตรง และทางอ้อม

การอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

หลักการให้แสงสว่าง

หลักการสำคัญที่จะให้ได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูงนั้น เริ่มจากการทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง คือ การศึกษาถึงประเภทหรือชนิดของงานที่จะกระทำในพื้นที่นั้นๆ ว่าเป็นงานชนิดใด มีการทำงานในเวลาใด และต้องการความสูงต่ำเพียงใด โดยคำนึงถึงขนาด ค่าการสะท้อนแสง ความเปรียบต่างๆ (Contrast) และการเคลื่อนไหวของชิ้นงาน รวมทั้งระยะห่างจากผู้ปฏิบัติงาน ในขณะเดียวกันก็พิจารณาหรือเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมให้กับพื้นที่นั้นๆ เช่น ความสูงของเพดาน ช่องแสง ซึ่งค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง พื้น แม้แต่เครื่องจักร อุปกรณ์ ควรมีค่าที่เหมาะสม เพื่อมิให้เกิดแสงแยงตาหรือดูมืดเกินไป

หลักการให้แสงสว่างที่สำคัญนั้น จะต้องคำนึงถึงจุดมุ่งหมายหลัก 3 ประการ คือ

1. เพื่อให้การทำงานแต่ละประเภทดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ
2. ช่วยสร้างความปลอดภัย
3. เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสม

การปฏิบัติงานภายใต้ระบบแสงสว่างที่เหมาะสม จะทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้รวดเร็วขึ้น เกิดความพึงพอใจในการทำงานมากขึ้น ทั้งยังมีผลต่อคุณภาพชีวิตของผู้ปฏิบัติงาน วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

1. การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่ (General lighting)

เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ใช้ทั่วไป โดยการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดาน ซึ่งทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ จึงทำให้มีข้อดีในแง่ที่สามารถออกแบบได้ง่าย ไม่จำเป็นต้องทราบตำแหน่งที่แน่นอน และสามารถย้ายตำแหน่งที่ทำงานได้อย่างอิสระ แต่ข้อเสียสำคัญคือ เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

2. การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (Localized General lighting)

เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่ จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีการแรก ข้อเสียคือ ทำให้การย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่อิสระ จึงเหมาะสำหรับโรงงานที่มีสายกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัวหรือไม่มีการโยกย้ายตำแหน่ง

3. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง (Local lighting)

เป็นวิธีการให้แสงสว่างเสริม ใช้สำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูง เช่น งานที่ต้องการความละเอียดสูงและใช้สำหรับผู้ปฏิบัติงานสูงอายุหรือสายตาผิดปกติ โดยการติดตั้งโคมไฟบริเวณที่อยู่ใกล้ผู้ทำงานหรือชิ้นงาน เพื่อให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการเท่านั้น ด้วยเหตุนี้จึงเป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ประหยัดหลังงานที่สุด แต่จะต้องควบคุมทิศทางและความสว่างให้เหมาะสม

การออกแบบระบบแสงสว่างที่ดีนั้น นอกจากจะต้องให้ได้ปริมาณแสงสว่างที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ยังต้องทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้สึกสบายในการใช้สายตา กล่าวคือ ความจ้าของแสงบนชิ้นงานและสภาพแวดล้อมไม่ควรแตกต่างกันเกิน 3 เท่า ไม่ควรมีแสงจ้าแยงตา (glare) จากดวงโคมโดยตรงหรือสะท้อนจากพื้นผิววัตถุมัน ทั้งนี้โดยการเลือกใช้ ดวงโคม และการติดตั้งทิศทางให้เหมาะสม ในกรณีที่เกิดเงาเนื่องจากชิ้นงานอยู่ในตำแหน่งที่แสงเข้าไม่ถึง อาจต้องติดตั้งดวงโคมเฉพาะตำแหน่งเข้าช่วย นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา ความปลอดภัยและความสวยงามประกอบด้วย

อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป

1. หลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง เพื่อให้ความสว่างในยามค่ำคืน ในที่มืด หรือบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเพิ่มเติม ปัจจุบันมีหลอดไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต่างกันมากมาย จึงจำเป็นต้องศึกษาหลักการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสมสำหรับงานแต่ละประเภท โดยคุณสมบัติสำคัญของหลอดไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาได้แก่

- ประสิทธิภาพแสง (Luminous Efficacy) สำหรับหลอดไฟฟ้า คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่หลอดเปล่งออกมาได้ หรือ ค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น (หลังทำงาน 100 ช.ม.) ต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ซึ่งอาจคิดเฉพาะกำลังวัตต์ของหลอดได้ แต่ที่ถูกต้องควรคิดรวมบัลลาสต์

- อายุใช้งาน (Lamp Mortality) หมายถึงระยะเวลาโดยเฉลี่ย ซึ่งเมื่อใช้งานหลอดไฟฟ้าครบระยะเวลานั้นแล้ว จะคงเหลือหลอดไฟฟ้าที่ยังทำงานอยู่ครึ่งหนึ่ง

- ความเสื่อมของหลอด (Lamp Lumen Depreciation, LLD) คือ อัตราส่วนปริมาณแสงที่เหลืออยู่เมื่อหลอดไฟฟ้าครบอายุใช้งานเทียบกับค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น เนื่องจากการเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

- คุณสมบัติทางสีของแสง คือ ค่าอุณหภูมิสีของแสง และค่าดัชนีเทียบสี

- ระยะเวลาอุ่นหลอดและระยะเวลารอจุดหลอดซ้ำ (Restrike Time) คือช่วงเวลานับจากเริ่มเปิด จนกระทั่งหลอดสว่างเต็มที่ และช่วงเวลาที่ต้องพักให้หลอดไฟฟ้าคืนตัว ก่อนจะเปิดใช้ใหม่ได้อีกครั้ง

- คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ ที่สำคัญได้แก่ ราคาหลอด ขนาดกำลัง และลักษณะการติดตั้ง ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการหรี่แสง ความทนต่อการสั่นสะเทือน และอุณหภูมิ นอกจากนี้ สำหรับหลอดก๊าซดีสชาร์จ ยังมีคุณสมบัติในการกระเพื่อมของแสงและการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่อาจรบกวนต่อการทำงานได้

หลอดไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการกำเนิดแสง คือ อินแคนเดสเซนต์ ลูมิเนสเซนต์ และอินดักชั่น แต่หลอดไฟฟ้าที่ใช้กันโดยทั่วไปนั้น จะให้แสงด้วยสองวิธีแรก ดังต่อไปนี้

1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp) คือ หลอดที่ให้กำเนิดแสงโดยวิธีการเผาไหม้หลอดให้ร้อน (อินแคนเดสเซนต์) ที่ใช้กันทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1.1.1 หลอดอินแคนเดสเซนต์ธรรมดา (Standard Incandescent Lamp) หรือที่เรียกว่า หลอดไส้ ไส้หลอดมักเป็นทังสเตนบรรจุในตัวหลอดแก้วปิดสนิท ซึ่งอาจเป็นสูญญากาศหรือบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจนและก๊าซเฉื่อย เช่น อากอน ตัวหลอดมีหลายรูปทรง มีทั้งชนิดที่โปร่งใสและชนิดเป็นฝ้าขุ่น

1.1.2 หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน (Tungsten-Halogen Lamp) เป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ที่ได้มีการพัฒนาขึ้น โดยเติมก๊าซฮาโลเจน เช่น ไอโอดีน เพื่อไม่ให้หลอดดำและมีอายุใช้งานนานขึ้น บางครั้งจึงเรียกว่า หลอดไอโอดีน ไส้หลอดเป็นทังสเตนบรรจุในหลอดควอทซ์ที่มีขนาดเล็กมาก ทำงานที่อุณหภูมิสูง เพื่อให้มีประสิทธิภาพแสงสูงขึ้น

1.2 หลอดก๊าซดีสชาร์จ (Gas Discharge Lamp) คือ หลอดที่ให้กำเนิดแสงโดยวิธีการกระตุ้นอะตอมของก๊าซ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทย่อย คือ หลอดคายประจุความดันต่ำ (Low-pressure Discharge Lamps) และหลอดคายประจุความดันสูง (High-pressure Discharge Lamps) หรือที่เรียกว่า หลอดคายประจุความเข้มสูง (High intensity Discharge Lamps ; HID lamps) ซึ่งหลอดบรรจุก๊าซแต่ละประเภทยังแบ่งได้เป็นหลายชนิดคือ

1.2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอดตรงหรือชนิดหลอดวงกลม (Turbular or Circular Fluorescent Lamps) หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแก้วกลมยาว ภายในบรรจุด้วยไอปรอทความดันต่ำและก๊าซเฉื่อยอีกเล็กน้อย รูปทรงของหลอดมีทั้งแบบตรงและวงกลม ภายในหลอดเคลือบด้วยสารเรืองแสงหรือผงฟอสเฟอร์ทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีโทนสีของแสงให้เลือกมากมาย ที่ด้านในของปลายทั้งสองมีหลอดหรือขั้วอิเล็กโทรด ซึ่งมีลักษณะการทำงาน 3 แบบตามชนิดของหลอด คือ

1.2.1.1 ชนิดอุ่นไส้ (Preheat) ที่ใช้กันทั่วไป ไส้หลอดต้องอาศัยสตาร์ทเตอร์ต่อวงจรจนร้อนจึงจะติดได้

1.2.1.2 ชนิดติดทันที (Instant Start) ไม่มีความจำเป็นต้องอุ่นไส้หลอดก่อน

1.2.1.3 ชนิดติดเร็ว (Rapid Start) ต้องมีการอุ่นไส้ตลอดเวลา โดยที่บัลลาสต์จะมีวงจรทำหน้าที่อุ่นไส้หลอด

ขั้วหลอดที่ใช้กันทั่วไป คือชนิดอุ่นไส้และชนิดติดเร็ว จะมี 2 ขาใช้ร่วมกับบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ ส่วนชนิดติดทันทีจะมีขาเดียว ใช้ร่วมกับบัลลาสต์

1.2.2 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamps) หรือที่เรียกว่า หลอดประหยัดไฟ คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเล็ก แต่ยังมีส่วนประกอบหลักเช่นเดิม มีทั้งชนิดบัลลาสต์ภายในที่มีขั้วหลอดแบบเกลียว ซึ่งเปลี่ยนแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ได้ทันที และชนิดบัลลาสต์ภายนอกที่เรียกว่า หลอดตะเกียบ ที่มีขั้วหลอดแบบเสียบ

1.2.3 หลอดไอปรอทความดันสูง (High-pressure Mercury Vapour Lamps) หรือที่เรียกว่า หลอดแสงจันทร์ เป็นหลอด HID ที่ใช้กันมาก ตัวหลอดเป็นแก้ว 2 ชั้น ชั้นในคือหลอดอาร์ก ที่ข้างในมีอิเล็กโทรดอยู่ที่ปลายทั้งสอง ส่วนหลอดชั้นนอกเป็นแก้วทรงลูกโบว์ลิ่งบรรจุด้วยก๊าซไนโตรเจนเพื่อป้องกันหลอดแก้วชั้นใน มีทั้งชนิดที่โปร่งใสและชนิดเคลือบสารเรืองแสงเพื่อให้สมดุลของสีดีขึ้น

1.2.4 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamps) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์ โดยเพิ่มสารไอโอไดด์เข้าไปในหลอดอาร์ก ทำให้คุณสมบัติทางสีของแสงดีขึ้น และไม่จำเป็นต้องเคลือบสารเรืองแสงที่ผิวใน แต่อาจเคลือบเพื่อให้สมดุลของสีดีขึ้น

1.2.5 หลอดโซเดียมความดันสูง (High-pressure Sodium Vapour Lamps) เป็นหลอดที่พัฒนามาจากหลอดแสงจันทร์โดยเพิ่มก๊าซซีนอนและสารโซเดียมเข้าไปในหลอดอาร์ก ทำให้ประสิทธิภาพแสงสูงขึ้น แต่สีของแสงเป็นสีเหลือง

1.2.6 หลอดโซเดียมความดันต่ำ (Low-pressure Sodium Vapour Lamps) เป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงสูงที่สุด แต่ให้แสงความยาวคลื่นเดี่ยว สีเหลืองเข้ม

2. บัลลาสต์

เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงาน ให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟฟ้าให้มีค่าสม่ำเสมอ เหมาะสมกับหลอดแต่ละประเภท แต่ละชนิด และแต่ละขนาด ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับหลอดก๊าซดีสชาร์จ เพราะเมื่อหลอดไฟผ่านขั้นตอนการจุดติดแล้วนั้น ค่าความต้านทานของหลอดจะลดลงอย่างมาก จึงต้องนำบัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจรเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานมิให้กระแสไหลเกินพิกัดจนไส้หลอดขาด การใช้งานร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์ จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกันได้ หากใช้งานผิดชนิดกันย่อมทำให้เกิดผลเสียหายหลายอย่าง เช่น จุดหลอดติดยาก หลอดเสื่อมสภาพเร็ว อายุใช้งานสั้น กำลังสูญเสียในบัลลาสต์สูง ซึ่งจะทำให้อายุงานบัลลาสต์สั้นลงได้ คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

- แรงดันไฟฟ้า (Line Volt) คือ ค่าแรงดันที่บัลลาสต์ถูกออกแบบไว้ หากแรงดันที่ป้อนหรือความถี่ผิดไปจะส่งผลกระทบกระเทือนอย่างมากให้แก่หลอดไฟฟ้าจนอาจเสียหายได้

- แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Dip) คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าตกลงในช่วงสั้นๆ ซึ่งมีผลทำให้ความสว่างของหลอดไฟฟ้าลดลงเล็กน้อยแต่บัลลาสต์ยังสามารถส่งกระแสให้หลอดติดอยู่ได้

- ตัวประกอบกำลัง (Power Factor, PF) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังวัตต์ต่อผลคูณของค่าแรงดันไฟฟ้ากับกระแส บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจะดึงกระแสเข้ามาก ทำให้ขนาดของสายไฟฟ้า ฟิวส์ สวิตช์ และเบรกเกอร์ อาจรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ที่ต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มทำงาน (Starting current) ก็มีผลเช่นเดียวกัน

- ประสิทธิภาพของบัลลาสต์ คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าต่อกำลังไฟฟ้ารวม ซึ่งรวมความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ (Ballast Losses)

- ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (Peak) ต่อค่า RMS (Root Mean Square Value) ของกระแส ซึ่งขึ้นกับรูปคลื่นที่ออกมาจากบัลลาสต์ หากมีค่าสูงเกินไปจะส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟและทำให้หลอดเสื่อมเร็วขึ้น

หลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีบัลลาสต์ที่ออกแบบมาใช้ใช้โดยเฉพาะบัลลาสต์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มตามประเภทย่อยของหลอดก๊าซดีสชาร์จ ดังต่อไปนี้

2.1 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีอยู่ 2 ชนิด คือ

2.1.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Magnetic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่มีมานานพร้อมๆ กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ออกแบบผลิตได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ ชนิดความเหนี่ยวนำ, ชนิดความจุ และชนิดความต้านทาน แกนเหล็กประกอบขึ้นมาจากแผ่นเหล็กนำมาเรียงกันและพันรอบด้วยขดลวดทองแดง มีการสูญเสียพลังงานอยู่ในช่วง 9-13 วัตต์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของวัสดุแกนเหล็กขดลวดที่นำมาใช้ และขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้บัลลาสต์มีอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วง 55-70°C ภายหลังมีการปรับปรุงวัสดุแกนเหล็ก และขดลวดให้มีคุณภาพดีขึ้น ที่เรียกว่าบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานไม่เกิน 6 วัตต์ แล้วแต่คุณภาพและขนาดกำลังของหลอดไฟฟ้า ส่วนอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ในช่วงระหว่าง 35-50°C

2.1.2 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) ภายในตัวบัลลาสต์บรรจุด้วยชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์แบ่งออกเป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ คือ วงจรป้องกันการรบกวน วงจรเรียงกระแส วงจรกำเนิดความถี่สูง วงจรควบคุม และขดลวดบัลลาสต์ กระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงและกรอง เพื่อเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสตรงสำหรับวงจรกำเนิดความถี่สูง (โดยทั่วไป 25-50 kHz) เพื่อขับดันตัวทรานซิสเตอร์ไว้ให้ทำงานสลับกัน โดยมีขดลวดบัลลาสต์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่และการสตาร์ท ซึ่งบางวงจรอาจใช้หม้อแปลงแรงดันด้านขาออกเป็นตัวควบคุมการจุดหลอด

2.2 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอด HID มีบัลลาสต์อยู่หลายชนิดที่สามารถใช้กับหลอด HID ได้แต่เท่าที่พบทั่วไปมีอยู่ 4 ชนิด

2.2.1 รีแอกเตอร์บัลลาสต์ (Reactor Ballast) มีลักษณะเป็นบัลลาสต์แกนเหล็ก คือ มีขดลวดทองแดงพันอยู่บนแกนเหล็ก ข้อดีของบัลลาสต์ชนิดนี้ คือ มีขนาดเล็ก เบา ราคาถูก และมีการสูญเสียในตัวบัลลาสต์ต่ำที่สุด จึงเป็นบัลลาสต์ชนิดที่มักใช้กันโดยทั่วไป แต่มีข้อจำกัดอยู่ที่แรงดันไฟฟ้าต้องไม่เปลี่ยนแปลงมากกว่า 5% และมีค่าตัวประกอบกำลังต่ำ ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการต่อตัวเก็บประจุ

2.2.2 เรกูเลเตอร์บัลลาสต์ (Regulator Ballast) มีลักษณะคล้ายหม้อแปลงไฟฟ้า ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือ ขดลวดปฐมภูมิ และขดลวดทุติยภูมิ พันอยู่บนแกนเหล็ก โดยไม่มีการต่อกันทางไฟฟ้า ข้อดีของบัลลาสต์ชนิดนี้ คือแรงดันไฟฟ้าสามารถเปลี่ยนแปลงได้มากถึง 13% รับแรงดันไฟฟ้าตกได้มากกว่า 50% และค่าตัวประกอบกำลังสูงถึง 0.95 แต่มีข้อเสียที่การสูญเสียในตัวบัลลาสต์และค่าตัวประกอบยอดคลื่นกระแสมีค่าสูงที่สุด

2.2.3 แล็กบัลลาสต์ (Lag Ballast) เป็นการผสานระหว่างรีแอกเตอร์บัลลาสต์กับหม้อแปลงแบบออโตเข้าด้วยกัน ประกอบด้วยขดลวด 2 ชุด คือขดลวดปฐมภูมิและขดลวดทุติยภูมิ พันอยู่บนแกนเหล็ก โดยที่ขดลวดทุติยภูมิต่ออนุกรมกับหลอดไฟฟ้า คุณสมบัติโดยทั่วไปคล้ายกับรีแอกเตอร์บัลลาสต์ แต่สามารถใช้งานได้ดี ถึงแม้ว่าแรงดันไฟฟ้าจะสูงหรือต่ำกว่าแรงดันขณะเริ่มทำงาน ส่วนข้อเสีย คือ มีขนาดใหญ่กว่า ราคาแพงกว่าและการสูญเสียในตัวบัลลาสต์สูงกว่า

2.2.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) คุณสมบัติโดยทั่วไปเหมือนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ เพียงแต่ออกแบบมาให้ใช้กับหลอด HID

3. โคมไฟ

โคมไฟทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์ แล้ว ยังทำหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่ต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายใดๆ ซึ่งอาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าได้ ในการเลือกใช้งานโคมไฟจึงไม่ควรเลือกโดยคำนึงถึงแต่ความสวยงามเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

- ประสิทธิภาพของโคมไฟ คือ อัตราส่วนระหว่างลูเมนรวมที่ออกมาจากโคมไฟต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า โคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้มาก

- สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าลูเมนรวมที่ไปตกถึงพื้นที่ทำงานต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า จึงเปรียบเสมือนได้รวมค่าประสิทธิภาพโคมไฟเข้ากับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น คือ ความสูงและสัดส่วนของห้อง หรือ อัตราส่วนโพรง ตลอดจนค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และพื้นไว้ด้วยแล้ว

- ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก (Luminaire Dirt Depreciation, LLD) คือ การที่ปริมาณแสงลดลงตามระยะเวลาที่ใช้โคมไฟ เนื่องจากการฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ ซึ่งขึ้นกับความสะอาดของพื้นทีและลักษณะของโคมไฟแต่ละชนิด

- กราฟแสดงการกระจายความเข้มส่องสว่าง (Luminaire Intensity Diagram) คือ กราฟในระบบโพลาร์โคออร์ดิเนต ที่แสดงค่ากำลังส่องสว่างของโคมไฟที่มุมต่างๆ รอบโคมไฟ เพื่อใช้คำนวณความสว่างบนพื้นที่ทำงานที่จุดต่างๆ การออกแบบที่ดีนั้น จุดที่สว่างมากที่สุดและสว่างน้อยที่สุด ไม่ควรต่างกันเกินหนึ่งในหกของความสว่างเฉลี่ยบนพื้นที่ทำงานนั้น ทั้งนี้ผู้ผลิตมักจะระบุค่ามากที่สุดของระยะห่างระหว่างโคมเป็น อัตราส่วนระหว่างระยะห่างของโคมไฟกับความสูงของโคมไฟ

- คุณสมบัติเฉพาะอื่นๆ นอกจากพิจารณาถึงการให้แสงสว่างที่เพียงพอแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงการป้องกันแสงจ้า ความปลอดภัย รวมถึงความยากง่ายในการซ่อมบำรุงประกอบ

หลักการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป มักมีสัดส่วนเพียงส่วนน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด นอกจากอุตสาหกรรมที่มีการใช้แสงสว่างมาก และไม่มีเครื่องจักรใหญ่ เช่น อุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้า ประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยเหตุนี้ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มักจะให้ความสำคัญกับเครื่องจักร วัสดุอุปกรณ์และกระบวนการผลิต แต่จะมองข้ามความสำคัญของการติดตั้งใช้งานระบบแสงสว่างอย่างเพียงพอ

การให้แสงสว่างอย่างเหมาะสมในโรงงาน มีผลโดยตรงต่อปริมาณผลผลิตที่จะเพิ่มขึ้นและปริมาณของเสียที่จะลดลง ซึ่งเป็นการลดต้นทุนการผลิต นอกจากนี้ยังมีผลต่อขวัญ และกำลังใจของผู้ปฏิบัติงาน ทั้งสามารถลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุและการเจ็บป่วยจากการทำงานอีกด้วย

การประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างจึงต้องรักษาระดับความสว่างและคุณภาพของแสง เพราะประสิทธิภาพการทำงานที่ลดลงเพียงเล็กน้อย อาจไม่คุ้มกับค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ ในขณะที่ค่าใช้จ่ายสำหรับการปรับปรุงระบบแสงสว่างให้เหมาะสม โดยทั่วไปจะมีต้นทุนไม่ถึง 1% ของค่าใช้จ่ายรวมทั้งหมดต่อปีของโรงงาน

ดังนั้น การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างที่ถูกต้อง จึงไม่ใช่มุ่งแต่เพียงเฉพาะการประหยัดไฟฟ้า แต่จะต้องมุ่งสู่การได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง

การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง เริ่มต้นจากการทบทวนการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันว่าสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ และลักษณะการทำงานหรือไม่ พิจารณาคุณภาพและระดับความสว่างว่าเหมาะสมเพียงพอต่อการทำงานนั้นๆ หรือไม่ จากนั้นจึงทำการพิจารณาปรับปรุง โดยเลือกใช้มาตรการที่ไม่ต้องมีการลงทุนหรือลงทุนน้อยเสียก่อน ดังมีรายละเอียดของแต่ละมาตรการ

มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง

มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างจะมีหลากหลายวิธี แต่จะมีแนวทางในการปรับปรุงอยู่เพียง 3 แนวทางใหญ่ๆ คือ

1. การใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ

ปกติเวลากลางวันมีดวงอาทิตย์ให้แสงสว่างโดยธรรมชาติ แต่ในเวลากลางคืน หรือบริเวณทำงานที่ต้องการความสว่างมาก รวมทั้งภายในอาคารซึ่งส่วนมากแสงสว่างจากธรรมชาติเข้าไม่ถึง แสงสว่างจากไฟฟ้า จึงเข้ามีบทบาทสำคัญในการให้แสงสว่างภายในอาคาร แต่ก็ไม่ควรละเลยการนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ เพราะนอกจากเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบแสงสว่างแล้วยัง ยังเพิ่มคุณภาพให้กับสภาพแวดล้อมภายในอาคารด้วย การนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้มีอยู่ 2 วิธี คือ

1.1 การใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ ในบริเวณที่สามารถรับแสงจากธรรมชาติได้ ควรพิจารณาปรับปรุงหลังคาบางส่วนให้โปร่งแสง แต่เนื่องจากแสงอาทิตย์โดยตรง มีความเข้มแสงสูง จึงต้องใช้ตัวกลางกระจายแสง เช่น กระเบื้องไฟเบอร์โปร่งแสง เพราะหากใช้กระจกใสจะทำให้เกิดแสงจ้าแยงตาได้ง่ายจากการสะท้อนแสงของวัตถุต่างๆ แสงชนิดนี้ยังมีความไม่แน่นอนแปรเปลี่ยนได้มากในแต่ละช่วงเวลา อีกทั้งควบคุมได้ยาก จึงควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ใช้ในพื้นที่ซึ่งแสงสว่างมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน นอกจากนี้ยังไม่ควรใช้ในพื้นที่ปรับอากาศ หรือพื้นที่เก็บวัตถุที่เสียหายได้เมื่อถูกความร้อน

1.2 การใช้แสงสว่างจากท้องฟ้า นับเป็นวิธีที่เหมาะอย่างยิ่งกับการใช้งานในอาคาร เนื่องจากแสงชนิดนี้สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของแสงได้ง่ายกว่า และมีประสิทธิภาพแสงต่อความร้อนของแสงสูง จึงไม่เป็นการเพิ่มความร้อนให้แก่อาคาร ทั้งนี้ต้องอาศัยการออกแบบอาคารให้มีหน้าต่างรับแสงสว่างจากท้องฟ้าเข้าสู่ตัวอาคารโดยมีส่วนยื่นหรือแผงบังแดดที่เหมาะสม หรือออกแบบให้มีช่องรับแสงในด้านทิศเหนือที่ปราศจากแสงอาทิตย์โดยตรง

2. การจัดการระบบแสงสว่างให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

การประหยัดพลังงานที่ให้ผลมากที่สุด โดยไม่ต้องลงทุน คือ การปิดไฟเมื่อไม่มีความจำเป็น ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการจัดการระบบแสงสว่างให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นหลังจากทบทวนการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันแล้ว ควรพิจารณาปรับปรุงการใช้งานระบบแสงสว่างในปัจจุบันให้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการปรับลดความสว่างให้เหมาะสม การควบคุมการเปิด-ปิด และการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ดังมาตรการต่อไปนี้

2.1 การปรับลดความสว่างให้เหมาะสม เมื่อได้ทบทวนระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบันแล้ว มักจะพบว่าการออกแบบเดิมนั้นไม่สอดคล้องกับการใช้งาน อาจเป็นเพราะในขณะออกแบบ มิได้มีการกำหนดลักษณะการใช้พื้นที่อย่างชัดเจน หรือมีการเปลี่ยนแปลงวัตถุประสงค์

ของการใช้พื้นที่ในภายหลัง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการให้แสงสว่างมักจะมากเกินไป ดังนั้นสิ่งแรกที่ควรทำคือ การลดจำนวนหลอดไฟฟ้า โดยการถอดหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออก การเปลี่ยนวิธีการให้แสงอย่างเหมาะสม หรืออาจใช้การหรี่แสง แต่เนื่องจากมาตรการดังกล่าวมีการปรับลดความสว่าง ดังนั้นต้องคำนึงด้วยว่าเมื่อใช้งานระบบแสงสว่างไปเป็นระยะเวลานานเข้า ความสว่างย่อมลดลงอีกบ้าง เนื่องจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ต่างๆ จึงต้องเผื่อระดับความสว่างให้คงเหลือสูงกว่ามาตรฐานตลอดเวลาที่ใช้งาน ซึ่งถ้ามีการบำรุงรักษาที่ดีจะทำให้สามารถลดระดับความสว่างลงได้มากขึ้น

2.1.1 การลดจำนวนหลอดไฟฟ้า เป็นวิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่มักทำกันทั่วไป การลดจำนวนหลอดไฟฟ้า ควรทำก็ต่อเมื่อได้ทำการสำรวจและพิจารณาอย่างรอบคอบแล้วว่า ความสว่างในพื้นที่นั้นสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในมาตรฐานโดยไม่มีประโยชน์ หรือได้มีการชดเชยโดยการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้า หรือติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงเพิ่ม ทั้งนี้การลดจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ทำกันส่วนมาก มักจะถอดเฉพาะหลอดไฟฟ้าออกไป ซึ่งสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดแสงจันทร์ที่ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กโดยทั่วไป โดยปกติจะไม่มีปัญหาอื่นนอกจากมีกำลังงานสูญเสียบ้าง แต่ถ้าเป็นหลอดโซเดียมความดันสูงหรือใช้บัลลาสต์ชนิดพิเศษ เมื่อถอดหลอดไฟฟ้าออก กระแสขณะสตาร์ตและอุณหภูมิของบัลลาสต์ อาจสูงกว่าขณะใช้งานตามปกติ ซึ่งเป็นอันตรายได้ การลดจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ถูกต้องจึงควรตัดไฟที่เข้าทั้งวงจร

2.1.2 การหรี่แสง บริเวณห้องที่ใช้สำหรับงานอเนกประสงค์ ซึ่งบางครั้งมีความต้องการแสงสว่างไม่แน่นอน หรือห้องที่มีการใช้แสงธรรมชาติจากภายนอกเข้ามาช่วยให้แสงสว่างภายใน ซึ่งแปรเปลี่ยนไปไม่แน่นอน เช่น ห้องประชุม ห้องดังกล่าวนี้ ควรนำการหรี่แสงมาใช้ เพื่อปรับระดับแสงสว่างให้เหมาะกับความต้องการของกิจกรรมแต่ละชนิด หรือความพอใจของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน จะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานลง ด้วยการลดปริมาณแสงในยามที่ไม่ต้องการแสงสว่างมากนัก หรือในยามที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติภายนอกช่วย

การหรี่แสงนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับชนิดของหลอดไฟฟ้าที่ใช้ เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์นั้น สามารถจะใช้วงจรหรี่ไฟแบบง่ายๆ โดยการปรับลดแรงดันไฟฟ้าขาเข้า ซึ่งนอกจากจะช่วยประหยัดไฟฟ้าแล้ว การลดแรงดันไฟฟ้าลงทุกๆ 5% จะช่วยยืดอายุใช้งานของหลอดไฟฟ้าได้มากกว่า 2 เท่า จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายและภาระในการเปลี่ยนหลอดที่ขาดลงได้มาก สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะสามารถหรี่แสงได้เฉพาะชนิดติดเร็ว (ที่มีวงจรอุ่นไส้หลอด) หรือต้องใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ร่วมกับเครื่องหรี่ไฟ (Light Dimmer) ทำให้มีการลงทุนค่อนข้างสูง ส่วนหลอด HID นั้นจะไม่สามารถหรี่แสงได้อย่างต่อเนื่อง แต่สามารถติดตั้งชุดอุปกรณ์เพื่อปรับค่าความต้านทานภายในวงจร ซึ่งจะทำให้พลังงานไฟฟ้าที่เข้าวงจร และปริมาณแสงลดลงประมาณ

ครึ่งหนึ่ง ทั้งนี้หากโรงงานดำเนินการลดจำนวนหลอดไฟฟ้าแล้ว มีบัลลาสต์หลอดแสงจันทร์เหลือ สามารถนำบัลลาสต์นั้นมาใช้ร่วมในชุดอุปกรณ์ เพื่อลดการลงทุนลงได้บางส่วน

2.2 การควบคุมการเปิด-ปิด จุดประสงค์ของการควบคุมการเปิด-ปิด คือ การไม่ใช้แสงสว่างในเวลาที่ไม่จำเป็นต้องใช้ ทำได้โดยการมอบหมายให้พนักงานมีหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด หรือการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม เช่น กรณีที่มีพนักงานจำนวนมาก ไม่สามารถควบคุมได้ ก็อาจจำเป็นที่จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีการลงทุนค่อนข้างสูง จึงควรพิจารณาใช้คนควบคุมเสียก่อน เช่น ให้พนักงานทุกคนมีหน้าที่ควบคุมการเปิด-ปิด ในบริเวณที่ทำงานของตนเอง บริเวณสาธารณะที่ไม่สามารถหาผู้ดูแลได้ เช่น ทางเดิน ห้องน้ำ จึงค่อยพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

2.2.1 การควบคุมการเปิด-ปิด โดยคนควบคุม แบ่งเป็น 2 วิธี คือ การปิดทั้งหมด เช่น เวลาพักเที่ยง หลังเลิกงาน สามารถตัดไฟที่สายเมนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ส่วนการปิดบางส่วน นั้น เพื่อให้สามารถปิดไฟได้จำนวนมากขึ้น ต้องพิจารณาแยกสวิตช์ หรือติดสวิตช์กระตุก ให้สามารถเลือกเปิด-ปิด โคมไฟในตำแหน่งต่างๆ ภายในแต่ละพื้นที่อย่างอิสระต่อกัน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเลือกปิดโคมไฟในบริเวณที่ไม่ใช้งาน และเพื่อให้เปิด-ปิด ได้อย่างรวดเร็วและไม่ผิดพลาด ที่แผงสวิตช์ต้องมีผังบริเวณแสดงกำกับและมีการชี้บ่งถึงกำหนดระยะเวลาเปิด-ปิด เช่น ติดสีที่สวิตช์ สำหรับตำแหน่งของสวิตช์ ควรอยู่ใกล้ประตูหรืออยู่ในตำแหน่งที่สามารถเปิด-ปิด ได้สะดวก ซึ่งจะเป็นแรงจูงใจให้คนปิดไฟหลังจากเลิกใช้งาน ส่วนห้องที่มีทางเข้าออกหลายทาง หรือติดตั้งสวิตช์ควบคุมรวมไว้ในที่ห่างไกลจากพื้นที่ ก็ควรจะติดสวิตช์เปิด-ปิดหลายทาง โดยมี Indicators บ่งบอกสภาวะเปิด-ปิด ด้วย

2.2.2 การควบคุมการเปิด-ปิดโดยอุปกรณ์อัตโนมัติ ปัจจุบันในตลาดมีอุปกรณ์อัตโนมัติให้เลือกใช้มากมายหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน การจะเลือกใช้อุปกรณ์อัตโนมัติชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และพฤติกรรมของผู้ที่ทำงานในแต่ละพื้นที่นั้นๆ ดังต่อไปนี้

2.2.2.1 สวิตช์ตั้งเวลา (Timer) และสวิตช์หน่วงเวลา (Time Delay Switch) การทำงานของสวิตช์จะมีอยู่สองแบบ แบบแรกคือ สวิตช์ตั้งเวลา ซึ่งจะทำการเปิด-ปิด ตามเวลาที่ได้ตั้งเอาไว้ล่วงหน้าจึงเหมาะที่จะใช้กับบริเวณที่รู้ตารางเวลาการทำงานในแต่ละวันที่แน่นอน ส่วนแบบที่สองคือ สวิตช์หน่วงเวลา ซึ่งจะเริ่มทำงานตั้งแต่มีการเปิดสวิตช์และจะทำการปิดเองเมื่อครบกำหนดเวลาที่ตั้งหน่วงไว้ จึงเหมาะที่จะใช้กับบริเวณที่ใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆ

2.2.2.2 สวิตช์แสงแดด (Photo Cell Switch) เป็นสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด โดยอาศัยแสงแดดจึงเหมาะที่จะใช้สำหรับบริเวณที่ได้ออกแบบให้ใช้แสงสว่างจากแสงอาทิตย์ เพื่อป้องกันการลืมเปิดไฟทิ้งเอาไว้ในเวลาที่มีแสงอาทิตย์เพียงพอ

2.2.2.3 สวิตช์ตรวจจับการทำงาน (Occupancy Sensor) เป็นสวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด โดยการตรวจจับจากการดำเนินกิจกรรม เช่น การเคลื่อนไหว หรือเสียง เพื่อป้องกันการลืมเปิดไฟทิ้งเอาไว้ในเวลาที่ไม่มีคนอยู่ และสามารถใช้ควบคู่กับการหรี่แสงอัตโนมัติ เพื่อหรี่ไฟให้มีความสว่างน้อยลงในเวลาที่มีกิจกรรมน้อย

2.3 การบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ เมื่อใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างไปเป็นระยะเวลานานๆ พบว่าระดับความสว่างจะลดลงตามระยะเวลา เนื่องจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หลอดไฟฟ้าเสื่อมสภาพ โคมไฟสกปรก หรือแม้แต่ผนังและฝ้าเพดาน ก็มีผลต่อการลดค่าการสะท้อนแสง อันจะส่งผลต่อระดับความสว่างของภายในห้อง ดังนั้นการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอจึงมีความจำเป็นในการที่จะให้ได้มาซึ่งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดีและมีประสิทธิภาพสูง

2.3.1 การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าที่ขาด ในการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างย่อมจะมีหลอดไฟฟ้าที่ขาดเกิดขึ้นเสมอ ซึ่งจะทำให้ปริมาณแสงจากระบบไฟฟ้าแสงสว่างลดลง การปล่อยให้มีหลอดขาดในบริเวณพื้นที่ทำงาน ย่อมทำให้เกิดความเสียหายกับประสิทธิภาพการทำงานได้ การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าใหม่เป็นบางจุด (Spot Relamping) เป็นวิธีการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าที่ตรงไปตรงมา ประหยัดค่าหลอดไฟฟ้า แต่หากตำแหน่งของโคมไฟอยู่สูง การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าอาจทำได้ไม่ง่ายนัก เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นกลุ่ม (Group Relamping) เมื่อใช้งานหลอดไฟฟ้าไปได้ประมาณ 70% ของอายุใช้งาน แม้เสียค่าหลอดไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่ก็อาจลดค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงโดยรวมลงได้

2.3.2 การทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า เพดาน ผนัง และพื้น การปล่อยให้ฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ เกาะที่โคมไฟ ย่อมทำให้ประสิทธิภาพของโคมไฟลดลง ดังนั้นจึงควรทำความสะอาดโคมไฟเป็นประจำ นอกจากโคมไฟแล้วเพดาน ผนัง และพื้น ก็ควรมีการทำความสะอาดเช่นกัน หากสีเริ่มหมองค้ำลงมากก็อาจจำเป็นต้องทาสีใหม่ ซึ่งสีที่ใช้ทาควรเป็นสีโทนสว่างและมีค่าการสะท้อนแสงที่เหมาะสมของแต่ละพื้นที่

3. การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ประหยัดพลังงานประเภทต่างๆ

แนวทางการลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการส่องสว่างโดยยังคงประสิทธิผลการส่องสว่างสามารถทำได้อีกทางหนึ่งหนึ่ง คือการลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ และโคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังมีรายละเอียดในแต่ละอุปกรณ์ดังนี้

3.1 การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง ในการเลือกชนิดหลอดไฟฟ้านั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่าง ปัจจัยแรกที่ต้องพิจารณา คือ ประเภทการทำงาน ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดระดับความสว่าง ความถูกต้องของสี อุณหภูมิของแสง ความสามารถในการหรี่แสง ระยะเวลาอุ่นหลอด ระยะเวลารอจุดซ้ำ นอกจากนี้สภาพสถานที่ก็มีส่วนกำหนด เช่น ความชื้น ความสั่นสะเทือน

อุณหภูมิ ความสูงเพดาน เมื่อตัดหลอดไฟฟ้าที่ไม่อาจใช้งานได้ออก จากนั้นจึงพิจารณาปัจจัยในด้านค่าใช้จ่าย คือ ประสิทธิภาพ อายุใช้งาน และราคา

แนวทางการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าง่ายๆ คือ ไม่ควรใช้หลอดไส้ในการให้แสงสว่างทั่วไป ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลัก ในการติดตั้งไฟส่องลง (Down light) หรือโคมฉาย (Flood light) ในห้องโถงใหญ่ควรใช้หลอด HID เป็นต้นกำเนิดแสงหลัก

การจะเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้า ควรคิดคำนวณอย่างรอบคอบถึงค่าใช้จ่ายรวมทั้งระบบ อย่างไรก็ดีหากได้มีการตัดสินใจเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้าก็ไม่ควรเปลี่ยนทั้งหมดทันที ควรกำหนดพื้นที่ทดลองส่วนหนึ่งก่อน เพื่อทดสอบผลการใช้งานจริง และการยอมรับของผู้ทำงานก่อน

3.2 การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ ควรเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำที่สุด คือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แต่เนื่องจากโรงงานส่วนมากมีข้อจำกัดในเรื่อง ฝุ่นละออง และความชื้น ซึ่งทำให้อายุใช้งานของบัลลาสต์สั้นลง จึงอาจใช้ได้เฉพาะแต่ส่วนสำนักงาน โดยเฉพาะโคมไฟที่ใช้หลอดไฟฟ้าหลายหลอด เนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพียง 1 ตัว สามารถใช้กับหลอดไฟฟ้าได้สูงสุด 3 ถึง 4 หลอด และบางรุ่นยังสามารถหรี่แสงได้ ซึ่งช่วยให้เกิดผลการประหยัดคุ้มค่ามากขึ้น

3.3 การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง ปัจจัยที่สำคัญในการเลือกโคมไฟก็คือ สภาพพื้นที่ และประเภทการทำงานในพื้นที่นั้น ปัจจัยแรกก็คือ ความสูงเพดาน เพราะหากเพดานมีความสูงไม่ถึง 3.5 เมตร ก็ไม่เหมาะสมที่จะใช้โคมไฟที่ใช้กับหลอด HID ถ้ามีความสูงไม่ถึง 5 เมตร ก็จะใช้หลอด HID ได้เฉพาะหลอดขนาดเล็ก ปัจจัยเรื่องสภาพพื้นที่อีกประการก็คือ ระยะห่างของช่วงเสา ซึ่งจะส่งผลถึง ระยะห่างของโคมไฟและอัตราส่วนระหว่างระยะห่างของโคมไฟกับความสูงของโคมไฟ

เครื่องมือในการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

1. เครื่องวัดความสว่าง คือ ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lm/m^2 หรือ lux) เพื่อบอกว่าระดับความสว่างที่ได้เพียงพอหรือไม่ ลักซ์มิเตอร์ที่ใช้ควรเป็นชนิดปรับแก้ค่าเชิงความยาวคลื่น คือ ความไวต่อความยาวคลื่นแสงเหมือนตามนุษย์ และปรับแก้ค่าเชิงมุม คือ ปรับแก้ค่าความสว่างที่วัดได้เมื่อแสงตกกระทบไม่ตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัด

2. เครื่องวัดระยะทาง เช่น ตลับเมตรเพื่อใช้วัดความสูงฝ้า ระยะระหว่างดวงโคม รวมทั้งใช้วัดพื้นที่ใช้งาน เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้เป็นวัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน

ข้อกำหนดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อกำหนดมาตราฐานการใช้พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง มีข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างทุกบริเวณ ยกเว้นที่ใช้ในกรณีฉุกเฉิน ต้องมีการควบคุมโดยมีผู้รับผิดชอบเปิด-ปิด ตามตารางกำหนดเวลา หรือโดยอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

2. สวิตช์ทุกจุดต้องอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปิด-ปิดได้สะดวก โดยมีแผนผังแสดงตำแหน่งหลอดไฟที่ควบคุม และมีการชี้บ่งถึงกำหนดระยะเวลา เปิด-ปิด เช่น ติดสีที่สวิตช์

3. ต้องจัดให้มีสวิตช์ควบคุมอย่างน้อย 1 จุดสำหรับ

3.1 อุปกรณ์แสงสว่างแต่ละประเภท หรือมีขนาดกำลังรวมเกิน 1,000 วัตต์

3.2 พื้นที่ไม่เกิน 30 ตารางเมตร หรือ ภายในแต่ละพื้นที่ทำงาน/ห้อง

3.3 พื้นที่ซึ่งในบางครั้งทำงานไม่พร้อมกัน หรือบริเวณที่มีแสงธรรมชาติเพียงพอ

3.4 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ให้ถือว่าเทียบเท่าจำนวนสวิตช์ได้ไม่เกิน 3 จุด

4. ต้องมีแผนผังทางไฟฟ้า ซึ่งแสดงชนิด ขนาด และจำนวนหลอดไฟฟ้า ตำแหน่งติดตั้งและสวิตช์ควบคุม ที่ถูกต้องตรงกับสภาพปัจจุบันอยู่เสมอ

5. ต้องจัดทำตารางวิเคราะห์ระบบแสงสว่าง ให้ครอบคลุมทั่วทุกบริเวณ ยกเว้นที่ใช้ในกรณีฉุกเฉิน และต้องปรับปรุงทุกครั้งที่มีการต่อเติมแก้ไขอาคาร ย้ายพื้นที่ทำงาน หรือเครื่องจักร

ข้อกำหนดเพื่อพิจารณาปรับปรุง

การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีข้อกำหนดเพื่อพิจารณาปรับปรุงโดยลำดับดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่างทุกบริเวณที่มีการเปิดใช้ในเวลากลางวันเป็นประจำ รวมทั้งห้องน้ำ ควรพิจารณาใช้แสงสว่างธรรมชาติ

2. ควรทบทวนสภาพการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ระดับความสว่าง และวิธีการให้แสงสว่าง เพื่อทำการปรับปรุงให้เหมาะสมทุกครั้งที่มีการต่อเติมแก้ไขอาคาร ย้ายพื้นที่ทำงาน หรือเครื่องจักร

3. บริเวณที่มีการใช้งานหลายอย่าง ซึ่งบางครั้งต้องการแสงสว่างน้อย หรือมีการใช้แสงธรรมชาติช่วยให้แสงสว่าง ควรพิจารณาติดตั้งเครื่องหรี่ไฟ

4. ดวงไฟที่ผู้รับผิดชอบ เปิด-ปิด ไม่สามารถควบคุมได้อย่างถี่ถ้วน ติดตั้งในบริเวณพื้นที่กว้างหรือมีจำนวนมาก ควรพิจารณาติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

5. ดวงไฟที่ติดตั้งในพื้นที่กว้างหรือห้องขนาดใหญ่และมีทางเข้าออกหลายทางหรือสวิตช์ควบคุมติดตั้งรวมไว้ในบริเวณที่ห่างไกล เช่น โกดังเก็บของ ควรพิจารณาติดตั้งสวิตช์ควบคุมเพิ่ม

6. พิจารณาเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานประเภทต่างๆ ดังนี้

6.1 การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

6.2 การเลือกใช้บัลลาสต์ที่มีการสูญเสียต่ำ

6.3 การเลือกใช้โคมไฟประสิทธิภาพสูง

ข้อกำหนดเพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษา

การตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง มีข้อกำหนดที่ต้องปฏิบัติดังนี้

1. ก่อนเริ่มทำงาน พนักงานทุกคนต้องสังเกตการทำงานของหลอดไฟฟ้าในพื้นที่ทำงานของตนเอง หากมีหลอดไฟฟ้าเริ่มทำงานไม่ปกติให้แจ้งซ่อมทันที

2. ฝ่ายซ่อมบำรุงต้องมีผู้รับผิดชอบในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบแสงสว่าง ในแต่ละพื้นที่ทันทีเมื่อได้รับแจ้ง

3. ฝ่ายซ่อมบำรุงต้องจัดทำตารางแผนการตรวจสอบระบบแสงสว่างโดยมาตรการที่ต้องทำเป็นประจำมีดังนี้

3.1 สำรวจสภาพการทำงานของหลอดไฟฟ้า ให้ครอบคลุมทั่วทุกบริเวณ

3.2 ทำการวัดและบันทึกระดับความสว่างในพื้นที่การทำงาน ซึ่งแสงสว่างมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานอย่างสม่ำเสมอ และทุกครั้งก่อนและหลังการปรับปรุงระบบแสงสว่าง

3.3 ตรวจสอบอุปกรณ์แสงสว่าง รวมทั้งฉนวนหุ้มสายไฟฟ้า ทุกครั้งที่มีการทำความสะอาดและพิจารณาเปลี่ยนตามความจำเป็น

3.4 ทำความสะอาดดวงโคมอย่างน้อยปีละครั้ง และทุกครั้งที่มีการซ่อมบำรุง

4. โรงงานต้องทำความสะอาดเพดาน ผนังและพื้นอย่างน้อยปีละครั้ง และพิจารณาทาสีใหม่ตามสมควร

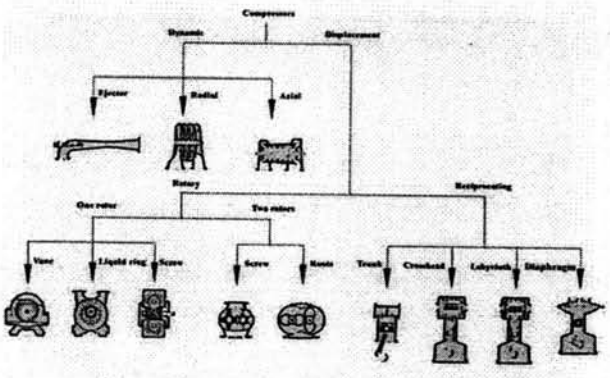
การอนุรักษ์พลังงานในระบบอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศเป็นแหล่งกำเนิดและจ่ายอากาศอัดให้แก่อุปกรณ์และเครื่องมือชนิดต่างๆ ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงเครื่องจักรขนาดใหญ่ รวมทั้งระบบควบคุมนิวเมติกส์ด้วย โดยทั่วๆ ไปแล้ว เครื่องอัดอากาศจะใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยประมาณ 10-15% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในโรงงาน โดยทั่วไปแล้วเครื่องอัดอากาศอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

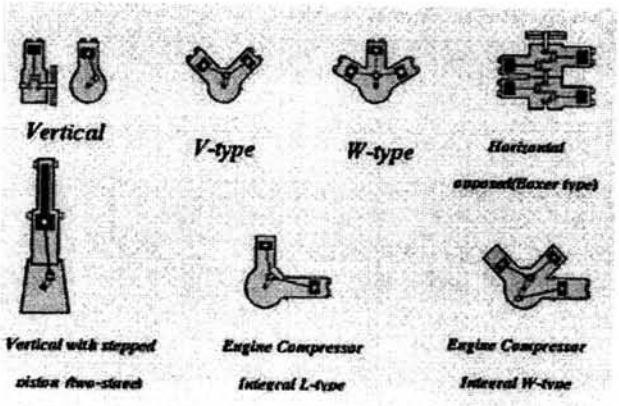
1. เครื่องอัดอากาศประเภทปริมาตร

มีหลักการทำงาน คือ ให้อากาศไหลเข้าไปในปริมาตรอันหนึ่งภายในเครื่องอัด แล้วลดปริมาตรอากาศนี้ลง โดยใช้พลังงานจากภายนอกเมื่ออากาศมีปริมาตรน้อยลงความดันของอากาศจะสูงขึ้น เมื่อความดันสูงขึ้นแล้วก็จะถูกปล่อยออกไปเป็นอากาศที่มีความดัน เครื่องอัดอากาศปริมาตรนี้มีทั้งแบบลูกสูบและแบบโรตารี่ ในปัจจุบัน แบบลูกสูบมีหลายชนิด ได้แก่ single stage, two stage และ two stage double acting ซึ่งมีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะแบบ two stage double acting ส่วนแบบโรตารี่ เช่น rotary vane และโรตารี่สกรูซึ่งมีทั้งแบบ oil-flooded และ oil free มีประสิทธิภาพดีพอสมควรและค่าบำรุงรักษาน้อย

1.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ เครื่องแบบลูกสูบสามารถอัดอากาศได้ในช่วงความดันที่กว้าง สำหรับแบบ single stage สามารถอัดอากาศได้ถึงความดัน 10 bar ส่วนเครื่องชนิด two-stage สามารถอัดอากาศได้ถึง 70 barเครื่องอัดกาศแบบลูกสูบเป็นเครื่องอัดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าแบบอื่น โดยเฉพาะแบบ two stage double acting with intercooling การเลือกใช้แบบต่างๆ นั้น โดยทั่วไปแล้วเครื่องขนาดเล็กมากนิยมใช้เป็นแบบ single stage และระบายความร้อนด้วยอากาศ ส่วนเครื่องขนาดที่ใหญ่ขึ้นมักเป็น แบบ two stage และระบายความร้อนด้วยอากาศ สำหรับเครื่องที่ใหญ่มากมักจะเป็นแบบ two-stage double acting และระบายความร้อนด้วยน้ำ การระบายความร้อนด้วยน้ำจะสามารถระบายความร้อนออกจากอากาศที่กำลังอัดอยู่ได้มากกว่าแบบที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ และแบบระบายความร้อนด้วยน้ำจะให้ประสิทธิภาพของการอัดที่สูงกว่า แต่ในบางกรณีที่แม้ต้องการปริมาณอากาศไม่มากแต่ต้องการอากาศที่มีความดันสูง ก็อาจเลือกใช้แบบ multistage ได้การวางลูกสูบมีแบบต่างๆ กัน เช่น ระบบวางความยาว แบบ "W" และแบบ "H" เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบสามารถรับโหลดที่ แปรเปลี่ยนได้ดี และสามารถทำงานในลักษณะ on-load โดยที่มอเตอร์ยังหมุนอยู่แต่ใช้พลังงานน้อยมาก



รูปที่ 2.1 แสดงประเภทของเครื่องอัดอากาศ



รูปที่ 2.2 แสดงรูปแบบการวางของเครื่องอัดแบบลูกสูบ

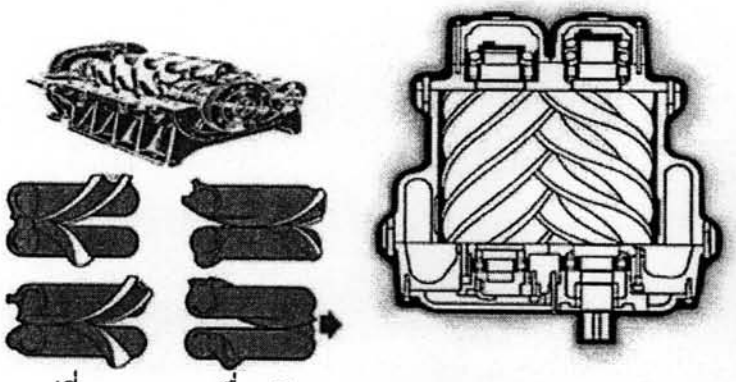
1.2 เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่สกรู เป็นเครื่องอัดอากาศแบบปริมาตร มีอัตราส่วนการอัดตายตัวหรือ pressure ratio มีค่าคงที่ โดยขึ้นกับรูปร่างของสกรู

หลักการทำงาน คือ มีโรเตอร์แบบสกรูสองตัวสวมกันได้พอดี ตัวหนึ่งเป็นตัวผู้ อีกตัวเป็นตัวเมีย โรเตอร์ทั้งสองถูกขับด้วยเฟืองไทมิ่ง โรเตอร์ทั้งสองนี้ไม่มีส่วนที่แตะกันและไม่แตะกับเสื้อ (casing) ด้วย การที่ทำงานโดยไม่แตะกันนี้ สามารถสร้างให้เป็นชนิดไม่มีน้ำมันได้ หรือแบบมีน้ำมันก็ได้ ในกรณีของแบบมีน้ำมันไม่จำเป็นต้องมีเฟืองไทมิ่ง แต่อาศัยการขับผ่านฟิล์มน้ำมันและโรเตอร์

เครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่สกรูนี้ไม่มีวาล์วอากาศเข้าและวาล์วอากาศออกอย่างของแบบลูกสูบ มีแต่เพียงช่องอากาศเข้าและช่องอากาศออก ทำให้เครื่องแบบโรตารี่สามารถหมุนด้วยความเร็วสูงและเนื่องจากไม่มีกลไกในการเปิด-ปิดวาล์ว เครื่องอัดอากาศแบบนี้สามารถอัดอากาศได้เป็นปริมาณมาก เมื่อเทียบขนาดของตัวเครื่องภายนอก และเหมาะสมที่ทำงานเป็น base-load คือ ทำงานอย่าง full load อย่างต่อเนื่อง แต่ถ้าการทำงานของเครื่องโรตารี่สกรูที่โหลดต่ำ ประ สิทธิภาพการใช้พลังงานจะลดลงมาก ในบางกรณีการทำงานที่ no-load จะใช้พลังงานถึง 75% ของการทำงานที่ full load

ประสิทธิภาพของเครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่สกรูแบบ oil flood จะมีค่าสูงกว่าแบบ oil-free เล็กน้อย เนื่องจากฟิล์มของน้ำมันทำหน้าที่เป็นซีลอุดช่องว่าง จึงทำให้อากาศรั่วในระหว่างการอัดมีน้อย แต่จะมีน้ำมันถูกอัดผสมติดเข้าไปกับอากาศอัดและต้องมีที่กับดักน้ำมันด้านอากาศออกเพื่อแยกน้ำมันออกจากอากาศ แล้วน้ำมันที่ถูกแยกออกไปนี้จะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก อย่างไรก็ตามอาจจะมีไอน้ำมันจำนวนเล็กน้อยติดไปกับอากาศแล้วเข้าไปในระบบได้ สำหรับอากาศที่ใช้กับระบบเครื่องกลปริมาณน้ำมันจำนวนเล็กน้อยนี้ไม่มีปัญหา แต่อย่างไร ถ้าเป็นการใช้อากาศอัดที่เกี่ยวข้องกับอาหาร การใช้เครื่องอัดอากาศแบบไม่มีน้ำมันก็เป็นสิ่งที่จำเป็น

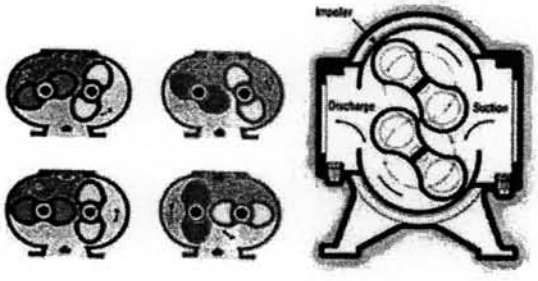
การปรับปริมาตรของเครื่องอัดอากาศแบบนี้ ทำได้โดยการปรับลิ้นอากาศทางเข้าของเครื่องอัดอากาศ และต่อลิ้นระบายจากท่ออากาศด้านออก หรือปรับความเร็วในมอเตอร์ที่ใช้กับเครื่องอัด ตามปกติแล้วจะมี check valve ติดอยู่ด้านทางออก check valve นี้จะปิดเมื่อเครื่องหยุดเดินหรืออยู่ในช่วงการเดินเบา ในช่วงการเดินเบาจะมีท่อ bypass ต่อระหว่างด้านความดันสูงกับด้านความดันต่ำ เพื่อป้องกันเครื่องอัดหมุนกลับทาง



รูปที่ 2.3 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบสกรูและหลักการทำงาน

1.3 Lobe Rotor Compressors เครื่องอัดอากาศแบบนี้สามารถอัดอากาศได้ความดันค่อนข้างต่ำ คือ ประมาณ 0.7 bar อย่างไรก็ตามเครื่องอัดอากาศแบบนี้สามารถอัดอากาศได้ถึง 2 bar แต่ประสิทธิภาพจะต่ำลงมาก ข้อดีของเครื่องอัดอากาศแบบนี้ คือ มีรูปแบบง่ายๆ การใช้งานได้ดี โดยเฉพาะที่ความดันช่วงต่ำๆ เครื่องอัดอากาศแบบนี้ใช้ความเร็วรอบประมาณ 250 รอบต่อนาที จนถึง 6,000 รอบต่อนาที

ปัญหาของเครื่องอัดอากาศแบบนี้ คือ การอัดอากาศที่ความดันสูงจะมีการรั่วของอากาศ จากด้านความดันสูงไปด้านความดันต่ำมาก เครื่องอัดอากาศนี้มีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับแบบอื่น ที่ความดันต่ำกว่า 0.6 bar ถ้าต้องการความดันที่สูงขึ้นพร้อมที่มีประสิทธิภาพด้วย ต้องทำเป็นแบบ two stage with intercooling สามารถสร้างความดันได้ถึง 2 bar เครื่องอัดอากาศแบบนี้มีขนาดประมาณ 1.4-8.5 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

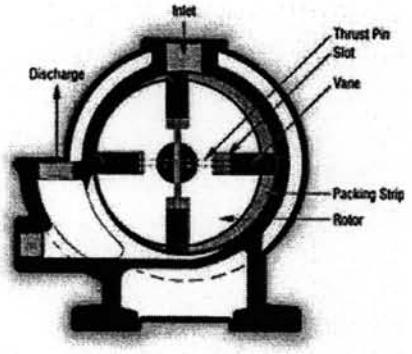


รูปที่ 2.4 แสดงการทำงานเครื่องอัดอากาศแบบ Lobe Rotor

1.4 Vane Compressor การออกแบบของโรเตอร์ของเครื่องอัดอากาศจะเป็นแบบทรงกระบอกกลม โรเตอร์จะวางให้เยื้องศูนย์กับเสื้อ (casing) โรเตอร์จะมีร่องตามยาวกับแนวแกน ภายในร่องมีใบพัดตรง เมื่อโรเตอร์หมุน ใบพัดเหล่านี้จะถูกหวี่ยงออกไปโดยที่ขอบของใบพัดสัมผัสกับเสื้อ ใบพัดนี้จะแบ่งช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับเสื้อเป็นห้องๆ เมื่อโรเตอร์หมุนใบพัดหมุนตามไปด้วย เมื่อห้องหนึ่งหมุนมาตรงกับช่องอากาศเข้าอากาศจะเริ่มไหลเข้า เมื่อโรเตอร์หมุนต่อไปห้องนี้

จะมีปริมาตรโตขึ้นก็จะดูดอากาศเข้า เมื่อโรเตอร์หมุนต่อไปใบพัดจะปิดช่องทางอากาศเข้า แล้วห้องนี้จะมีปริมาณเล็กลง ขณะเดียวกันความดันของอากาศจะสูงขึ้น เมื่อโรเตอร์หมุนต่อไปจนห้องอากาศนี้ตรงกับช่องทางออก อากาศที่มีความดันจะไหลออกไป การทำงานจะหมุนเวียนไปเรื่อยๆ

ปัญหาของเครื่องอัดอากาศแบบนี้อยู่ที่ความสึกหรอ ซึ่งเกิดจากการเสียดสีของปลายใบพัดกับภายในเสื้อ สำหรับเครื่องขนาดกลางและใหญ่นิยมใช้แหวนลอย (floating ring) ซึ่งเป็นแหวนที่หมุนได้อย่างอิสระอยู่ระหว่างปลายของใบพัดกับตัวเสื้อ แหวนนี้หมุนด้วยความเร็วใกล้เคียงกับปลายใบพัด และหมุนอยู่ภายในเสื้อด้วย rolling วิธีการนี้สามารถลดการเสียดสีและความสึกหรอลงได้บ้าง ส่วนวัสดุที่ใช้ทำใบพัดตามปกติแล้วจะเป็นแผ่นเรซิ่น แต่สำหรับเครื่องขนาดเล็กจะเป็นเหล็กกล้าชุบแข็ง จำนวนใบพัดมีจำนวนมากที่สุดไม่เกิน 10 ถึง 12 ใบ เมื่อขับด้วยความเร็วสูงจะได้ความดันของอากาศ 7 bar สำหรับเครื่องที่มีใบพัดน้อย เช่น 8 ใบ แต่ละใบต้องมีความแข็งแรงมากกว่า เครื่องอัดอากาศแบบนี้จะมีประสิทธิภาพสูงที่ความดันต่ำ และมีขนาดในช่วง 1.5-6 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที



รูปที่ 2.5 แสดงเครื่องอัดอากาศแบบ Vane

1.5 Liquid Ring Compressor เป็นเครื่องอัดอากาศประเภทปริมาตร และสามารถทำงานแบบไม่มีน้ำมันหรือ oil free ได้ โครงสร้างเป็นโรเตอร์มีใบพัดที่มีขนาดคงที่หมุนอยู่ภายในเสื้อ (casing) ซึ่งเป็นทรงกระบอกกลม แต่ศูนย์กลางของโรเตอร์กับเสื้อเยื้องกัน การทำงานต้องเติมของเหลวเข้าไป เพื่อให้ของเหลวทำหน้าที่เป็นตัวซีลและทำหน้าที่เสมือนเป็นลูกสูบของเหลวด้วย ที่เสื้อด้านข้างมีช่องอากาศเข้าและช่องอากาศออก เมื่อโรเตอร์หมุนปริมาตรของช่องที่ผ่านช่องอากาศเข้าจะโตขึ้นและอากาศจะถูกดูดเข้า เมื่ออากาศเติมลงในช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับของเหลวแล้วโรเตอร์หมุนต่อไปช่องอากาศเข้าจะถูกเปิด แล้วปริมาตรอากาศจะลดลง ความดันของอากาศก็จะเพิ่มขึ้น โรเตอร์หมุนต่อไปจนถึงช่องอากาศออกอากาศที่มีความดันสูงจะไหลออกผ่านช่องนี้ไป ในระหว่างการอัดอากาศสัมผัสกับของเหลวตลอดเวลา ทำให้กระบวนการอัดใกล้เคียงกับกระบวนการที่เรียกว่า Isothermal ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูง แต่เครื่องอัดแบบนี้ยังมีปัญหาของการยืนของใบพัดเข้าในของเหลวและใบพัดจุ่มเข้า และถอนออกจากของ

เหลวสลับไปมา ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องแบบนี้ยังต่ำอยู่ ในระยะหลังได้มีการปรับปรุงการสูญเสียนี้ให้ลดลงอย่างมาก ความสึกหรอของเครื่องแบบนี้น้อยมาก เนื่องจากไม่มีการสัมผัสกันของโลหะกับโลหะ ในปัจจุบันเครื่องแบบนี้นิยมใช้เป็นเครื่องปั๊มสุญญากาศ ข้อดีอย่างยิ่งของเครื่องแบบนี้ในการทำเป็นเครื่องปั๊มสุญญากาศ คือ สามารถรับของเหลวที่ติดมากับอากาศได้ดี เนื่องจากเครื่องอัดแบบนี้ต้องมีของเหลวอยู่โดยรอบอยู่แล้ว

2. เครื่องอัดอากาศประเภทไดนามิกส์

มีหลักการทำงาน คือ ให้พลังงานกลแก่อากาศทำให้อากาศมีความเร็วเพิ่มขึ้นโดยผ่านโรเตอร์แล้วอาศัยรูปร่างของ casing ภายในเครื่องอัดอากาศลดความเร็วของอากาศลง จะทำให้พลังงานของอากาศในรูปของพลังงานจลน์เปลี่ยนเป็นความดันของอากาศ แล้วอากาศนี้ไหลผ่านช่องทางออก ตัวอย่างเครื่องอัดอากาศในประเภทนี้ ได้แก่ centrifugal compressor, turbo compressor, air jet

การประหยัดพลังงานของระบบอัดอากาศ

การประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศ ประกอบด้วยการออกแบบระบบที่ดี การเลือกใช้ประเภทและขนาดของเครื่องอัดอากาศให้เหมาะสม ขนาดของถังเก็บอากาศมีปริมาณเพียงพอกับลักษณะของงาน ขนาดของท่อเมนต้องโตพอที่จะทำให้ความเร็วของอากาศไม่สูงเกินไป จนเป็นสาเหตุของการสูญเสียความดันและสามารถแยกคอนแดนเสทได้ดี การออกแบบความดันให้เหมาะสมกับการใช้งาน การอัดอากาศความดันที่สูง แล้วไปลดอีกทีที่จุดใช้งานจะทำให้ระบบมีความดันที่สม่ำเสมอแต่ต้องตั้งความดันที่สูงมาก จะมีผลให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก การประหยัดพลังงานในระบบอัดอากาศสามารถดำเนินการได้ดังนี้

1. การเลือกเครื่องอัดอากาศ

1.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ เป็นเครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง เครื่องอัดอากาศยิ่งมีจำนวนชั้น (Stage) เพิ่มขึ้นยิ่งมีประสิทธิภาพสูง การเลือกใช้เครื่องอัดที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำ จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าการระบายความร้อนด้วยอากาศ เนื่องจากการระบายความร้อนด้วยน้ำจะดีกว่า และทำให้อุณหภูมิของอากาศในระหว่างการอัดต่ำกว่า การเลือกใช้เครื่องแบบ Double Acting จะทำให้ประสิทธิภาพสูง ลดการสึกหรอและอัดอากาศได้มากในปริมาตรของเครื่องอัดอากาศที่เท่ากัน เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบมีความเหมาะสมกับการรับภาระที่ไม่สม่ำเสมอได้ดี เนื่องจากเครื่องแบบนี้มีอุปกรณ์ Un-load ที่ดี การใช้พลังงานในช่วง Un-load น้อยมากเมื่อเทียบกับเครื่องแบบอื่นๆ การควบคุมยังสามารถทำเป็นแบบ Multi step ในช่วงการเดิน Part load จะให้ประสิทธิภาพดี

1.2 เครื่องอัดแบบโรตารี่สกรู เป็นเครื่องที่ทำงานด้วยสกรูสองตัวที่ไม่สัมผัสกันทำให้เป็นเครื่องอัดที่มีความสึกหรอน้อย เครื่องอัดอากาศแบบนี้มีประสิทธิภาพดีพอแต่โครงสร้างเป็นสก

รูกำหนดให้มีอัตราส่วนของความดันมีค่าคงที่ การทำงานในช่วงโหลดต่ำและความดันต่ำกว่าพิกัด ประสิทธิภาพด้านพลังงานจึงต่ำมาก ดังนั้นเครื่องอัดอากาศแบบโรตารี่สกรูจึงเหมาะสมกับการรับภาระเต็มตามพิกัดและสม่ำเสมอจึงจะให้ประสิทธิภาพที่ดี

1.3 เครื่องอัดอากาศแบบห้อยโซ่ง เป็นเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับระบบที่มีความต้องการอากาศเป็นปริมาณมากๆ

2. ท่อดูดอากาศ

การออกแบบควรให้ท่อดูดอากาศนำอากาศจากภายนอกโดยให้ได้รับอากาศเย็นแห้งและสะอาด ในกรณีที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง 3°C จะทำให้ใช้พลังงานลดลง 1% การได้รับอากาศแห้งจะทำให้ลดความจำเป็นที่จะต้องอัดไอน้ำให้ได้ความดันเท่ากับอากาศ แล้วความดันของไอน้ำก็ไม่สามารถใช้ประโยชน์ใดๆ ไอน้ำจำนวนนี้จะควบแน่นเป็นหยดน้ำ หรือที่เรียกว่า คอนเดนเสท เมื่อคอนเดนเสทเกิดขึ้นจำเป็นต้องกำจัดออกด้วยวิธีการต่างๆ ส่วนความสะอาดของอากาศนั้นจะมีผลต่อฟิลเตอร์ เมื่ออากาศมีฝุ่นมากจะทำให้ฟิลเตอร์อุดตัน มีผลให้อากาศไหลเข้าน้อยลงและอัตราส่วนความดันอากาศสูงขึ้น ซึ่งมีผลทำให้การใช้พลังงานเพิ่มขึ้น

3. After Cooler

เนื่องจากอากาศที่ดูดเข้าไปมีความชื้นผสมเข้าไปด้วย เช่น อากาศอุณหภูมิ 35°C ความชื้น 80% จะมีปริมาณน้ำในอากาศเป็น 0.0317 กิโลกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร ในกรณีของเครื่องอัดอากาศขนาด 25 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที จะมีปริมาณน้ำที่ผ่านเข้าเครื่องอัดอากาศจำนวน 47.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ถ้าไม่มี After Cooler ความชื้นจำนวน 47.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำจำนวน 41.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง น้ำจำนวนนี้เมื่อไหลเข้าไปในระบบท่อย่อมจะสร้างปัญหาต่างๆ เช่น ทำให้ท่อเป็นสนิม การติดตั้ง After Cooler และ Receive ตามปกติแล้วจะสามารถแยกน้ำออกจากอากาศอัดในช่วงแรกนี้ได้ประมาณ 70% การติดตั้ง After Cooler จะช่วยลดปัญหานี้จากคอนเดนเสทลงได้มาก

4. Air Dryer

Air Dryer เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้อากาศสะอาดและแห้งสนิท Air Dryer จะสามารถแยกความชื้นในอากาศอัดออกได้ถึง 96% สำหรับระบบอื่นๆ เช่น การใช้อากาศในระบบควบคุมหรือ Power การใช้ Air Dryer ก็เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ เนื่องจากการใช้ Air Dryer จะทำให้มีความชื้นเข้าไปในระบบท่อน้อยมาก ความชื้นจำนวนน้อยนี้ จะไม่สามารถกลั่นตัวออกเป็นหยดน้ำ หรือคอนเดนเสทออกมาได้ ซึ่งจะทำให้ลดการผุของท่อได้อย่างมาก ลดการติดขัดของอุปกรณ์ที่ใช้ลม

5. ถังเก็บอากาศ

ระบบที่มีความต้องการอากาศสม่ำเสมอ ถังเก็บอากาศควรจะมีขนาดประมาณ 10 วินาทีของเครื่องอัดอากาศ ตัวอย่างเช่น เครื่องอัดอากาศขนาด 25 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ควรจะมี

ขนาดของถังเก็บอากาศเป็น 4.2 ลูกบาศก์เมตร ถังเก็บอากาศนี้จะช่วยให้ความดันในระบบสม่ำเสมอ ในกรณีที่ออกแบบให้ถังมีขนาดใหญ่มาก จะสามารถรับปริมาณอากาศที่เกินกำลังของเครื่องอัดได้ในเวลาอันสั้นได้ ถังเก็บอากาศยังช่วยลดอุณหภูมิอากาศ ทำให้คอนเดนเสทแยกออกจากอากาศอัดได้บางส่วน การที่อากาศมีอุณหภูมิต่ำลง จะช่วยลดความเสียดทานของอากาศกับผนังท่อลงได้

6. ท่อเมน

ท่อเมนควรจะมีขนาดที่ใหญ่พอที่จะไม่ให้ความเร็วของอากาศภายในสูงเกินไป ตามปกติความเร็วของอากาศในท่อไม่ควรเกิน 6 เมตรต่อวินาที เพื่อป้องกันการสูญเสียความดันในท่อมากจนเกินไป การที่อากาศมีความเร็วสูงมาก ทำให้มีปัญหาในการแยกคอนเดนเสทออกจากอากาศอีกด้วย ลักษณะการต่อท่อเมนสำหรับระบบที่ใหญ่ ท่อเมนนิยมต่อเป็นวงแหวน สำหรับระบบที่เล็กการต่อเป็นแนวตรงก็ใช้ได้ ระบบของท่อเมนต้องได้รับการดูแลให้มีการรั่วของอากาศไม่ให้เกิน 5% อีกด้วย

7. ความดันของอากาศอัด

7.1 การใช้ความดันของอากาศอัด สำหรับระบบนิวเมติค ปกติแล้ว อุปกรณ์นิวเมติคจะใช้ความดันอากาศไม่เกิน 5 bar โรงงานส่วนใหญ่ผลิตอากาศที่ความดัน 7 bar แล้วส่งไปตามท่อ แล้วลดความดันตามจุดที่ใช้งานให้ได้ความต้องการของอากาศตามการใช้ของแต่ละอุปกรณ์ การออกแบบระบบลักษณะนี้ทำให้ได้ใช้อากาศได้ดี แต่ประสิทธิภาพด้านพลังงานไม่ดี เนื่องจากต้องลดความดันอีกเป็นจำนวนมากที่จุดใช้งาน ในกรณีการออกแบบให้ท่ออากาศใหญ่ขึ้นเล็กน้อย จะทำให้การสูญเสียความดันไม่เกิน 5% ระบบที่ต้องการความดันไม่เกิน 5 bar อาจจะผลิตอากาศที่ 5.6 bar เมื่ออากาศส่งออกไปความดันลด 5% ความดันจะยังเหลือ 5.3 bar ที่ปลายท่อ แต่ก็เพียงพอต่อการใช้งาน การลดความดันของอากาศที่ผลิตจากเครื่องลงจาก 7 bar เหลือ 5.6 bar จะทำให้ประหยัดพลังงานถึง 7-11% ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดอากาศดังในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงการใช้พลังงานที่ลดลงเนื่องจากการใช้ความดันที่เหมาะสม

ประเภทเครื่องอัดอากาศ	ความดัน (bar)	การใช้พลังงานลดลง (%)
Single Stage	7.0	-
	6.3	4
	5.6	9
Two Stage Air Cooled	7.0	-
	6.3	3
	5.6	7
Two Stage Water Cooled	7.0	-
	6.3	4
	5.6	7

7.2 ในกรณีที่ความดันของอากาศ ที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ และมีปริมาณการใช้ใกล้เคียงกัน ตัวอย่างเช่น โรงงานหนึ่งใช้อากาศมีความดันเป็น 2 ระดับ คือ กลุ่มหนึ่งใช้อากาศที่ความดัน 6 bar ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งใช้อากาศที่ความดัน 3 bar ในกรณีที่ทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการใช้ใกล้เคียงกัน การใช้งานในลักษณะนี้ โรงงานส่วนใหญ่จะผลิตอากาศที่ความดัน 7 bar ทั้งหมดแล้วลดความดันลงให้เหมาะสมกับจุดที่ใช้งานที่ปลายทาง การใช้งานในลักษณะนี้สำหรับกลุ่มที่ใช้ความดัน 3 bar จะสิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก เพราะว่าต้องผลิตอากาศที่ความดัน 7 bar แต่ต้องลดความดันแล้วใช้งานเพียง 3 bar การใช้งานในลักษณะนี้ควรผลิตอากาศแยกระบบ ระบบแรกผลิตที่ความดัน 7 bar เพื่อป้อนให้กลุ่มที่มีความต้องการ 6 bar และผลิตอากาศอีกระบบหนึ่งที่ความดัน 3.5 ถึง 4 bar เพื่อป้อนความต้องการกลุ่ม 3 bar การใช้งานในลักษณะที่จะช่วยให้กลุ่มที่ใช้ความดัน 3 bar ลดการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 33% ในกรณีที่การใช้อากาศเป็นปริมาณที่เท่ากันของทั้งสองกลุ่ม การแบ่งผลิตอากาศในลักษณะนี้ จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 16.5% ของพลังงานที่ใช้ผลิตอากาศอัดทั้งหมดได้ เมื่อแบ่งเป็นสองระบบแล้ว ก็อาจจะต่อท่อและวาล์วลดความดันระหว่างทั้งสองเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉิน

7.3 ในกรณีที่ความดันของอากาศ ที่ใช้แบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ แต่ระดับสูงมีน้อย ตัวอย่าง เช่น โรงงานแห่งหนึ่งใช้อากาศที่ความดัน 10 bar กับ 6 bar แต่การใช้อากาศที่ 10 bar เป็นเพียงส่วนน้อยอาจจะอยู่ระหว่าง 10-15% ของการใช้ทั้งหมด ในลักษณะนี้อาจจะผลิตอากาศทั้งหมดที่ความดัน 7 bar และติดตั้ง Booster เพิ่ม โดยให้ Booster อัดอากาศจากอากาศที่มีความดัน 7 bar ไปยัง 11 bar เพื่อป้องกันความต้องการที่ 10 bar การอัดความดันในลักษณะนี้ยังผลให้ลดค่าใช้จ่ายพลังงานได้อย่างมาก

ข้อกำหนดระบบอัดอากาศ

1. ข้อกำหนดมาตรฐานการใช้พลังงาน

1.1 ต้องมีแผนผังซึ่งแสดงตำแหน่งอุปกรณ์ระบบอัดอากาศ ขนาดข่าย ตำแหน่งของวาล์ว แนวระดับของท่อ และอุปกรณ์ใช้อากาศอัด

1.2 ตำแหน่งที่ตั้งของเครื่องอัดอากาศ ต้องอยู่ในที่ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง หรือใกล้แหล่งความร้อน ความชื้น ฝุ่น และเป็นระยะห่างโดยรอบ 10 ซม. และอุณหภูมิอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกเกิน 2°C

1.3 ค่าตั้งความดันด้านต่ำของเครื่องอัดอากาศสูงกว่าระดับใช้งานของอุปกรณ์ ใช้อากาศอัดไม่เกิน 1 bar และค่าตั้งความดันด้านสูงของเครื่องอัดอากาศสูงกว่าความดันด้านต่ำไม่เกิน 1 bar

1.4 ถังเก็บอากาศอัดควรมีขนาดมากกว่า 10 วินาทีของกำลังเครื่องอัดอากาศ มีวาล์วปิด-เปิด ด้านจ่ายอากาศอัดออกจากถังเก็บไปใช้งานและติดป้าย "ปิดวาล์วทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน"

1.5 ความเร็วของอากาศในท่อ มีค่าไม่เกิน 6-10 เมตร/วินาที

1.6 ค่าอัตราการรั่วของอากาศอัด น้อยกว่า 5% ของกำลังเครื่องอัดอากาศ

1.7 มีวาล์วปิด-เปิด อากาศอัดจากระบบส่งจ่าย-เข้าเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใช้อากาศอัด แต่ละเครื่องและติดป้าย "ปิดวาล์วทุกครั้งหลังเลิกใช้งาน"

1.8 ไม่ใช้อากาศอัดอย่างไม่ถูกต้อง เช่น ไม่ใช้ทำความสะอาดการเผาไหม้ เป่าลม ไล่ความชื้น โดยติดป้าย "ห้ามใช้ลมทำความสะอาดพื้น" หรือ "ห้ามนำลมทำความสะอาดร่างกาย" หรือ "ห้ามใช้ลมเป่าไล่ความชื้น"

2. ข้อกำหนดเพื่อพิจารณาปรับปรุง

2.1 พิจารณาลดอากาศรั่วของระบบ ให้น้อยกว่า 5%ของกำลังเครื่องใช้งาน

2.2 พิจารณาอุณหภูมิอากาศที่เข้าเครื่องอัดอากาศ ไม่ให้สูงกว่าอากาศภายนอกเกินกว่า 2°C

2.3 พิจารณาการใช้เครื่องอัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง ให้เหมาะสมกับความดันและปริมาณอากาศที่ใช้

2.4 พิจารณาการติดตั้งบูสเตอร์หรือแยกระบบ เมื่อบางอุปกรณ์ที่ต้องใช้ความดันลมสูงกว่าปกติ

2.5 พิจารณาทิศทาง ขนาด และความลาดเอียงของท่อส่งจ่ายอากาศอัดหรืออุปกรณ์แยกน้ำ

2.6 พิจารณาเครื่องจักร เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่ใช้อากาศอัดที่มีประสิทธิภาพสูง

3. ข้อกำหนดการตรวจสอบและบำรุงรักษา

3.1 ตรวจสอบระดับน้ำมันในอ่างน้ำมันของเครื่องอัดอากาศ ถ้าพร่องไปก็เติมให้ได้ในระดับ น้ำมันที่ใช้กับเครื่องอัดอากาศจะต่างกับน้ำมันเครื่องที่ใช้กับรถยนต์ให้ตรวจสอบชนิดของน้ำมันในคู่มือจากผู้ผลิตเป็นประจำทุกสัปดาห์

3.2 ถังอัดอากาศให้ตรวจสอบ Automatic Air Trap ว่าทำงานปกติหรือไม่ ถ้าผิดปกติให้แก้ไขความผิดปกติ ซึ่งอาจจะมีการอุดตัน คอนเดนเสทไหลออกไม่ได้ หรือวาล์วรั่วจนทำให้ลมรั่วตลอดเวลา เป็นประจำทุกสัปดาห์

3.3 วาล์วนิรภัย ใช้มือกดให้วาล์วนิรภัยทำงาน เพื่อให้แน่ใจว่าวาล์วนิรภัยทำงานยังปกติอยู่ เป็นประจำทุกสัปดาห์

3.4 ทำความสะอาดภายนอก เพื่อให้รักษาการระบายความร้อนให้สูงสุด ควรทำความสะอาดกลีบ ระบายความร้อนที่ลูกสูบ Intercooler และ After cooler เป็นประจำทุกเดือน

3.5 ทำความสะอาดไส้กรองอากาศ เป็นประจำทุกเดือน และทุก 6 เดือน เปลี่ยนไส้กรองอากาศใหม่

3.6 ตรวจวาล์วของเครื่องอัดอากาศ ว่าสามารถปิดสนิทหรือไม่ ในบางครั้งอาจจะมีสิ่งสกปรกหรือเขม่าเกาะจับวาล์ว ทำให้วาล์วไม่สามารถปิดสนิทได้ เป็นเหตุให้อากาศรั่วในระหว่างการอัดอากาศ ควรได้มีการทำความสะอาด เมื่อพบว่ามีสิ่งสกปรก การที่อากาศรั่วจากวาล์วจะทำให้สมรรถนะและประสิทธิภาพของเครื่องลดลง

3.7 ตรวจมอเตอร์ไฟฟ้าให้การหล่อลื่นแก่มอเตอร์ ถ้าจำเป็นต้องทำความสะอาดมอเตอร์ภายนอกเพื่อการระบายความร้อนที่ดี และทำความสะอาดภายในที่ motor winding เพื่อให้การระบายความร้อนจากภายในที่ดี

3.8 เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นในอ่างน้ำมันของเครื่องอัดอากาศ ทุก 3 เดือน

3.9 ตรวจสอบและขันสลักเกลียวฝาสูบของเครื่องอัดอากาศให้แน่น ตามแรงขันตึงที่กำหนดไว้ในคู่มือจากผู้ผลิตทุก 3 เดือน หรือตามที่กำหนดไว้ในคู่มือจากผู้ผลิต

2.4 ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงาน คือ อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้กับปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

ดัชนีการใช้พลังงานสำหรับโรงงาน แสดงถึงพลังงานที่ใช้กับผลผลิต เช่น
พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมกะจูล) / ปริมาณผลผลิตที่ได้ (ตัน ชิ้น กระป๋อง เป็นต้น) หรือ

พลังงานที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง เมกะจูล) / ปริมาณวัตถุดิบที่ใช้ (ตัน) หรือเวลาในการผลิตแต่ละเดือน (ชั่วโมง) หรือ จำนวนคนงาน (คน)

ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ

การทราบปริมาณการใช้พลังงาน จะทำให้ผู้ศึกษาเข้าใจแนวโน้มการใช้พลังงานของหน่วยงาน ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีที่บ่งถึงความสำเร็จของโครงการการประหยัดพลังงานได้

ดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) คือ ปริมาณพลังงานที่ใช้ในการสร้าง "ผลผลิต" 1 หน่วย ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างพลังงานที่ใช้กับผลผลิตที่ได้ "ผลผลิต" ดังกล่าวเป็นผลที่ได้จากการดำเนินงานของหน่วยงาน ซึ่งหมายถึง รายได้ของหน่วยงาน ในอาคารสำนักงานที่มีไว้ให้เช่า "ผลผลิต" ก็คือพื้นที่ของพื้นห้องเป็นตารางเมตร

ดัชนีการใช้พลังงานจำแนกตามระบบ

1. ระบบปรับอากาศ (HVAC) $= \frac{E_{HVAC}}{V}$

2. ระบบแสงสว่าง (LT) $= \frac{E_{LT}}{V}$

3. ระบบอัดอากาศ (CDA) $= \frac{E_{CDA}}{Q}$

4. ระบบการผลิต (MP) $= \frac{E_{MP}}{Q}$

5. ระบบทดสอบ (TEST) $= \frac{E_{TEST}}{Q}$

เมื่อ E_{HVAC} = พลังงานที่ใช้ของระบบปรับอากาศต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)

E_{LT} = พลังงานที่ใช้ของระบบแสงสว่างต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)

E_{CDA} = พลังงานที่ใช้ของระบบอัดอากาศ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_{MP} = พลังงานที่ใช้ของระบบการผลิต (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

E_{TEST} = พลังงานที่ใช้ของระบบทดสอบ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)

Q = ปริมาณผลผลิตดี (หน่วยผลิตภัณฑ์)

V = ปริมาตรของห้องปรับอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

ประโยชน์ของค่าดัชนีการใช้พลังงาน

- ใช้เปรียบเทียบการใช้พลังงานในอดีตกับปัจจุบันของอาคารหรือโรงงานนั้นๆ

- ใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเบื้องต้นของอาคารและโรงงานประเภทเดียวกันและมีกิจกรรมการใช้พลังงานเหมือนกัน

- ใช้ประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ติดตั้งเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน

- ใช้เปรียบเทียบศักยภาพการประหยัดพลังงานเบื้องต้นของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรจากผู้ผลิตหลายๆ ราย เพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจในการจัดซื้อ

การหาค่าดัชนีการใช้พลังงาน ข้อมูลของพลังงาน ควรใช้เป็นข้อมูลในช่วงระยะเวลาเดียวกับปัจจัยแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานที่นำมาใช้คำนวณ ดัชนีการใช้พลังงานอีกตัวหนึ่งที่มักใช้วิเคราะห์ประสิทธิภาพเบื้องต้นในการใช้พลังงานไฟฟ้า เรียกว่า ตัวประกอบโหลด (Load Factor)

ตัวประกอบโหลด คือ อัตราส่วนของพลังไฟฟ้าเฉลี่ยกับพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งใช้แสดงศักยภาพในการปรับปรุงการใช้ไฟฟ้าโดยการย้ายโหลดในช่วง Peak ไปช่วง Off Peak กล่าวคือ ถ้าตัวประกอบโหลดต่ำแสดงว่ามีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดสูงกว่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยจึงมีศักยภาพในการย้ายโหลดมาก

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{พลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 เดือน}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน}}$$

จากใบแจ้งค่าไฟฟ้าเราจะไม่ทราบพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย เราสามารถแปลงสูตรการคำนวณค่าตัวประกอบโหลดเป็นดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ใน 1 เดือน}}{\text{พลังไฟฟ้าสูงสุดใน 1 เดือน} \times \text{จำนวนวันใน 1 เดือน} \times 24 \text{ ชั่วโมง}}$$

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าโดยใช้ตัวประกอบโหลดต้องคำนึงถึงเวลาการใช้งานของอาคารหรือโรงงาน

2.5 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดรุณี อาชวานันทกุล (2528)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาหาแนวทางการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมหนังเทียม เพราะจากการศึกษาพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมหนังเทียมส่วนใหญ่แล้วไม่ได้ดำเนินการประหยัดพลังงานแต่อย่างไร ทำให้โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโรงงานไม่มีความรู้ความเข้าใจในด้านการประหยัดพลังงานและการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการศึกษาและสำรวจสภาพของโรงงานเพื่อค้นหาปริมาณการใช้ และปริมาณการสูญเสียพลังงาน จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และสำรวจตรวจวัดมาวิเคราะห์หาแนวทางในการประหยัดพลังงาน โดยผู้วิจัยได้เสนอแนวทางการประหยัดพลังงานที่โรงงานสามารถดำเนินการได้ดังนี้

- การเพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเปลี่ยนเกรดน้ำมันเชื้อเพลิง
- การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ทางความร้อน
- การปรับปรุงการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์
- การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์
- การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้า
- การตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกระหว่างหยุดทำงาน

จากแนวทางดังกล่าวข้างต้น โรงงานสามารถประหยัดพลังงานได้ดังนี้

- เพิ่มประสิทธิภาพหม้อไอน้ำด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง = 3.63%
- การเปลี่ยนเกรดน้ำมันเชื้อเพลิง = 9.50%
- การหุ้มฉนวนอุปกรณ์ทางความร้อน = 0.72%
- การปรับปรุงการนำคอนเดนเสทกลับมาใช้ประโยชน์ = 7.70%
- การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ = 6.00%

- การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้า = 0.17%

- การตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกระหว่างหยุดทำงาน = 0.70%

สงวน ตั้งโพธิธรรม (2529)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้พลังงานและหาแนวทางที่เหมาะสมเพื่อการประหยัดพลังงานในโรงงานตัวอย่าง

การวิจัยเริ่มต้นด้วยการศึกษาข้อมูลในอดีตที่เกี่ยวข้องกับพลังงานที่ใช้ และผลผลิตที่ได้เพื่อดูแนวโน้มของการใช้พลังงาน อันดับต่อมาได้ศึกษาสภาพการบริหารพลังงานที่เป็นอยู่และได้เสนอให้จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อการประหยัดพลังงานโดยมี "ผู้จัดการพลังงาน" ที่ทำงานเต็มเวลาเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงในการประสานงานและดำเนินโครงการ นอกจากนี้ ได้วิเคราะห์ระบบพลังงานของโรงงานตัวอย่างโดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ภาคคือ ภาคไฟฟ้า เน้นเรื่องเส้นกราฟของโหลด, ระบบส่องสว่าง, และระบบปรับอากาศ และภาคความร้อน เน้นเรื่องประสิทธิภาพของการสันดาปและการใช้ไอน้ำ

จากการศึกษาได้พบแนวทางที่ประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ พลังงานที่ประหยัดได้มีค่าประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางประหยัดพลังงานเหล่านี้มีระยะเวลาคืนทุนที่สั้น

การประหยัดพลังงานสำหรับโรงงานนี้ยังมีช่องว่างที่สามารถทำได้อีก จุดที่น่าสนใจ ได้แก่ การลดของเสียในกระบวนการผลิต, การเลือกสภาวะ (อุณหภูมิ, ความดัน, ฯลฯ) ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละขั้นตอนของกรรมวิธีการผลิต, การเลิกใช้อุปกรณ์ที่ล้าสมัยและใช้พลังงานมาก และการลงทุนใช้เทคโนโลยีใหม่ในกระบวนการผลิต

ชัยพร วงศ์พิศาล (2530)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อหามาตรการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน จากการศึกษาพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมประเภทนี้ส่วนใหญ่แล้วไม่ได้มีมาตรการประหยัดพลังงานแต่อย่างใด ทำให้โรงงานต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานเป็นจำนวนมากต่อหน่วยผลผลิต (1,250 บาท/ตัน) วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอและวิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณการใช้และปริมาณการสูญเสียพลังงาน และทดลองดำเนินการประหยัดพลังงานโดยดำเนินการดังนี้

1. การเพิ่มประสิทธิภาพของเตาหลอมและเตาเผา ด้วยการปรับอัตราส่วนอากาศต่อน้ำมันเชื้อเพลิง โดยทำการปรับปรุงระบบควบคุมอากาศของเตา

2. การควบคุมค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยการจัดเวลาทำงาน

3. การลดการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าโดยนำภาระจากระบบที่ใช้ไฟฟ้าน้อยไปรวมกัน

4. การเปลี่ยน Tap หม้อแปลงไฟฟ้า

นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษารายละเอียดของการประหยัดพลังงานด้วยการหุ้มฉนวน และการแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์ด้วยการติดตั้งคาปาซิเตอร์

จากการทดลองพบว่าสามารถประหยัดพลังงานในระบบต่างๆ ประมาณ 17% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ได้แสดงให้เห็นว่าแนวทางการประหยัดพลังงานเหล่านี้มีระยะคืนทุนในภาคไฟฟ้าภายใน 8 เดือน และภาคความร้อนอยู่ในช่วง 5 เดือน ถึง 24 เดือน

กันต์ธร เก่งพล (2541)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรมขนาดกลางและเล็ก ในการศึกษาพบว่า การควบคุมเพื่อให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพนั้น มีปัจจัยที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ

1. ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้ ผู้ใช้งานมักจะละเลยเรื่องการบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้า จึงควรมีการตรวจวัดและทำการบำรุงรักษา เช่น

- เปิดใช้ Cooling Tower ให้มีปริมาณการระบายความร้อนใกล้เคียงกับปริมาณการทำความเย็นของ Chiller
- การทำความสะอาด Cooling Tower
- การทำความสะอาดส่วนถ่ายเทความร้อนในระบบปรับอากาศแบบ Split Type
- การปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อให้จ่ายแรงดันไฟฟ้าลดลง ทำให้ Iron Loss ลดลง

2. อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ใช้งานร่วม มักจะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำ และมีการสูญเสียสูง สามารถแก้ไขได้

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent
- ใช้หลอด Fluorescent แบบประหยัดพลังงานแทนแบบไม่ประหยัดพลังงาน
- ใช้บัลลาสต์ Low Loss แทนบัลลาสต์ธรรมดา

สุชาติ ศรีวรานนท์ (2541)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาภาวะการใช้พลังงานไฟฟ้าของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ จะถูกใช้ไปในเรื่องของระบบปรับอากาศและระบบส่องสว่าง วิทยานิพนธ์นี้จึงนำเสนอแผนการอนุรักษ์พลังงานของทั้งสองระบบ

ผลการวิจัยพบว่าในระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น การสลับเดินเครื่องชิลเลอร์เพียง 1 ชุด ในวันหยุด สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 235,021.72 บาทต่อปี เป็นทางเลือกที่ดีที่สุดโดยไม่เสียค่าใช้จ่ายในการลงทุน ทางเลือกรองลงมาคือการติดตั้งชุดหอผึ่งน้ำชุดใหม่สามารถ

ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 123,619.20 บาทต่อปี ในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน การทดแทนเครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพต่ำ 26 เครื่อง จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 800,162.30 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 2.47 ปี และให้อัตราผลตอบแทนที่ 45.25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในระบบส่องสว่าง การเปลี่ยนใช้งานบัลลาสต์ชนิดประหยัดพลังงานแทนชนิดธรรมดาเป็นทางเลือกที่ดีที่สุด โดยสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 24,974.21 บาทต่อปี รองลงมาคือ การเปลี่ยนใช้งานหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในแทนการใช้งานหลอดไส้ จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้ 6,026.66 บาทต่อปี

เอกสิทธิ สุวรรณศรี (2543)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การใช้พลังงาน เพื่อดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ จากการศึกษาพบว่า การใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดทำให้ต้องดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ให้ดีขึ้น โดยมีแนวทางในการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงานดังนี้

1. การกำหนดนโยบายจากผู้บริหารระดับสูงและกำหนดเป้าหมายในการดำเนินงาน

2. กำหนดแผนงานหลักในการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน และแผนงานในระดับแผนก

3. ปรับปรุงองค์กรดำเนินงานให้เข้าถึงทุกส่วนในกระบวนการผลิต

4. วางแผนการเดินเครื่องจักรในกระบวนการผลิตให้เหมาะสม โดยควบคุมปริมาณความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

5. ปรับปรุงระบบการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยการจัดตั้งทีมในการตรวจสอบการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องและจัดทำเอกสารมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบ

6. ปรับปรุงกระบวนการ ติดตามการปรับปรุงแก้ไขการดำเนินงานที่เกิดขึ้น

จากการดำเนินการปรับปรุงการจัดการด้านพลังงาน ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์จากการวิจัยครั้งนี้ จะส่งผลให้กระบวนการผลิตปูนซีเมนต์สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่กำหนดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยทราบได้จากอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ที่ผลิตได้ และอัตราการใช้พลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ด ที่มีค่าลดลงได้ตามมาตรฐานของผู้ผลิตเครื่องจักร ซึ่งจากการดำเนินงานปรับปรุงดังกล่าว จะส่งผลให้ต้นทุนอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่อปริมาณปูนซีเมนต์ลดลง 25.44 เปอร์เซ็นต์ และอัตราค่าใช้จ่ายด้านพลังงานความร้อนต่อปริมาณปูนเม็ดลดลง 3.37 เปอร์เซ็นต์ คิดเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่ลดลงได้ 218.01 ล้านบาท

ปรีชา ศรีประภาคาร (2546)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยอาคารในจำนวน 23 หน่วยงานที่ได้ทำการตรวจและวิเคราะห์ มาตรการที่ได้แนะนำใช้ทำการปรับปรุงต้องมีอัตราผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ (EIRR) มากกว่า 9 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ ได้จากรายงานการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียดของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 3 ระบบ คือ ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ค่าเปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละระบบได้ถูกพิจารณาตามช่วงเวลาของ TOU Rate และตามชนิดของห้องนั้นถูกนำไปเปรียบเทียบและพิสูจน์กับข้อมูลจากอาคารตัวอย่าง พบว่า เปอร์เซ็นต์การใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีสัดส่วนในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ เป็น 19.07 เปอร์เซ็นต์ 20.88 เปอร์เซ็นต์ และ 60.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเปอร์เซ็นต์ของพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีค่า 18.47 เปอร์เซ็นต์ 45.13 เปอร์เซ็นต์ และ 36.40 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเกิดขึ้นเวลา 14.00-15.00 นาฬิกา จากค่าเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวพบว่าในระบบแสงสว่างสามารถประหยัดได้ 936,388.51 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี ของค่าพลังงานไฟฟ้า และ 161.74 กิโลวัตต์ต่อเดือนของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด ในระบบปรับอากาศสามารถประหยัดได้ 37,915.98 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ของค่าพลังงานไฟฟ้า และ 22.18 กิโลวัตต์ต่อเดือน ของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด และในระบบอื่นๆ สามารถประหยัดได้ 8,925 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ของค่าพลังงานไฟฟ้า และ 30.09 กิโลวัตต์ต่อเดือน ของค่าพลังไฟฟ้าสูงสุด การประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปีมีค่า 983,229.49 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 214.01 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ต่อปี 2,835,722.67 บาท โดยใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 17,240,810 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 6.08 ปี

แสงราตรี กิถาวร (2539)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสำรวจและศึกษาสภาพการใช้พลังงานของหม้อไอน้ำ อุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำและระบบการทำความเย็นในโรงเบียร์ลาว รวมทั้งการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดพลังงาน อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในกระบวนการผลิต ตลอดจนวิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานที่จะเป็นไปได้ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า โรงงานนี้มีดัชนีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 4.094 เมกะจูลต่อลิตรของเบียร์ โดยประกอบไปด้วยค่าดัชนีการใช้พลังงานความร้อนมีค่าเป็น 3.389 เมกะจูลต่อลิตรของเบียร์ และค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ามีค่าเป็น 0.195 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อลิตรของเบียร์ และมีสัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละประเภทคือ พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 17 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานความร้อนจากน้ำมันเตาเท่ากับ 83 เปอร์เซ็นต์ โดยมีปริมาณผลผลิตเบียร์เฉลี่ยเป็น 1.3 ล้านลิตรต่อเดือน ในระบบการผลิตประกอบด้วยหม้อไอน้ำจำนวน 3 เครื่อง โดย

ทำงานครั้งละ 2 เครื่องสลับกันไป และใช้อีก 1 เครื่องเป็นเครื่องสำรอง หม้อไอน้ำแต่ละเครื่องมีขนาดกำลังการผลิตไอน้ำ 3 ตันต่อชั่วโมง ใช้น้ำมันเตาเกรด C เป็นเชื้อเพลิงหลัก ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง จากการวิเคราะห์หม้อไอน้ำเครื่องที่ 2 พบว่า มีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 1 และกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ และค่าการย้อนกลับไม่ได้เป็น 65.70 เปอร์เซ็นต์, 19.25 เปอร์เซ็นต์ และ 71.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และหม้อไอน้ำเครื่องที่ 3 มีค่าจากการวิเคราะห์เป็น 71.87 เปอร์เซ็นต์, 21.15 เปอร์เซ็นต์ และ 73.61เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ในกระบวนการหมักและบ่มเบียร์ใช้ความเย็นจากเครื่องทำความเย็นจำนวน 3 เครื่องแต่ละเครื่องมีความสามารถในการทำความเย็นเป็น 125 ตันความเย็น 85 ตันความเย็น และ 28.5 ตันความเย็น ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสมรรถนะเป็น 3.03, 4.59 และ 3.24 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์เป็น 54.41 เปอร์เซ็นต์, 65.88 เปอร์เซ็นต์ และ 49.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

หม้อต้มข้าวจ้าวและหม้อต้มน้ำวอท ถือเป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้ไอน้ำ จากการวิเคราะห์ พบว่าประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อหมักต้มทั้งสองมีค่าเป็น 85.54 เปอร์เซ็นต์ และ 88.06 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และประสิทธิภาพตามกฎข้อที่ 2 ทางเทอร์โมไดนามิกส์ มีค่าเป็น 45.14 เปอร์เซ็นต์ และ 52.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แนวทางในการลดค่าใช้จ่ายพลังงานด้านความร้อน ประกอบด้วยการหุ้มฉนวนท่อส่งไอน้ำที่ยังไม่ได้หุ้มฉนวน พบว่า สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 26,000 บาท โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 8 เดือน การลดปริมาณอากาศส่วนเกินให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม จากปริมาณอากาศส่วนเกิน 43 เปอร์เซ็นต์ เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ พบว่า สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละ 138,000 บาท โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 6 เดือน การอุ่นน้ำมันเชื้อเพลิงด้วยการใช้ความร้อนจากก๊าซไอเสียแทนการอุ่นน้ำมันด้วยฮีตเตอร์ไฟฟ้า พบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ปีละประมาณ 130,000 บาท โดยมีระยะเวลาในการคืนทุนประมาณ 6 เดือน และการนำเอาคอนเดนเสทกลับมาใช้ใหม่ในสัดส่วนร้อยละ 80 ของปริมาณไอน้ำที่หม้อไอน้ำผลิตได้ทั้งหมด พบว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ประมาณ 260,000 บาท โดยมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 7 เดือน

สุรินทร์ จันทสุรียวิช (2546)

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในคณะแพทยศาสตร์ในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งเป็นอาคารสถานศึกษาและโรงพยาบาลขนาดใหญ่ โดยได้ดำเนินการตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงาน ซึ่งมุ่งเน้นการวิเคราะห์ในด้านพลังงานเป็นส่วนใหญ่ จากข้อมูลเบื้องต้นพบว่า ในปี พ.ศ. 2544 คณะแพทยศาสตร์ มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 4,500 กิโลวัตต์ จึงมุ่งเน้นถึงแนวทางการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า จากการศึกษาการจัดการใช้ไฟฟ้าในอาคารตัวอย่าง 4 อาคาร คือ อาคาร

สุจิณโณ, อาคารบุญสม-มาร์ติน, อาคารศรีพัฒน์ และอาคารศัลยกรรม-สูติกรรม โดยการตรวจวัดหาค่าและช่วงเวลาที่มีค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้งานจริงในอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ รวมทั้งสอบถามกิจกรรมการใช้และทำการระบุเวลาการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ เพื่อนำไปวิเคราะห์และวางแผนลำดับการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้านั้น พบว่า พลังไฟฟ้ารวมมีลักษณะการใช้ที่สม่ำเสมอ โดยมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 1,521 กิโลวัตต์ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 9.1 กิกะวัตต์ต่อปี คิดเป็นร้อยละของการใช้พลังงานไฟฟ้าในคณะแพทยศาสตร์ทั้งหมดเท่ากับ 36.88 และ 44.34 ตามลำดับ ช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับการจัดการด้านการใช้พลังงานในรอบ 1 วัน คือ ระหว่างเวลา 9:00 – 16:00 น. เมื่อจัดแบ่งกิจกรรมใช้พลังไฟฟ้าในอาคารตามประเภทของห้องนั้น พบว่า ห้องประเภทสำนักงาน มีความต้องการพลังไฟฟ้ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับห้องประเภทอื่นๆ โดยมีสัดส่วนความต้องการพลังไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และอื่นๆ เท่ากับ 39.53, 49.92 และ 10.55 ตามลำดับ และมีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าร้อยละ 33.77, 54.7 และ 11.53 ตามลำดับ ซึ่งการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กว้างนี้ ควรใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง และลดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น ได้แก่ การใช้บัลลาสต์สูญเสียพลังงานน้อย การใช้โคมไฟสะท้อนแสง การลดการใช้หลอดไฟในห้องที่มีกำลังไฟส่องสว่างเกินจำเป็น การติดตั้งระบบสะสมความเย็น การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ การใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูงและการจัดการร่วมกัน จากการคำนวณพบว่า ในระบบแสงสว่าง การจัดการร่วมทุกแนวทาง สามารถลดความต้องการพลังไฟฟ้าได้ 226.96 กิโลวัตต์ และประหยัดพลังงานไฟฟ้า 891,143 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 2,232,000 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุน 7,180,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 3.22 ปี อัตราผลตอบแทนการลงทุน 34.35 เปอร์เซ็นต์ และในระบบปรับอากาศ สามารถลดพลังไฟฟ้าได้ 0.41 กิโลวัตต์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้รวม 46,770 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงินที่สามารถประหยัดได้ เท่ากับ 119,900 บาทต่อปี โดยมีเงินลงทุน 63,000 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 0.52 ปี ส่วนแนวทางการใช้ระบบสะสมพลังงานความเย็น พบว่า เครื่องทำความเย็นเดิมไม่สามารถนำมาใช้กับระบบสะสมพลังงานความเย็นได้ การลงทุนติดตั้งระบบใหม่มีค่าการลงทุนติดตั้งและค่าบำรุงรักษาที่สูงมาก ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน