

บทที่ 4

ผลและการวิจารณ์

หลังจากที่ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งด้วยวิธีการสำรวจจากแบบแปลนก่อสร้างแบบแปลนระบบไฟฟ้าภายในคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ (อาคาร 8) จนกระทั่งถึงการเก็บข้อมูลด้วยการใช้เครื่องมือวัด วัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างในแต่ละวัน ก็สามารถสรุปผลการศึกษาดังต่อไปนี้

ลักษณะสภาพทั่วไปของอาคารตัวอย่างที่ใช้ทำการวิจัย

อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ หรืออาคาร 8 เป็นอาคารที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ตั้งอยู่เลขที่ 41 ม.5 ต.ท่าช้าง อ.เมือง จ.จันทบุรี เปิดสอนในระดับอุดมศึกษา ในการเก็บข้อมูลและการศึกษาวิจัยในอาคารดังกล่าวนี้ จะเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่างเท่านั้น โดยจะมีการศึกษาจากแบบแปลนก่อสร้างของอาคารและแบบแปลนระบบไฟฟ้า มีการสำรวจทางด้านเอกสารและการลงพื้นที่ โดยสังเกตจากการติดตั้งใช้งานจริงในปัจจุบัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตำแหน่งที่ตั้งอาคารตัวอย่าง อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ (อาคาร 8) มีลักษณะที่ตั้งอยู่บนเนินสูงพอประมาณ ด้านหน้าและด้านข้างแวดล้อมไปด้วยต้นไม้สูง มีร่มเงาปกคลุมกระจายเป็นบริเวณกว้าง เป็นบริเวณที่แสงแดดส่องมากระทบได้น้อยมาก ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการปรับอากาศมากนัก แต่จะมีผลต่อระบบแสงสว่างภายในอาคารคือ ไม่สามารถที่จะนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาช่วยในการส่องสว่างภายในห้องบริเวณนี้ได้ ต้องใช้แสงสว่างจากหลอดไฟเท่านั้น ส่วนบริเวณด้านหลังของอาคารจะติดกับถนนสายย่อยที่อยู่ภายในมหาวิทยาลัย มีต้นไม้ค่อนข้างน้อย ทำให้บริเวณนี้ได้รับแสงแดดส่องกระทบพอสมควร ซึ่งอาจนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้บางเฉพาะห้องเท่านั้น

ลักษณะโครงสร้างและทิศทางของอาคารตัวอย่าง อาคารตัวอย่างที่ได้ทำการศึกษาวิจัยจะเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น พื้นจะเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด ส่วนผนังจะมีทั้งคอนกรีตและเป็นกระจกกัน ซึ่งจะใช้เป็นห้องเรียน ห้องประชุมและห้องทำงานของคณะฯ วัสดุที่ใช้เป็นหน้าต่างจะเป็นกระจกบานเกล็ดและบานเลื่อนเป็นส่วนใหญ่ ชั้นล่างจะมีฝ้าเพดานเป็นคอนกรีตส่วนชั้นบนฝ้าเพดานจะเป็นยิปซัม ส่วนหลังคาจะบุฉนวนกันความร้อน ในด้านลักษณะทิศทางของอาคาร ทิศเหนือจะเป็นด้านหน้าของอาคาร ทิศใต้จะเป็นด้านหลัง ส่วนทิศตะวันตกและทิศตะวันออกจะเป็นด้านข้างของอาคาร



ภาพประกอบ 8 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2554 : 1



ภาพประกอบ 9 แสดงลักษณะพื้นที่อาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์
ที่มา : มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2554 : 2

พื้นที่ใช้สอยและลักษณะการใช้งานภายในอาคาร อาคารตัวอย่างดังกล่าว (อาคาร 8) มีการใช้งานในลักษณะเพื่อการเรียนการสอนทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ตลอดจนใช้เป็นห้องสำนักงานคณะฯ จึงมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในห้องให้เหมาะสมกับการทำงาน และติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ

ตาราง 6 พื้นที่ใช้สอย ทางเดินของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ (อาคาร 8)

พื้นที่ทั้งหมด (ตรม.)	พื้นที่ใช้สอย (ตรม.)	ทางเดินและอื่นๆ (ตรม.)	% พื้นที่ใช้สอย (%)
ชั้นล่าง 1,439	1,116	323	39.24
ชั้นบน 1,405	1,177	228	41.38
รวม 2,844	2,293	551	80.62

พื้นที่ใช้สอยของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ จะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 80 % ซึ่งเมื่อได้เปรียบเทียบกับพื้นที่ทั้งหมด นับว่ามีพื้นที่สำหรับใช้ประโยชน์อยู่เป็นจำนวนมาก ส่วนที่เหลือก็จะเป็นพื้นที่ทางเดินต่างๆ ภายในอาคาร

อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการบังแสงแดด อาคารตัวอย่างดังกล่าวนี้จะเป็นอาคารชนิดสองชั้น ทำให้บริเวณชั้นล่างบางส่วน และบริเวณชั้นสองบางส่วนของอาคารมีแสงแดดส่องกระทบ จึงจำเป็นต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์บังแสงแดด เพื่อลดปริมาณแสงแดดที่ผ่านเข้ามายังห้องต่างๆ เพราะเนื่องจากมีผลต่อประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิของระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ที่ใช้ในการบังแสงแดดภายในอาคารส่วนใหญ่จะเป็นผ้าม่านและมู่ลี่

ชนิด จำนวน ลักษณะการติดตั้งโคมไฟฟ้าภายในอาคารตัวอย่าง โคมไฟฟ้าถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญ เนื่องจากเป็นแหล่งให้แสงสว่างภายในอาคาร ถึงแม้ว่าการใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานในเวลากลางวัน แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างของอาคารตัวอย่างที่มีลักษณะการต่อเติมเป็นห้องทำงาน ซึ่งมีจำนวนมาก และสภาพแวดล้อมบริเวณรอบๆ คณะฯ ก็แวดล้อมไปด้วยต้นไม้สูงอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้พื้นที่การใช้งานภายในอาคารไม่สามารถนำแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ได้มากนัก หลอดไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้ภายในอาคารตัวอย่างนี้ จะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ และ โคมไฟที่ใช้ในการติดตั้งส่วนใหญ่จะเป็นโคมอกไก่ ชนิดหลอดคู่ขาสปริง และไม่มีแผ่นสะท้อนแสงขนาด 2x36 วัตต์ ชนิด T8 นอกจากนี้ก็ยังมีโคมชนิดกล่องเหล็กธรรมดาทั้งขนาด 1x36 วัตต์ และ 1x18 วัตต์ ชนิด T8 ด้วย

จากการลงพื้นที่สำรวจค่าความส่องสว่างภายในอาคาร วัดต์/ตรม. พบว่าพื้นที่ใช้งาน บางตำแหน่งมีค่าความส่องสว่างน้อยกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด อาจสืบเนื่องมาจากตำแหน่ง การติดตั้งและระยะห่างของโคมไฟไม่เหมาะสม ประสิทธิภาพของหลอดและชนิดของ Reflector ที่ใช้งานเริ่มเสื่อมสภาพ ความสัมพันธ์ระหว่างระบบไฟฟ้าแสงสว่างกับพื้นที่ของอาคารตัวอย่าง จะแสดงไว้ในตาราง 7

ตาราง 7 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบไฟฟ้าแสงสว่างกับพื้นที่ของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอณุมณีศาสตร์ (อาคาร 8)

พื้นที่ติดตั้งระบบแสงสว่าง (ตรม.)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่แสงสว่าง/พื้นที่ทั้งหมด (%)
ชั้นล่าง 1,439	51
ชั้นบน 1,405	49
รวม 2,844	100

ชนิด จำนวน ขนาดและลักษณะการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากอาคารตัวอย่าง ตั้งอยู่ในภูมิภาคที่มีอากาศร้อนชื้นสภาพอากาศค่อนข้างร้อน ดังนั้นอาคารส่วนใหญ่จึงนิยมที่จะติดตั้ง เครื่องปรับอากาศเพื่อการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องทำงานต่างๆ เพื่อให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ต่อการปฏิบัติงาน ซึ่งการติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในอาคารตัวอย่างก็จะติดตั้งในส่วน ของห้องสำนักงาน ห้องพักอาจารย์ ห้องประชุม และห้องเรียนต่างๆ ซึ่งการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับพื้นที่ของการใช้งาน จำเป็นจะต้องคำนึงถึงชนิดของเครื่องปรับอากาศ ที่จะทำการติดตั้ง ขนาดของเครื่องปรับอากาศต้องมีความเหมาะสม (Btu/m^2) ตลอดจนลักษณะ ของห้องปรับอากาศ เช่น การถ่ายเทความร้อน วัสดุผนังของห้อง เพื่อให้เกิดการสูญเสียความเย็น น้อยที่สุด การติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคารตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

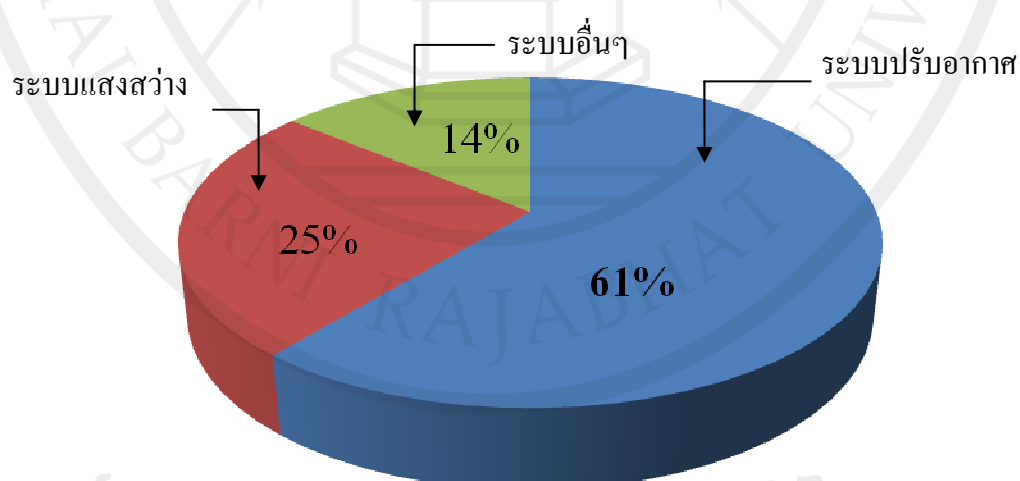
เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคารตัวอย่าง จะเป็นชนิดแบบแยกส่วน คือ มีตัวชุดแวงคอยล์เย็น (Fan Coil Unit) ติดตั้งอยู่ภายในห้องปฏิบัติงาน ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นให้อุณหภูมิ ที่เหมาะสม ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของห้องปรับอากาศ ส่วนที่สองจะเรียกว่า ชุดแวงคอยล์ร้อน (Condensing Unit) จะทำหน้าที่แลกเปลี่ยนอุณหภูมิของสารทำความเย็น หรือกระบวนการการควบแน่น ทำหน้าที่ระบายความร้อนในระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ทั้งสองชนิดจะทำงานสัมพันธ์กันเป็นวัฏจักร ของการปรับอากาศ หากอุปกรณ์ทั้งสองชนิดเกิดสกรปรก ก็จะส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการทำงาน

ของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากการถ่ายเทของอุณหภูมิไม่มีประสิทธิภาพ ก็จะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักและใช้พลังงานมากขึ้น ส่งผลทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ และทำให้อายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศสั้นลงความสัมพันธ์ระหว่างระบบปรับอากาศกับพื้นที่ของอาคารตัวอย่าง จะแสดงไว้ในตาราง 8

ตาราง 8 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบปรับอากาศกับพื้นที่ของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอัญมณีศาสตร์

พื้นที่ติดตั้งระบบปรับอากาศ (ตรม.)	เปอร์เซ็นต์พื้นที่ปรับอากาศ/พื้นที่ใช้สอยทั้งหมด (%)
ชั้นล่าง 747	32.57
ชั้นบน 680	29.65
รวม 1,427	62.23

สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ส่วนใหญ่จะอยู่ในส่วนของระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นหลัก เนื่องจากการติดตั้งใช้งานอยู่เป็นจำนวนมากและมีการเปิดใช้งานอย่างสม่ำเสมอ



ภาพประกอบ 10 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอัญมณีศาสตร์

ศึกษาลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าและวิเคราะห์หาแนวทางในการประหยัดพลังงาน

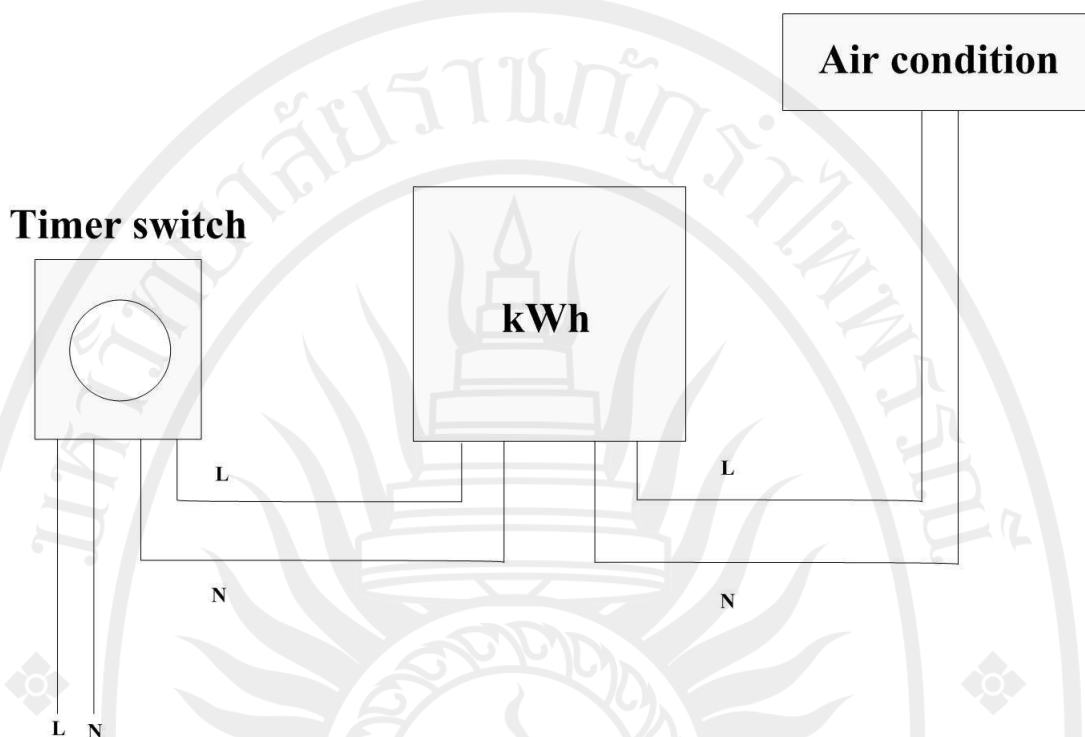
การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารตัวอย่าง จะมีวัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อประโยชน์ในด้านการเรียนการสอนเป็นหลัก โดยในระบบปรับอากาศนี้จะถือว่าเป็นระบบที่มีความสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด เนื่องจากมีอุปกรณ์ในการทำงานหลายชนิดและค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์มีค่าสูง เช่น คอมเพรสเซอร์ ซึ่งมีการติดตั้งใช้งานภายในอาคารตัวอย่างอยู่เป็นจำนวนมาก การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณุมณีศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จะดำเนินการวิจัยโดยใช้อาคาร 8 และใช้ห้องสำนักงานคณะฯ เป็นห้องทดลองในการจัดเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้า

โดยรูปแบบวิธีการจัดเก็บข้อมูลในระบบปรับอากาศจะแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ก็จะนำเครื่องมือวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) นำมาต่อวัดเฉพาะในวงจรของระบบปรับอากาศเท่านั้น เพื่อทำการศึกษาวิจัยค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศในแต่ละวัน ซึ่งเป็นระบบที่มีการสิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด กิโลวัตต์ชั่วโมง เป็นเครื่องมือวัดที่มีความเที่ยงตรงแม่นยำ นิยมใช้กันโดยทั่วไป สามารถแสดงค่าการใช้พลังงานออกมาเป็นหน่วย หรือ (Unit) โดยนำมาคิดเป็นจำนวนเงินค่าการใช้พลังงานได้ทันที ซึ่งต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่ใช้เครื่องมือวัดชนิดคล็องสาย (Clamp Meter) เป็นเครื่องมือวัดสำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยนำอุปกรณ์ไปคล้องกับสายไฟฟ้าเพียงเส้นเดียว ค่าที่วัดได้จะเป็นค่าของกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้านั้นๆ แล้วจึงนำค่าของกระแสไฟฟ้าที่วัดได้มาคำนวณเป็นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อไป

1. การวิจัยทางการลดเวลาทำงานในระบบปรับอากาศ

การศึกษาวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ จะใช้กิโลวัตต์ชั่วโมง และโวลต์แอมป์มิเตอร์ ต่อวัดเฉพาะในวงจรของระบบปรับอากาศเท่านั้น โดยจะต้องมีการศึกษาถึงแบบแปลนระบบไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ เพื่อให้แน่ใจว่าวงจรไฟฟ้าที่ต่อดังกล่าวเป็นของระบบปรับอากาศเท่านั้น ไม่ได้ต่อพ่วงไปยังระบบอื่นๆ แต่ประการใด โดยรูปแบบลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าของกิโลวัตต์ชั่วโมงและโวลต์แอมป์มิเตอร์ เพื่อวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 การใช้กิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ต่อเข้าในระบบปรับอากาศให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

การศึกษาด้านการลดเวลาทำงานจะแบ่งการเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศเป็น 2 แบบ คือ ในกรณีแรกเปิดเวลา 08.00 น. โดยเปิดต่อเนื่องทั้งวันจนถึงเวลา 17.00 น. เป็นเวลา 9 ชั่วโมง/วัน อ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ในแต่ละวัน กรณีที่สองเปิดใช้เครื่องปรับอากาศ เวลา 08.00 น. - 12.00 น. และ 13.00 น. - 17.00 น. ปิดช่วงพักกลางวันรวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมง/วัน อ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ในแต่ละวัน และจัดเก็บข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญลงแบบบันทึก เช่น ขนาดของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิใช้งานของเทอร์โมสตรัท ค่าความชื้นสัมพัทธ์ ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ขนาดห้องที่ทำการวิจัย นำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 กรณี มาแปลผล พร้อมเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานที่ได้ในระบบปรับอากาศ โดยข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ทั้ง 2 กรณีสามารถสรุปได้ในตาราง 9 และรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศทางด้านการลดเวลาทำงานจะแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตาราง 9 แสดงรายละเอียดข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของห้องสำนักงาน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ขนาดห้อง 84 m² เครื่องปรับอากาศ 36,000 Btu (ข้อมูลก่อนมีการล้างทำความสะอาด)

ระยะเวลาใช้งานเครื่องปรับอากาศ (ชม./วัน)	เฉลี่ยค่าการใช้พลังงาน (kWh/Day)
9	21.46
8	19.08
ค่าความแตกต่าง	2.38

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ด้านการลดเวลาทำงานของตาราง 9 นั้น จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาในการใช้งานเครื่องปรับอากาศมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ อย่างชัดเจน เนื่องจากระยะเวลาในการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลดลง เพราะขณะคอมเพรสเซอร์ ทำงานนั้น ค่าการใช้กระแสไฟฟ้าจะอยู่ที่ประมาณ 14.8 แอมป์ และกิโวลต์ฮิวมิเตอร์จะหมุน ด้วยความเร็วตลอดเวลา จนกระทั่งคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ความเร็วของกิโวลต์ฮิวมิเตอร์ จะลดลง โดยวัดค่ากระแสไฟฟ้าขณะคอมเพรสเซอร์หยุดทำงาน ได้ประมาณ 0.93 แอมป์เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าพลังงานส่วนใหญ่ที่สูญเสียไป มาจากคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก ตัวแปรที่สำคัญอีกประการหนึ่ง ที่เห็นได้อย่างชัดเจนและส่งผลต่อการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ในระบบเครื่องปรับอากาศ นั่นก็คือการเปิด - ปิดประตูของห้องปรับอากาศบ่อยๆ ซึ่งเป็นผลทำให้ อุณหภูมิภายนอกไหลเข้ามายังห้องปรับอากาศ ทำให้อุณหภูมิภายในห้องเปลี่ยนแปลงไปจาก ค่าที่เทอร์โมสตรัทตั้งไว้ เมื่อค่าอุณหภูมิภายในห้องมีค่าสูงกว่าที่ตั้งไว้ ตัวเทอร์โมสตรัทก็จะสั่งให้ คอมเพรสเซอร์ทำงานในทันที เพื่อปรับสภาพอากาศภายในห้องให้กลับมายังค่าที่เทอร์โมสตรัทตั้งไว้ นั้นเอง จากการสังเกตของผู้วิจัยพบว่าคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศจะทำงานทุกครั้ง เมื่อมีการเปิด - ปิดประตูของห้องปรับอากาศ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, ออนไลน์, 2555)



ภาพประกอบ 12 การใช้กิโลวัตต์ฮาวมิเตอร์และเทอร์โมเมอร์สวิตช์ต่อเข้าในระบบปรับอากาศให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

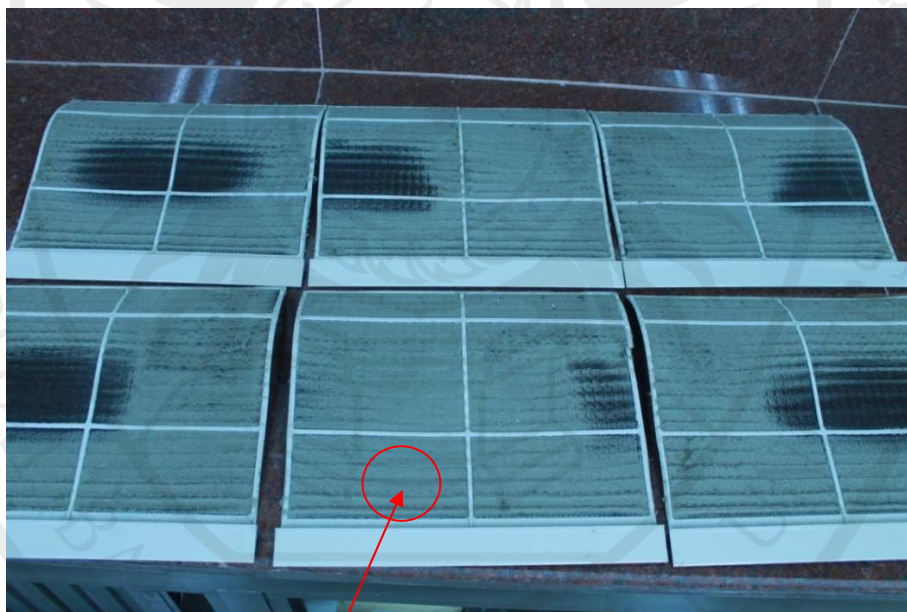


ภาพประกอบ 13 การใช้เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าชนิดคล่องสาย ตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

2. การวิจัยทางการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

การศึกษาการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเพื่อผลในการประหยัดพลังงานไฟฟ้านั้น จะมีขั้นตอนการศึกษาล้ำคลึงกันในเบื้องต้น แต่จะใช้ระยะเวลาในการเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศเพียงกรณีเดียว คือ การเปิด - ปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเวลา 8 ชั่วโมง/วัน ซึ่งจะเป็นระยะเวลาในการทำงานในแต่ละวัน มีความเหมาะสมในการทดลองประหยัดพลังงาน โดยหลังจากที่ได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลด้านการลดเวลาทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนของการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ เพื่อผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยจะมีขั้นตอนในการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้ตัดระบบการจ่ายกระแสไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศให้เรียบร้อย เตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ให้พร้อม แล้วเริ่มถอดแผ่นกรองอากาศออกก่อน



สภาพของฝุ่นละออง
ในแผ่นกรองอากาศ

ภาพประกอบ 14 แสดงลักษณะของแผ่นกรองอากาศ และความสกปรกของฝุ่นละออง หลังจากถอดออกมาจากเครื่องปรับอากาศภายในห้องที่ได้ศึกษาวิจัย

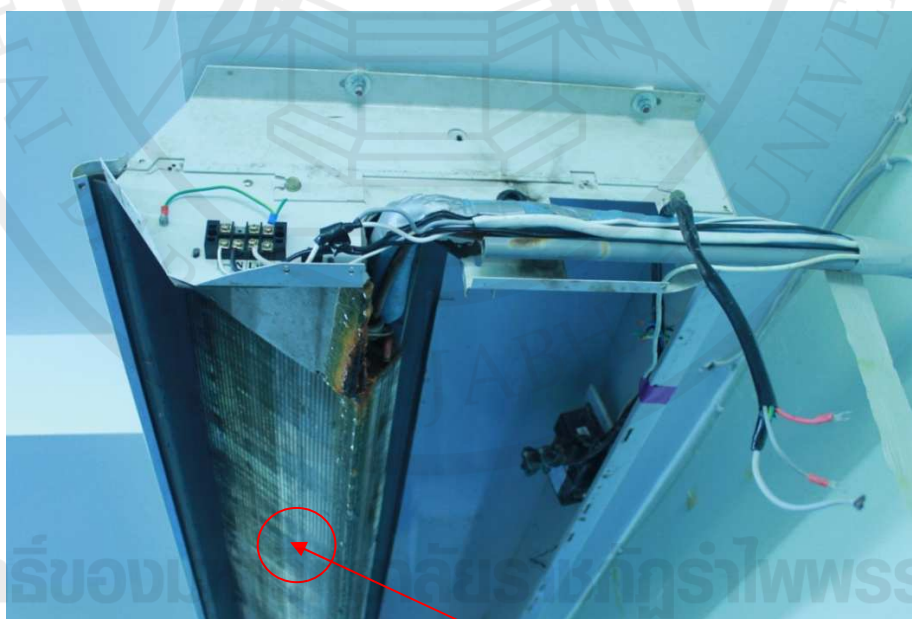
ขั้นตอนที่ 2 ถอดฝาครอบด้านหน้าและด้านข้างของเครื่องปรับอากาศทั้งหมด แล้วนำผ้าใบมาคลุมปิดอุปกรณ์ต่างๆ ขณะทำความสะอาดเพื่อป้องกันความเสียหาย



ผ้าใบคลุมปิด

ภาพประกอบ 15 แสดงขั้นตอนการถอดฝาครอบต่างๆ ของเครื่องปรับอากาศ

ขั้นตอนที่ 3 ถอดรางน้ำทิ้งและชุดมอเตอร์คอยล์เย็นจะทำให้เห็นแผงของคอยล์เย็นอย่างชัดเจน



แผงคอยล์เย็น

ภาพประกอบ 16 แสดงการถอดรางน้ำทิ้งและชุดมอเตอร์คอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศออก

ขั้นตอนที่ 4 นำผ้าใบรองรับน้ำมาติดตั้งบริเวณด้านล่างของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ น้ำเปล่าและน้ำยาล้างคอยล์ ฉีดทิ้งไว้ตามลำดับที่แผงคอยล์เย็นเป็นเวลาประมาณ 15 นาที



ผ้าใบรับน้ำ

ภาพประกอบ 17 แสดงการติดตั้งผ้าใบรับน้ำและการฉีดน้ำยาล้างแผงคอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 5 นำเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดน้ำเปล่าชะล้างทำความสะอาดชุดคอยล์เย็น อีกครั้งหนึ่ง



ภาพประกอบ 18 การฉีดล้างทำความสะอาดแผงคอยล์เย็นด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูง

อีกครั้ง

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากฉีดล้างด้วยน้ำเปล่า ให้ใช้เครื่องเป่าลมเป่าแห้งคอลย์เย็นให้แห้งสนิท



ภาพประกอบ 19 แสดงการใช้เครื่องเป่าลมไฟฟ้าเป่าล้างทำความสะอาดแผงคอลย์เย็น

ขั้นตอนที่ 7 นำชุดมอเตอร์คอลย์เย็นมาล้างทำความสะอาด โดยใช้ถุงพลาสติกห่อหุ้มตัวมอเตอร์ ให้เรียบร้อยก่อนที่จะมีการฉีดล้างต่อไป



ใช้ถุงหุ้มมอเตอร์

ภาพประกอบ 20 แสดงการใช้ถุงพลาสติกห่อหุ้มชุดมอเตอร์คอลย์เย็นก่อนล้างทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 8 ใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดชุดมอเตอร์
คอยล์เย็น



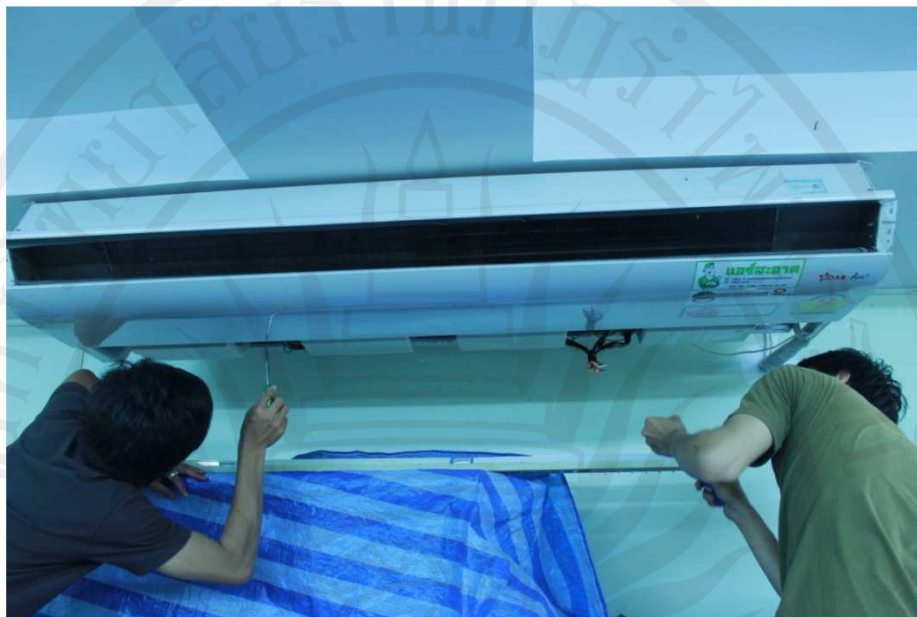
ภาพประกอบ 21 แสดงการใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดชุดมอเตอร์คอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 9 หลังจากฉีดล้างด้วยน้ำเปล่าแล้ว นำเครื่องเป่าลมไฟฟ้าเป่าให้แห้งสนิท
อีกครั้งหนึ่ง



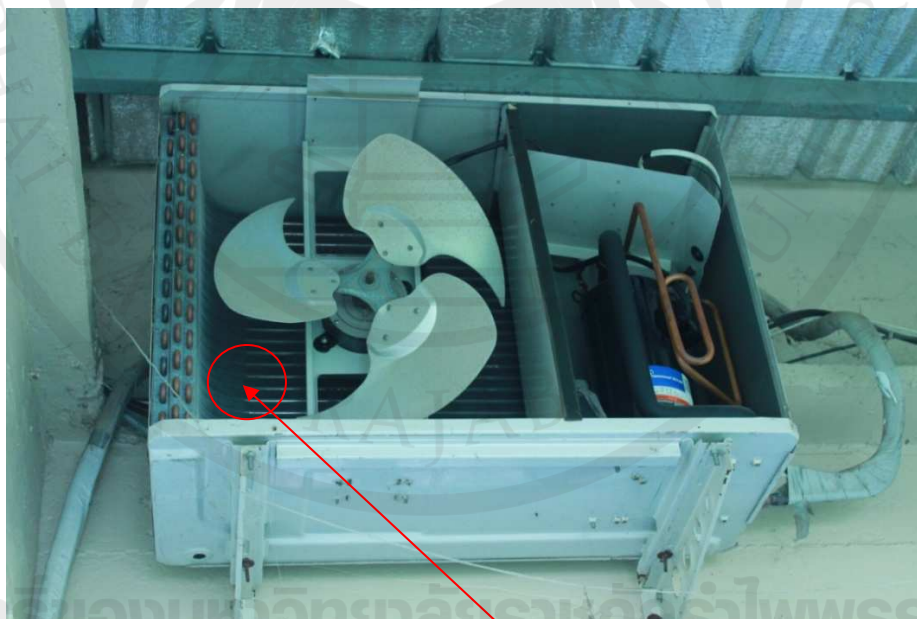
ภาพประกอบ 22 แสดงการใช้เครื่องเป่าลมไฟฟ้าเป่าล้างทำความสะอาดชุดมอเตอร์คอยล์เย็น

ขั้นตอนที่ 10 ประกอบย้อนกลับขั้นตอนเดิมและใช้ผ้าแห้งเช็ดทำความสะอาดอีกครั้งหนึ่ง



ภาพประกอบ 23 แสดงการประกอบชุดคอยล์เย็นของเครื่องปรับอากาศหลังล้างทำความสะอาด

ขั้นตอนที่ 11 การล้างชุดคอยล์ร้อน หรือ Condensing Unit ของเครื่องปรับอากาศ เริ่มจากการถอดฝาครอบด้านหน้าออก จะทำให้เห็นแผงคอยล์ร้อนได้อย่างชัดเจน



แผงคอยล์ร้อน

ภาพประกอบ 24 แสดงลักษณะชุดคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

ขั้นตอนที่ 12 ใช้เครื่องฉีดแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนและใช้เครื่องเป่าลมไฟฟ้าเป่าให้แห้งสนิทตามลำดับ เสร็จแล้วประกอบกลับตามขั้นตอนเดิม



ภาพประกอบ 25 แสดงการฉีดล้างทำความสะอาดชุดคอยล์ร้อนของเครื่องปรับอากาศ

หลังจากดำเนินการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการล้างใหญ่เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการทดสอบการใช้งานและเริ่มจัดเก็บข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน โดยมีลักษณะการจัดเก็บข้อมูลเหมือนกับการวิจัยทางด้านการลดเวลาทำงานซึ่งสามารถสรุปได้ดังในตาราง 10 และรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ หลังมีการล้างทำความสะอาด จะแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตาราง 10 แสดงข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูมณิศาสตร์ขนาดห้อง 84 m² เครื่องปรับอากาศ 36,000 Btu (ข้อมูลหลังมีการล้างทำความสะอาด)

ระยะเวลาใช้งานเครื่องปรับอากาศ (ชม./วัน)	เฉลี่ยค่าการใช้พลังงาน (kWh/Day)
8 (ก่อนล้าง)	19.08
8 (หลังล้าง)	14.63
ค่าความแตกต่าง	4.45

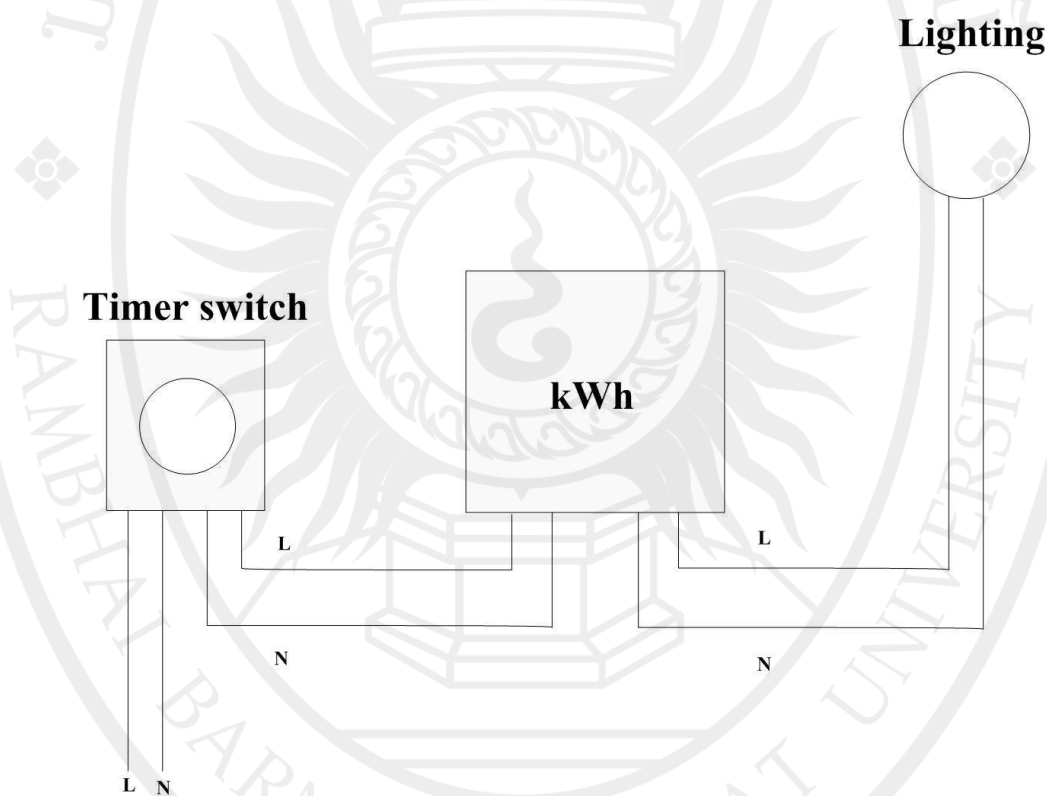
จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของตาราง 10 จะเห็นได้ว่า วิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยวิธีการล้างทำความสะอาดนั้น สามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน เพราะอันเนื่องมาจากไม่มีสิ่งสกปรกอุดตันบริเวณพื้นผิวของแผงคอยล์เย็น และแผงคอยล์ร้อน ทำให้การแลกเปลี่ยนอุณหภูมิทำได้มีประสิทธิภาพ เทอร์โมสตรัททำงานได้แม่นยำขึ้น สามารถลดเวลาการตัด - ต่อของคอมเพรสเซอร์ลงได้ เนื่องจากอุณหภูมิภายในห้องเย็นเร็วขึ้นนั่นเอง เป็นผลทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และหากมีการล้างทำความสะอาดจำนวนหลายๆ เครื่อง อย่างสม่ำเสมอ ก็จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้เป็นจำนวนมาก (สมอลล์เฮาส์. ออนไลน์. 2555)

จากการสำรวจประวัติของการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศครั้งล่าสุด ภายในห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย พบว่าได้ทำการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศภายในห้องที่ศึกษาวิจัยครั้งล่าสุดเมื่อวันที่ 9 มกราคม 2554 ซึ่งเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี และเริ่มล้างอีกครั้งเพื่อศึกษาวิจัยเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2555 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการล้างเครื่องปรับอากาศ ขณะที่ทำการศึกษาวิจัยนั้น เครื่องปรับอากาศมีความสกปรกเป็นอย่างมาก เนื่องจากไม่มีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นเวลาถึง 2 ปี และห้องที่ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยก็เป็นห้องที่มีการเปิดใช้งานอยู่เป็นประจำทุกวัน จึงทำให้มีสิ่งสกปรกสะสมอยู่ในเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก โดยระยะเวลาในการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 6 เดือนต่อครั้ง ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นหลัก เช่น หากมีเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในห้องสำนักงานหรือห้องที่มีการเปิดใช้งานอยู่เป็นประจำทุกวัน ก็มีโอกาที่สิ่งสกปรกจะสะสมได้มาก ซึ่งก็ควรมีการล้างทำความสะอาดทุก 6 เดือน และถ้าหากมีเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในห้องที่ใช้งานไม่บ่อย สิ่งสกปรกก็มีโอกาสสะสมได้น้อย ก็อาจจะมีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศปีละครั้ง

โดยการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแต่ละครั้ง ควรใช้วิธีการล้างใหญ่ คือ การใช้เครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศตามระยะเวลาดังกล่าว ก็จะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานได้ปกติและเต็มประสิทธิภาพ

3. การวิจัยทางการลดเวลาทำงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างจะใช้กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัตต์เฉพาะในวงจรของระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่านั้น โดยจะต้องมีการศึกษาถึงแบบแปลนระบบไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องที่ทำการศึกษาวิจัย เพื่อให้แน่ใจว่าวงจรไฟฟ้าที่เราต่อดังกล่าวเป็นของระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่านั้น ไม่ได้ต่อพ่วงไปยังระบบอื่นๆ แต่ประการใด



ภาพประกอบ 26 การใช้กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัตต์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้ทำงานโดยอัตโนมัติ

การศึกษาการลดเวลาทำงานจะแบ่งการเปิด - ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 2 ลักษณะ คือ เปิดใช้งานในกรณีแรกเวลา 08.00 น. โดยเปิดต่อเนื่องทั้งวันจนถึงเวลาปิด คือ 17.00 น. เป็นเวลา 9 ชั่วโมง/วัน อ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัตต์ในแต่ละวัน กรณีที่สองเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เวลา 08.00 น. - 12.00 น. และ 13.00 น. - 17.00 น. ปิดช่วงพักกลางวัน

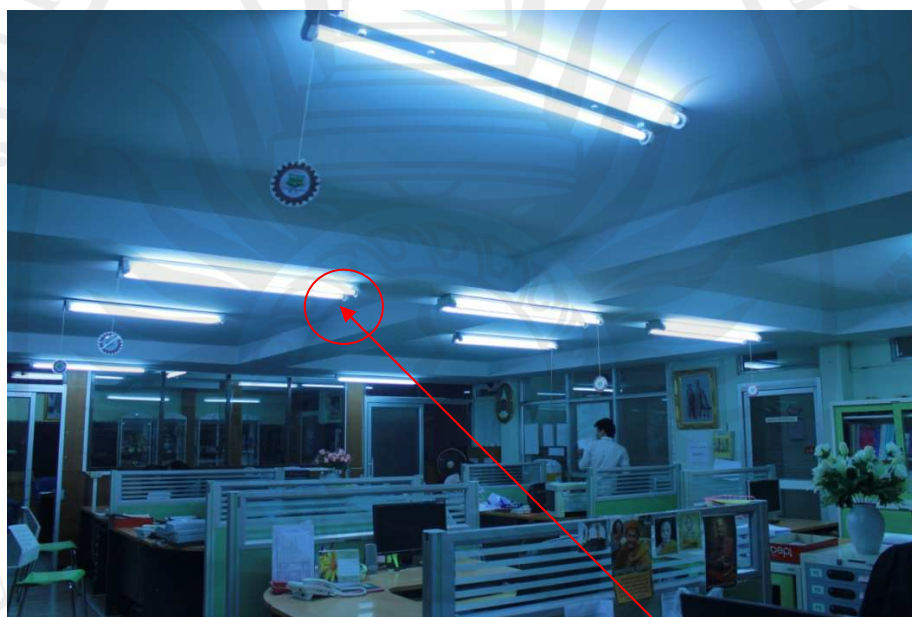
รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมง/วัน อ่านค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์ในแต่ละวัน และมีการตรวจวัดค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ใช้งาน โดยจะใช้ ลักซ์ มิเตอร์ (Lux Meter) และต้องมีการจัดเก็บข้อมูลอื่นๆ ที่สำคัญลงในแบบบันทึกข้อมูล เช่น ขนาดของหลอดไฟ ชนิดของโคมไฟ ที่ติดตั้ง ตำแหน่งและลักษณะการติดตั้งโคมไฟ ตลอดจนขนาดของห้องที่ทำการวิจัย โดยนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 กรณี มาแปลผลพร้อมเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้ง 2 กรณี สามารถสรุปได้ดังในตาราง 11 และรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ทางด้านการลดเวลาทำงาน จะแสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตาราง 11 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ขนาดห้อง 84 m² (ข้อมูลก่อนมีการเปลี่ยนหลอด)

ระยะเวลาใช้งานในระบบแสงสว่าง (ชม./วัน)	เฉลี่ยค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (kwh/Day)
9	7.38
8	6.48
ค่าความแตกต่าง	0.9

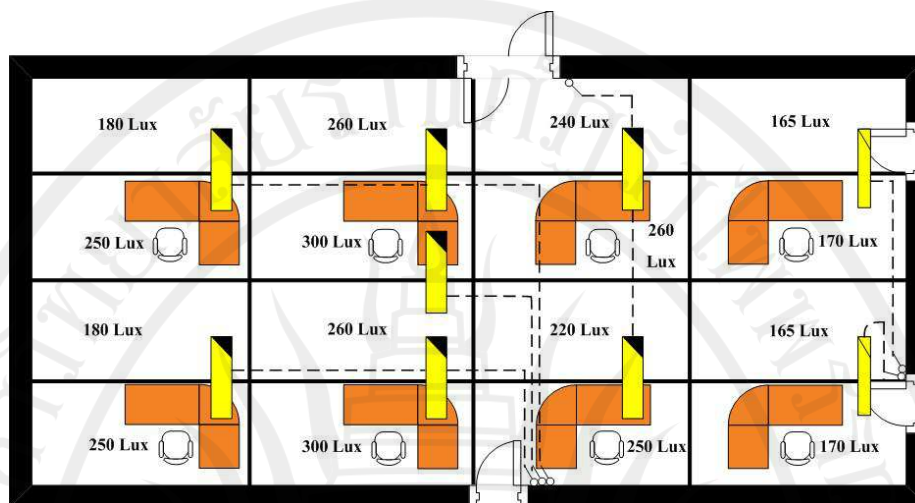
จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของตาราง 11 จะเห็นได้ว่าการลดเวลาทำงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน เนื่องจากมีระยะเวลาในการทำงานสั้นลง จากการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างก่อนมีการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟจากชนิดของ T8 เป็นชนิด T5 ภายในห้องที่ศึกษาวิจัยพบว่า มีค่าของกระแสไฟฟ้า ตลอดทั้งวงจรไฟฟ้าแสงสว่างอยู่ที่ 6.4 แอมแปร์ และมีค่ากระแสไฟฟ้าต่อหลอดไฟอยู่ที่ 0.4 แอมแปร์ โดยมีจำนวนของหลอดไฟฟ้าที่ทำการศึกษาวิจัย จำนวน 16 หลอด ซึ่งเป็นชนิด T8 และแบ่งชนิดของโคมเป็น 2x36 วัตต์ จำนวน 7 โคม และ 1x36 วัตต์ จำนวน 2 โคม ลักษณะของโคมที่ใช้ภายในห้องที่ศึกษาวิจัยเป็นแบบอกไก่ ใช้สตาร์ทเตอร์และบัลลาสต์ ชนิดขดลวดแกนเหล็กเป็นอุปกรณ์ปรับแรงดันในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง พลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียส่วนใหญ่มาจากบัลลาสต์และหลอดไฟ ซึ่งบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็กจะส่งผลเสียทางด้านการกระจายความร้อน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อห้องที่ปรับอากาศ ทำให้เครื่องปรับอากาศมีภาระในการแลกเปลี่ยนอุณหภูมิภายในห้องปรับอากาศมากขึ้น และส่งผลทำให้ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในวงจรไฟฟ้าต่ำลงด้วย (สำนักนโยบายและแผนพลังงาน. ออนไลน์. 2555)

หลังจากมีการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการตรวจเช็คค่าความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานภายในห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย จากการตรวจวัดค่าความส่องสว่างในพื้นที่ใช้งานของหลอดไฟชนิด T8 โดยแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 16 โซน พบว่ามีค่าความส่องสว่างในพื้นที่ใช้งานต่ำมาก สาเหตุอาจเนื่องมาจากอายุการใช้งานของหลอดไฟที่ยาวนาน ทำให้ค่าความสว่างของหลอดลดลง หลอดไฟขาดการบำรุงรักษา มีฝุ่นละอองสะสมเป็นจำนวนมาก และตัวโคมไฟ (Reflector) สกปรกหรือเริ่มเสื่อมสภาพ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า



หลอด T8 เดิม

ภาพประกอบ 27 แสดงลักษณะการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างรูปแบบเดิม ก่อนมีการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า



ภาพประกอบ 28 แสดงลักษณะแบบแปลนวงจรไฟฟ้าเดิม ตำแหน่งโต๊ะทำงาน และค่าความส่องสว่างของพื้นที่ภายในห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

4. การวิจัยด้านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลอดไฟในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การศึกษากการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลอดไฟเพื่อผลในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จะมีขั้นตอนการศึกษาลำดับถึงกันในเรื่องต้น แต่จะใช้ระยะเวลาในการเปิด - ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียงกรณีเดียว คือ การเปิด - ปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเวลา 8 ชั่วโมง/วัน ซึ่งเป็นระยะเวลาในการทำงานในแต่ละวัน มีความเหมาะสมในการทดลองการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยหลังจากที่ได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลทางด้านการลดเวลาทำงานเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็มาถึงขั้นตอนของการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหลอดไฟเพื่อผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้น โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

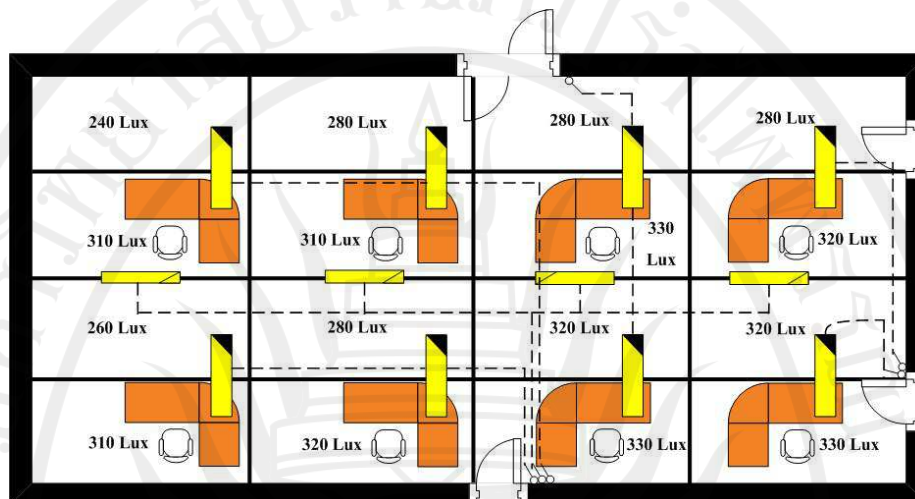
ขั้นตอนที่ 1 แบ่งโซนพื้นที่ภายในห้องวิจัยออกเป็น 16 จุด นำเครื่องมือวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter) มาวัดค่าความส่องสว่างในแต่ละโซนและบันทึกลงในแบบแปลนไฟฟ้าที่สร้างขึ้น



Lux Meter

ภาพประกอบ 29 แสดงการใช้ Lux Meter วัดค่าความส่องสว่างต่อพื้นที่ในโซนต่างๆ ภายในห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบติดตั้งระบบไฟฟ้าใหม่ให้ค่าความส่องสว่างเพียงพอและ
การเปลี่ยนหลอดไฟเพื่อการประหยัดพลังงาน



ภาพประกอบ 30 แสดงแบบแปลนวงจรไฟฟ้าใหม่ ตำแหน่งโต๊ะทำงาน ค่าความส่องสว่างและ
การเปลี่ยนหลอดไฟจาก T8 เป็น T5 ภายในห้องที่ได้ทำการศึกษาวิจัย



หลอด T5 ชนิดใหม่

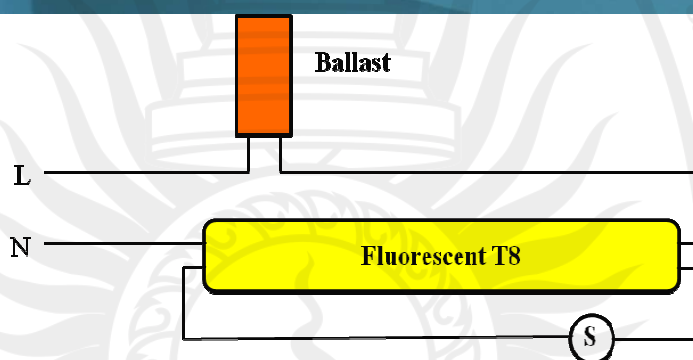
ภาพประกอบ 31 แสดงการติดตั้งระบบไฟฟ้าส่องสว่างใหม่และการใช้งานจริง



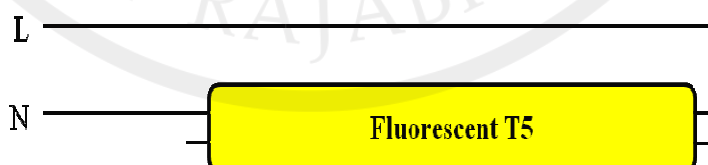
ภาพประกอบ 32 แสดงลักษณะอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T8



ภาพประกอบ 33 แสดงลักษณะอุปกรณ์ต่างๆ ของชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิด T5



ภาพประกอบ 34 ลักษณะการติดตั้งโคมไฟฟ้าและลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าในชุดหลอดไฟ T8



ภาพประกอบ 35 ลักษณะการติดตั้งโคมไฟฟ้าและลักษณะการต่อวงจรไฟฟ้าในชุดหลอดไฟ T5

หลังจากได้ดำเนินการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีการเปลี่ยนหลอดไฟเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะมีการเปิดใช้งานและเริ่มจัดเก็บข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวัน โดยมีลักษณะการจัดเก็บข้อมูลเหมือนกับการวิจัยด้านการลดเวลาการทำงาน และมีตรวจวัดค่าความส่องสว่างหลังมีการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟ เพื่อให้ได้ค่าความส่องสว่างให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด โดยบริเวณโต๊ะทำงานควรมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 300 - 500 ลักซ์ เป็นอย่างต่ำ และพื้นที่โดยรอบทั่วไปควรมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 100 - 200 ลักซ์ โดยข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หลังจากมีการเปลี่ยนหลอดไฟ สามารถสรุปได้ดังตาราง 12 และรายละเอียดการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างทางด้านการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก

ตาราง 12 แสดงข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ขนาดห้อง 84 m² (ข้อมูลหลังมีการเปลี่ยนหลอด)

ระยะเวลาใช้งานในระบบแสงสว่าง (ชม./วัน)	เฉลี่ยค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (kwh/Day)
8 (ก่อนเปลี่ยนเป็น T5)	6.48
8 (หลังเปลี่ยนเป็น T5)	3.78
ค่าความแตกต่าง	2.70

จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของตาราง 12 จะเห็นได้ว่า วิธีการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟจากชนิด T8 เป็น T5 นั้น รวมทั้งการทำความสะอาดโคมไฟ(Reflector)มีส่วนช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างชัดเจน เพราะเนื่องจากหลอดไฟของ T5 จะใช้บัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์และไม่มีสตาร์ทเตอร์ช่วยจุดไส้หลอด เมื่อเปิดใช้งานหลอดไฟจะติดสว่างขึ้นทันที ไม่มีแสงกระพริบจากสตาร์ทเตอร์ และขั้วหลอดโดยบัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ก็ยังช่วยเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ในระบบให้สูงขึ้น เป็นผลทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและหากมีการปรับปรุงเปลี่ยนหลอดไฟเป็นชนิด T5 จำนวนหลายๆ หลอดก็จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้เป็นอันมาก (“การประหยัดพลังงานในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์” ออนไลน์, 2555)

ผลการวิเคราะห์และประเมินผลทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

การวิเคราะห์ในระบบปรับอากาศ

เสนอวิธีการกำหนดช่วงเวลาในการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศในแต่ละห้องให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และควรมีการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบล้างใหญ่อย่างสม่ำเสมอ

1. ด้านการลดเวลาทำงานของระบบปรับอากาศ ห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และอำนวยการ จะมีการเปิดใช้งานระบบปรับอากาศโดยทดลองเก็บข้อมูล ด้านการลดเวลาทำงานอยู่ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเวลา 08.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 9 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี (ไม่นับวันอาทิตย์)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 21.46 \text{ kwh/วัน} \\ &= 21.46 \times 348 \\ &= 7,468.08 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 7,468.08 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง} \\ &= 26,138.28 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

กรณีที่ 2 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี (ไม่นับวันอาทิตย์)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 19.08 \text{ kwh/วัน} \\ &= 19.08 \times 348 \\ &= 6,639.84 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 6,639.84 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\ &= 23,239.44 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในด้านเวลา} &= 26,138.28 - 23,239.44 \\ &= 2,898.84 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2. ด้านการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ จะมีการเปิดใช้งานระบบปรับอากาศก่อนและหลังมีการล้างทำความสะอาด โดยทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังล้างเครื่องปรับอากาศ ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี ซึ่งจะเป็นเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในแต่ละวันและมีความเหมาะสมในการทดลองวิจัยการประหยัดพลังงาน (ก่อนล้าง)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน (ก่อนล้าง)} &= 19.08 \text{ kwh/วัน} \\ &= 19.08 \times 348 \\ &= 6,639.84 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิद्यูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 6,639.84 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\ &= 23,239.44 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

กรณีที่ 2 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ เวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี ซึ่งจะเป็นเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในแต่ละวันและมีความเหมาะสมในการทดลองวิจัยการประหยัดพลังงาน (หลังล้าง)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน (หลังล้าง)} &= 14.63 \text{ kwh/วัน} \\ &= 14.63 \times 348 \\ &= 5,091.24 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิद्यูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 5,091.24 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\ &= 17,819.34 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในด้านการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ} \\ &= 23,239.44 - 17,819.34 \\ &= 5,420.10 \text{ บาท/ปี/36,000 Btu}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{เงินลงทุนในการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ราคา 600 บาท/เครื่อง} \\ &= 1 \times 600 \\ &= 600\end{aligned}$$

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุนของการล้างทำความสะอาด} &= \frac{\text{เงินที่ลงทุนไปทั้งหมด}}{\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้/ปี}} \\
 &= 600/5,420.10 \\
 &= 0.11 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

การวิเคราะห์ในระบบแสงสว่าง

เสนอวิธีการกำหนดช่วงเวลาในการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละห้องให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และการเปลี่ยนมาใช้หลอดประหยัดพลังงานจาก T8 เป็น T5

1. ด้านการลดเวลาทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ จะมีการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยทดลองเก็บข้อมูลด้านการลดเวลาทำงานอยู่ 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเวลา 08.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 9 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี (ไม่นับวันหยุด)

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 7.38 \text{ kwh/วัน} \\
 &= 7.38 \times 348 \\
 &= 2,568.24 \text{ kwh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\
 &= 2,568.24 \times 3.50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 9 ชั่วโมง} \\
 &= 8,988.84 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

กรณีที่ 2 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี (ไม่นับวันหยุด)

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 6.48 \text{ kwh/วัน} \\
 &= 6.48 \times 348 \\
 &= 2,255.04 \text{ kwh/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\
 &= 2,255.04 \times 3.50
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\
 &= 7,892.64 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในด้านเวลา} &= 8,988.84 - 7,892.64 \\
 &= 1,096.20 \text{ บาท/ปี}
 \end{aligned}$$

2. ด้านการปรับเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจาก T8 เป็น T5 ห้องสำนักงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ จะมีการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างก่อนและหลังเปลี่ยนหลอด โดยทดลองเก็บข้อมูลก่อนและหลังการเปลี่ยนหลอด ดังนี้

กรณีที่ 1 เปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในแต่ละวัน โดยมีหลอดไฟในการวิจัยจำนวน 16 หลอด (ก่อนเปลี่ยน)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 6.48 \text{ kwh/วัน} \\ &= 6.48 \times 348 \\ &= 2,255.04 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 2,255.04 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\ &= 7,892.64 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

กรณีที่ 2 เปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างเวลา 08.00 - 12.00 น. และ 13.00 - 17.00 น. รวมเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน และ 348 วันต่อปี ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ปฏิบัติงานในแต่ละวัน โดยมีหลอดไฟในการวิจัยจำนวน 20 หลอด (หลังเปลี่ยน)

$$\begin{aligned}\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ไปต่อวัน} &= 3.78 \text{ kwh/วัน} \\ &= 3.78 \times 348 \\ &= 1,315.44 \text{ kwh/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{หากอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าประเภทสถานศึกษา คิดยูนิตละ 3.50 บาท} \\ &= 1,315.44 \times 3.50\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมง} \\ &= 4,604.04 \text{ บาท/ปี}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้นค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ในการเปลี่ยนหลอดจาก T8 เป็น T5} \\ &= 7,892.64 - 4,604.04 \\ &= 3,288.60 \text{ บาท/ปี/560 วัตต์}\end{aligned}$$

เงินลงทุนในการเปลี่ยนหลอดไฟจาก T8 เป็น T5 ราคา 260 บาท/หลอด

$$\begin{aligned}\text{ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดัตต} \\ &= (20 \times 260) \\ &= 5,200\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ระยะเวลาคืนทุนของการเปลี่ยนหลอด} &= \frac{\text{เงินที่ลงทุนไปทั้งหมด}}{\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้/ปี}} \\
 &= 5,200/3,288.60 \\
 &= 1.58 \text{ ปี}
 \end{aligned}$$

ตาราง 13 สรุปค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและเงินลงทุนการล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

รายการ	ระบบปรับอากาศ	เงินลงทุนในระบบปรับอากาศ
ห้องเซมิคอนดักเตอร์	4,500 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องหลักสูตรปริญญาโท	10,350 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องประชุมพวงโกเมน	7,500 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องประกันคุณภาพ	2,700 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์	4,500 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องหลักสูตรวิทยาศาสตร์	6,750 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์	9,750 บาท/ห้อง/ปี	1,800 บาท
ห้องคณิต	4,800 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องเรียนชุด 202	5,100 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	7,500 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องประชุมเฟื่องทอง	7,500 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องรับรอง	2,850 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องเพชรอุตสาหกรรม	14,550 บาท/ห้อง/ปี	1,800 บาท
ห้องปฏิบัติการโยธาชั้นบน	2,550 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	4,800 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
ห้องปฏิบัติการไฟฟ้า	5,400 บาท/ห้อง/ปี	1,200 บาท
ห้องพักอาจารย์	5,400 บาท/ห้อง/ปี	600 บาท
รวม	106,500 บาท/ห้อง/ปี	16,800 บาท

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ตาราง 14 สรุปค่าการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และเงินลงทุนการเปลี่ยนหลอดไฟ จาก T8 เป็น T5 ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์

รายการ	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	เงินลงทุนในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
ห้องเชิดชูเกียรติ	2,536 บาท/ห้อง/ปี	3,120 บาท
ห้องหลักสูตรปริญญาโท	5,072 บาท/ห้อง/ปี	6,240 บาท
ห้องประชุมพวงโกเมน	1,127 บาท/ห้อง/ปี	1,560 บาท
ห้องประกันคุณภาพ	951 บาท/ห้อง/ปี	1,300 บาท
ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์	5,917 บาท/ห้อง/ปี	7,280 บาท
ห้องหลักสูตรวิทยาศาสตร์	5,283 บาท/ห้อง/ปี	6,500 บาท
ห้องหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์	5,072 บาท/ห้อง/ปี	6,240 บาท
ห้องคณบดีและห้องรับรอง	2,535 บาท/ห้อง/ปี	3,120 บาท
ห้องเรียนชุด 202	3,381 บาท/ห้อง/ปี	4,160 บาท
ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	7,185 บาท/ห้อง/ปี	8,840 บาท
ห้องประชุมเฟื่องทอง	3,381 บาท/ห้อง/ปี	4,160 บาท
ห้องเพชรอุตสาหกรรม	10,988 บาท/ห้อง/ปี	14,240 บาท
ห้องปฏิบัติการโยธาชั้นบน	3,804 บาท/ห้อง/ปี	4,680 บาท
ห้องวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	3,592 บาท/ห้อง/ปี	4,420 บาท
ห้องปฏิบัติการไฟฟ้า	4,860 บาท/ห้อง/ปี	5,980 บาท
ห้องพักอาจารย์	2,536 บาท/ห้อง/ปี	3,120 บาท
ห้องปฏิบัติการโยธา 1	845 บาท/ห้อง/ปี	1,040 บาท
ห้องปฏิบัติการโยธา 2	1,268 บาท/ห้อง/ปี	1,560 บาท
ห้องนอนแอร์และลานกิจกรรม	2,535 บาท/ห้อง/ปี	3,120 บาท
ห้องสมุดและห้องเซฟเวอร์	7,608 บาท/ห้อง/ปี	9,360 บาท
ห้องเก็บของชั้นล่าง	528 บาท/ห้อง/ปี	650 บาท
ห้องเรียนโยธา 1 และ 2	7,184 บาท/ห้อง/ปี	8,840 บาท
ห้อง 8214 และห้องเก็บของ	5,072 บาท/ห้อง/ปี	6,240 บาท
รวม	93,260 บาท/ห้อง/ปี	115,770 บาท

การคิดอัตราดอกเบี้ยค่าเสียโอกาสกับเงินที่ใช้ลงทุนในการจัดการพลังงานไฟฟ้าภายใน คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์

จากข้อมูลในตาราง 13 และ 14 เงินที่ใช้ลงทุนในการจัดการพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 132,570 บาท หรือประมาณ 130,000 บาทถ้วน หากนำเงินดังกล่าวไปปล่อยให้กู้ยืมเงินตามประมวลกฎหมายแพ่ง และพาณิชย์ ซึ่งจะคิดอัตราดอกเบี้ยได้ไม่เกินร้อยละ 15 ต่อปี หรืออัตราร้อยละ 1.25 ต่อเดือน โดยปล่อยให้กู้ยืมเงินเป็นเวลา 2 ปี จะได้ดอกเบี้ยดังนี้

ใช้วิธีคิดดอกเบี้ยแบบไม่ทบต้น

เงินลงทุน = 130,000 บาท

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ = 15 ต่อปี

= $15 \times 130,000$

100

= 19,500 บาท/ปี

ปล่อยให้กู้ยืมเงินเป็นเวลา 2 ปี

= $19,500 \times 2$

= 39,000 บาท

ค่าพลังงานที่ประหยัดได้จากตาราง 13 และ 14

= 199,760 บาท

ค่าเสียโอกาส

= 39,000 บาท

ดังนั้นค่าพลังงานที่ประหยัดได้จริง

= $199,760 - 39,000$ บาท

= 160,760 บาท

รายละเอียดการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของห้องต่างๆ ภายในคณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรมและอณูนิศาสตร์ จะแสดงไว้ในภาคผนวก ก

การประเมิน Life Cycle Cost (LCC) ของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

Life Cycle Cost คือ ค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิตของอุปกรณ์ จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายในการได้มาซึ่งอุปกรณ์ต่างๆ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและ ค่าใช้จ่ายในการกำจัดหรือถอน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการออกแบบหรือการเลือกซื้อ ในการเลือกซื้อ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ เราควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายตลอดวงจรชีวิตของอุปกรณ์ด้วย ไม่ควรพิจารณา เฉพาะอุปกรณ์ที่มีราคาถูกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ตาราง 15 การประเมิน Life Cycle Cost (LCC) ของหลอดไฟฟ้านิตต่างๆ ที่มีใช้ในปัจจุบัน

รายการ	หลอด T8 + CB	หลอด T8 + EB	หลอด T5 + EB	หลอด LED
กำลังไฟฟ้า (w)	49	33	24	22
ค่าความสว่าง (lux)	141	124	96	126
อายุการใช้งาน (hr.)	20,000	20,000	20,000	20,000
ราคา/หลอด (bath)	170	220	260	1,500
จำนวนหลอดที่ใช้	20	20	20	20
ค่าหลอดไฟ (bath)	3,400	4,400	5,200	30,000
ใช้ไฟ/วัน (Unit)	7.84	5.28	3.84	3.52
ใช้ไฟ/ปี (Unit)	2,728.3	1,837.4	1,336.3	1,225
ใช้ไฟ/7 ปี (Unit)	19,098.1	12,861.8	9,354.1	8,575
ค่าไฟ 3.50/Unit	66,843.3	45,016.3	32,739.3	30,012.5
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	70,243.3	49,416.3	37,939.3	60,012.5
ระยะคืนทุน (ปี)	3.05	2.14	1.64	2.60

หมายเหตุ : CB หมายถึง บัลลาสต์ชนิดหลอดแกนเหล็ก

EB หมายถึง บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ที่มา : “การเปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟชนิดต่างๆ” ออนไลน์. 2556

จากการประเมิน Life Cycle Cost (LCC) โดยกำหนดให้มีการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ 8 ชั่วโมง/วัน และ 348 วันต่อปี (ไม่นับวันวันหยุด) จำนวนของหลอดไฟที่ใช้งานเท่ากับ 20 หลอด ซึ่งมีอายุการใช้งานของหลอดไฟชนิดต่างๆ เฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 20,000 ชั่วโมงหรือประมาณ 7 ปี โดยอ้างอิงอายุการใช้งานของหลอด LED ของบริษัทพี.เอส.เจ.เอเนอร์จีเซฟ จำกัด มาตรฐาน LM 90 ซึ่งจะมีอายุการใช้งาน เทียบเท่าหลอดไฟชนิด T8 และ T5 และคิดอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 3.50 บาท/หน่วย โดยคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดของหลอดไฟชนิดต่างๆ ภายในระยะเวลา 7 ปี หรือ 20,000 ชั่วโมง (อายุการใช้งานของหลอดไฟ) จากตาราง 15 จะเห็นได้ว่าหลอดไฟชนิด LED มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด แต่จะมีราคาของหลอดที่แพงกว่าชนิดอื่นๆ 3 - 4 เท่า ซึ่งจะต้องคิดตั้งเป็นจำนวนมากและเหมาะสมสำหรับการเปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง จึงจะเกิดความคุ้มค่ามากที่สุด น่าจะมีความเหมาะสมกับโรงงานอุตสาหกรรมมากกว่าสถานที่ศึกษาวิจัย เนื่องจากสถานที่ศึกษาวิจัยจะเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพียงวันละ 8 ชั่วโมงเท่านั้น

จากตาราง 15 หลอดไฟ ที่มีความเหมาะสมกับสถานที่ศึกษาวิจัยควรเป็นหลอดไฟชนิด T5 เพราะราคาของหลอด T5 นั้น ไม่แตกต่างจากหลอดชนิด T8 มากนัก อีกทั้งค่าความส่องสว่างเฉพาะหลอดก็มีค่าใกล้เคียงกัน แต่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟชนิด T8 การติดตั้งและการต่อวงจรไฟฟ้ามีความสะดวก สามารถใช้โคมไฟเดิมได้ทันที เงินลงทุนในการปรับปรุงไม่สูงมากและมีระยะเวลาการคืนทุนที่เร็ว ดังนั้นหลอดไฟชนิด T5 จึงมีความเหมาะสมกับสถานที่ศึกษาวิจัยมากที่สุด และจากการสอบถามร้านค้าภายในพื้นที่จังหวัดจันทบุรีถึงราคาจำหน่ายหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด LED ขณะทำวิจัย ผลปรากฏว่า ยังไม่มีร้านค้าใดนำมาจำหน่าย สาเหตุอาจจะเนื่องมาจากราคาของหลอด LED ที่ค่อนข้างสูง และยังไม่เป็นที่นิยมในภูมิภาคนี้แน่นอน

การวิเคราะห์เมื่อมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโคมไฟ (Reflector) จากโคมไฟขนาด 2x36 วัตต์ ชนิด T8 มาเป็นขนาด 2x28 วัตต์ชนิด T5 ที่ส่งผลต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

โคมไฟขนาด 2x28 วัตต์ ชนิด T5 จะมีขนาดเล็กกว่าโคมไฟเดิมขนาด 2x36 วัตต์ เนื่องจากหลอดไฟชนิด T5 จะมีขนาดเล็กลง คือ มีขนาดเพียง 16 มิลลิเมตรเท่านั้น แต่มีข้อดีคือ มีการกระจายของแสงสว่างดีกว่าชนิด T8 และเมื่อโคมไฟชนิด T5 มีขนาดเล็กลง ก็จะทำให้สามารถประหยัดวัตถุดิบในการผลิตโคมลงได้



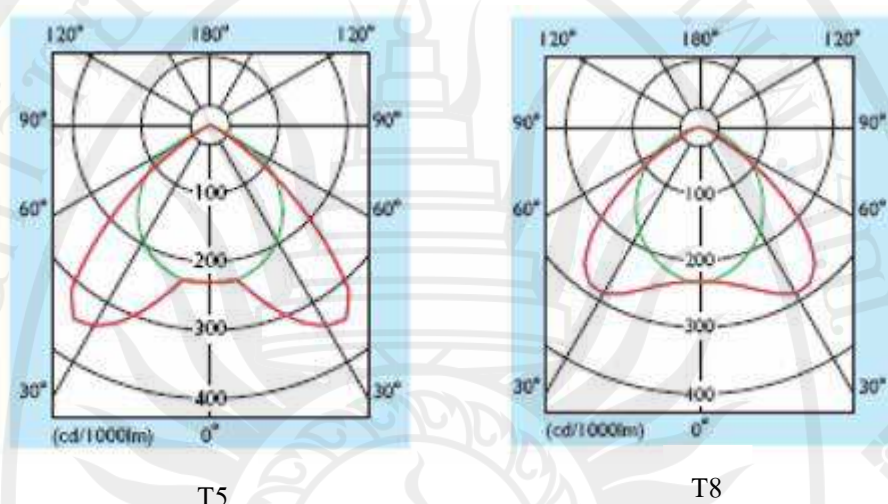
โคมไฟชนิด T5

โคมไฟชนิด T8

ภาพประกอบ 36 แสดงการเปรียบเทียบโคมไฟชนิด T5 และ โคมไฟชนิด T8

นอกจากนี้เมื่อพิจารณา Polar Curve การกระจายของแสงของหลอดไฟชนิด T5 เทียบกับหลอดไฟ ชนิด T8 พบว่าการกระจายแสงของหลอดไฟชนิด T5 สามารถกระจายแสงได้ไกลกว่าหลอดไฟชนิด T8 ถึงประมาณ 33% ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนโคมไฟชนิด T8 เดิมที่มีขนาด 2x36 วัตต์

มาเป็นโคมไฟชนิด T5 ใหม่ ขนาด 2x28 วัตต์ แสงจากโคมไฟชนิด T5 ที่ได้นั้น จะไกลกว่าโคมไฟชนิด T8 เดิม ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนโคมไฟและหลอดไฟลงได้ ช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้า



ภาพประกอบ 37 ทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และชนิด T8

จากคุณสมบัติของโคมไฟชนิด T5 เมื่อนำมาออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานที่มีขนาดพื้นที่ 100 m^2 สามารถเพิ่มระยะห่างระหว่างโคมจากชนิด T8 เดิม หรือเท่ากับสามารถลดจำนวนการใช้โคมไฟและหลอดไฟ เมื่อเปลี่ยนมาใช้โคมไฟชนิด T5 ได้ โดยสามารถลดจำนวนได้ถึงประมาณ 25% ซึ่งการออกแบบโคมไฟชนิด T8 จะออกแบบให้มีระยะครอบคลุม $5.76 \text{ m}^2/\text{โคม}$ และขณะที่โคมไฟชนิด T5 สามารถออกแบบให้มีระยะครอบคลุม $7.2 \text{ m}^2/\text{โคม}$ (Em-group. ออนไลน์. 2556)

จากข้อมูลข้างต้นเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมและอัญมณีศาสตร์ ภายในห้องสำนักงานที่ได้ทำการศึกษาวิจัย ซึ่งมีขนาดห้อง 84 m^2 หากมีการเปลี่ยนโคมไฟ (Reflector) จากแบบอกไก่เดิมขนาด 2x36 วัตต์ มาเป็นชนิด T5 ขนาด 2x28 วัตต์ ก็สามารถลดจำนวนหลอดไฟชนิด T5 ลงได้ประมาณ 4 หลอดจากเดิม 20 หลอด ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น