

การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหลายอาคาร  
ตามบันทึกโน้ตที่พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT AND SAFETY FOR CENTRAL LIBRARY  
OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG

สมัทธา ทศพรวิทย์นุศล  
ศุภวนาถ ตั้งเฉลิมยศ  
ทยาตังค์ แน่ทวี

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2556

การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลาง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT AND SAFETY FOR CENTRAL LIBRARY  
OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

สุภัทรา	ทศพรพิทักษ์กุล
สุภวนาถ	ตั้งเลิศอรุณ
หยาดรุ้ง	แซ่พั้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2556

ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT AND SAFETY FOR CENTRAL  
LIBRARY OF KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
LADKRABANG

SUPATTRA      TODSAPONPITUKKUL  
SUPUWANART    TANGLERTARUN  
YADRUNG      SAEPOUR

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT  
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING    FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2013

ปีการศึกษา 2556

การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลางสถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT AND SAFETY FOR CENTRAL LIBRARY OF  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

โดย

สุภัทรา	ทศพรพิทักษ์กุล
สุภวนาถ	ตั้งเลิศอรุณ
หยาดรุ้ง	แซ่พั้ว

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อรรถพล เ่งพิทักษ์กุล  
ผศ. ชายชาญ โปธิสาร

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า


คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลาง  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผู้จัดทำ

1. นางสาว สุภัทรา ทศพรพิทักษ์กุล
2. นาย สุภูวนาท ตั้งเลิศอรุณ
3. นางสาว หยาตรุ้ง แซ่พัว

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผศ.ดร. อรรถพล เจงาพิทักษ์กุล )

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผศ. ชายชาญ โพธิสาร )

## การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลาง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นางสาว สุภัทรา ทศพรพิทักษ์กุล

นาย สุภูวนาท ตั้งเลิศอรุณ

นางสาว หยาตรุ้ง แซ่พัว

ผศ.ดร. อรรถพล เเงาพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2556

### บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นรายงานเกี่ยวกับการตรวจวัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคาร โดยทำการตรวจวัดสำนักหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระบบที่ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศรวมถึงการตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า และการติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานด้วย จากนั้นจะนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบ ระหว่างปีที่ผ่านๆมาจนถึงปัจจุบัน โดยในการดำเนินการนั้น เริ่มจากการศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดมาตรฐานและการติดตั้งของระบบไฟฟ้า วางแผนการเก็บข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้ง 3 ระบบ แล้วทำการตรวจวัดระบบทั้งหมด และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป ปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่เสียหายให้กลับมาใช้งานได้ และหาวิธีการที่จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น แต่ยังคงประสิทธิภาพการใช้งานอยู่อย่างปกติ โครงการนี้จะช่วยตัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น ทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยในการใช้งาน

ELECTRICAL ENERGY MANAGEMENT AND SAFETY FOR CENTRAL LIBRARY OF  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

Miss Supattra           Todsaponpitukkul  
Mr. Supuwanart       Tanglertarun  
Miss Yadrung           Saepour  
Asst.Prof.Dr.Atthapol   Ngaopitakkul   Supervisor  
Asst.Prof.Chaichan    Pothisarn       Supervisor  
Year 2013

**ABSTRACT**

This project aims to measure and analyze energy consumption in Central Library of King Mongkut's institute of technology Ladkrabang consists of 3 systems. There are Power system, Lighting and air conditioning system. The methodology comprises: 1) To study standard for the Power Systems Installation, theory for the measurement of each systems and the equipment used, 2) To measure real energy consumption along with compare the energy used and trends each year, 3) To analysis of the survey results to determine the energy consumption should be modified. The project has found that air conditioning system still wastes power. In addition, this project also presented approach ways to save more energy, more efficiency and more safety.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ผศ.ดร.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล และ ผศ.ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมาด้วยดีตลอด และตรวจแก้ไขจุดบกพร่อง ให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณอัญชลี ถนอมทรัพย์, คุณปราณี สุขดีศรีสวัสดิ์, คุณประพันธ์ สังข์ทองงาม และเจ้าหน้าที่ในอาคารสำนักงานหอสมุดกลาง ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน ทำให้ได้รับความสะดวกในการการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ คุณสันติธรรม สันตินันตรักษ์ เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการให้คำปรึกษาเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง ของอาคารหอสมุดกลาง

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจรวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงการครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.1.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอาคารหอสมุดกลาง	15
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	18
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ	19
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	19
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	19
1.6 แผนการดำเนินงาน	21
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	22
2.1 ระบบแสงสว่าง	22
2.1.1 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร	22
2.1.2 การตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง	22
2.1.3 ขั้นตอนและเทคนิควิธีการวัดแสงสว่าง	25
2.1.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์	26
2.1.5 การติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	29
2.2 ระบบปรับอากาศ	30
2.2.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	31
2.2.2 ระบบปรับอากาศแบบชุด	31
2.2.3 ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ	32
2.2.4 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ	33
2.3 ระบบไฟฟ้า	33
2.3.1 มาตรฐานการติดตั้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)	34
2.3.2 กรมโยธาธิการและผังเมือง	36
2.3.4 ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ	38
บทที่ 3 วิธีการตรวจพลังงานในระบบต่างๆ	41
3.1 วิธีการวัดระบบแสงสว่าง	41
3.1.1 ตรวจวัดความเข้มแสงภายในห้อง	42
3.1.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าความส่องสว่างภายในห้อง	44

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การตรวจวัดระบบปรับอากาศ	45
3.2.1 วิธีการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ	45
3.2.2 วิธีการเทียบแผนภูมิไซโครเมตริกเพื่อค่า เอทาลปี	46
3.2.3 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงาน (EER) ของ เครื่องปรับอากาศแยกส่วน	47
3.3 โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร: BEC Software	48
<b>บทที่ 4 ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์พลังงาน</b>	<b>52</b>
4.1 ข้อมูลแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง	52
4.2 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานในระบบแสงสว่าง	53
4.3 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานในระบบปรับอากาศ	56
4.3.1 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน	57
4.3.2 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบส่งจ่ายลมเย็น	57
4.4 ผลการตรวจวัดด้านความปลอดภัย	58
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ</b>	<b>62</b>
5.1 สรุปแนวทางการประหยัดพลังงานทั้งหมด	62
5.2 มาตรการ และข้อเสนอแนะ ที่สามารถอนุรักษ์พลังงานของระบบต่างๆ	63
5.2.1 มาตรการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง	63
5.2.2 มาตรการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	64
5.2.3 มาตรการปรับปรุง แก้ไขความปลอดภัยระบบไฟฟ้า	65
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>66</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>70</b>
ภาคผนวก ก ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า	71
ภาคผนวก ข ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศ	80
ภาคผนวก ค บทความวิชาการ	88
<b>ประวัติผู้เขียน</b>	<b>93</b>

## สารบัญรูป

### รูปที่

	หน้า
1.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในสถาบัน	15
1.2 สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	16
1.3 ชั้นที่ 1 สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	16
1.4 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2556	17
1.5 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณค่าไฟฟ้าประจำเดือนของ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2556	18
2.1 การวางจุดวัดแสงแบบหลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแฉกมากกว่า 2 แฉก	24
2.2 การวางจุดวัดแสงหลอดไฟติดตั้งแฉกเดียวกลางห้อง	25
2.3 การวางจุดวัดแสงแบบหลอดไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแฉกเดียว	25
2.4 หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5	26
2.5 โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD (T8)	27
2.6 เปรียบเทียบรูปการกระจายแสงของโคมหลอด T5 และ โคมหลอด T8 ในพื้นที่สำนักงาน	27
2.7 ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5	28
2.8 ทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x28 W และ 2x36 W	28
2.9 ตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟสำหรับหลอด TLD (36 W) และหลอด T5 (28 W)	29
2.10 วัฏจักรอัตโนมัติ	30
2.11 แสดงระบบส่งจ่ายลมเย็นและควบคุม	32
2.12 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ	36
2.13 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)	37
3.1 การวัดค่าความเข้มแสงการส่องสว่าง	42
3.2 ตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้อง	43
3.3 การวัดโดยใช้ Clamp Meter	46
3.4 หน้าต่างก่อนเข้าโปรแกรม BEC	48
3.5 หน้าจอหลักของโปรแกรม BEC	49
3.6 ป้อนข้อมูลในส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	49
3.7 ป้อนข้อมูลในส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศ	50
3.8 ป้อนข้อมูล กำหนดพื้นที่และใส่ข้อมูลในส่วนต่าง	50
3.9 จอแสดงผลของทุกระบบที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BEC	51
4.1 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง	52
4.2 แผนภูมิแสดงค่าไฟฟ้าต่อหน่วยการใช้งาน	53
5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ากับมาตรการต่างๆในระบบแสงสว่าง	63
5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ากับมาตรการในระบบปรับอากาศ	64

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของสถาบันฯ	15
1.2 แผนการดำเนินงาน	21
2.1 คุณสมบัติหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ	27
2.2 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่จะใช้ได้โดยไม่เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน	38
2.3 ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่	38
2.4 ตารางแสดงมาตรฐานค่าประสิทธิภาพตามที่กฎหมายกำหนด	40
3.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่	41
3.2 ระดับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ	47
4.1 ผลการประหยัดพลังงาน เปลี่ยนหลอด T8 เป็นหลอด T5	53
4.2 ชนิดหลอดไฟและจำนวนหลอดไฟ	54
4.3 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุน ของหลอด T8 เทียบกับหลอด T5 ขนาด 120 เซนติเมตร	54
4.4 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุน ของหลอด T8 เทียบกับหลอด T5 ขนาด 55 เซนติเมตร	55
4.5 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุน ของหลอด T8 ชนิด LED เทียบกับหลอด T8 แบบปกติ ขนาด 120 เซนติเมตร	56
4.6 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุน ของหลอด T8 ชนิด LED เทียบกับหลอด T8 แบบปกติ ขนาด 55 เซนติเมตร	56
4.7 ผลการลดการใช้พลังงานโดยการทำความสะอาด และบำรุงรักษา เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)	57
5.1 สรุปแนวทางการประหยัดพลังงานทั้งหมด	62

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ทั่วทั้งโลกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเยอะมาก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในทุกปี และถ้าหากวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นใกล้เคียงกับกำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ ทำให้ไม่มีพลังงานไฟฟ้าที่ไว้สำรองใช้ในยามฉุกเฉินที่มากเพียงพอ และในสถานการณ์ในปัจจุบันนี้การหาแหล่งพลังงานอื่น เพื่อนำมาทดแทนนั้นยิ่งทำยากขึ้น เพราะว่าประชากรที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทรัพยากรที่ถูกใช้ไปอย่างสิ้นเปลือง ทำให้การหาทรัพยากรธรรมชาติมาทำเป็นพลังงานทดแทนนั้นทำได้ยากยิ่งขึ้น ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ตกอยู่ในสถานการณ์นี้เช่นกัน โดยจากสถิติการเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 2512 ประเทศไทยมีกำลังผลิตรวมทั้งประเทศเพียง 907.07 เมกกะวัตต์ ในปี 2534 มีการผลิตไฟฟ้า 9,629.56 เมกกะวัตต์ ซึ่งคิดเป็น 10 เท่าของปี 2512 [1] เลยทีเดียว และล่าสุดในปี 2555 มีการผลิตไฟฟ้า 32,600 เมกกะวัตต์ ซึ่งสูงมากเทียบกับปี 2512 สูงถึง 32 เท่า ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการใช้ไฟฟ้าที่สูงมากขึ้นเรื่อยๆ จนน่าตกใจ

ถ้าหากไม่มีการบริหารจัดการด้านพลังงานที่ดี และอย่างเป็นระบบ อาจจะทำให้เกิดวิกฤตการณ์ขึ้นเหมือนกับเหตุการณ์ไฟฟ้าดับทั้งภาคใต้ 14 จังหวัด [2] ทำให้เกิดความเสียหายเชิงอุตสาหกรรมไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าให้เกิดความเสียหายระดับชาติ สาเหตุก็คือปัจจุบันประเทศไทยสามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้ปีละ 27,000 เมกกะวัตต์ แต่ล่าสุดมีความต้องการใช้ที่ 26,598 เมกกะวัตต์ถึงแม้ว่ากำลังการผลิตจะเพียงพอต่อความต้องการ แต่ด้วยตัวเลขที่ใกล้เคียงกันมาก แต่ความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้นปีละ 5-6% ทำให้ประเทศไทยกำลังเข้าสู่ความเสี่ยงต่อความพอเพียงด้านพลังงานอย่างมาก ซึ่งถ้าหากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตไม่สามารถผลิตได้ตามความต้องการของผู้ใช้ภายในประเทศได้มากพอ ก็จะเกิดปัญหาทั้งการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ กระทบไปถึงเศรษฐกิจของประเทศได้ ทำให้ต้องมีการหาวิธีการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีหลายรูปแบบเช่น พลังความร้อน พลังน้ำ กังหันแก๊ส พลังความร้อนร่วม ดีเซล พลังงานทดแทนอื่นๆ และซื้อนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยทั้งหมดเหล่านี้ เป็นเพียงวิธีการที่จะสามารถรองรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ที่ไม่มีสิ้นสุด ปัญหานี้เป็นปัญหาเกิดขึ้นมานานแล้วแต่ก็ยังคงไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังมาโดยตลอด หากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ายังคงเป็นไปตามแนวโน้มจากสถิติที่ได้เก็บข้อมูลมาตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา โลกนี้หรือประเทศไทยจะขาดแคลนพลังงานและไม่มีพลังงานใช้ต่อไปในอนาคต

การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์พลังงานนั้น เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม ทุกวันนี้โลกเรามีจำนวนประชากรมากขึ้นเรื่อยๆ แต่แหล่งพลังงานกำลังลดลง ยิ่งประชากรมากขึ้น อัตราการใช้พลังงาน ความต้องการใช้พลังงานยิ่งสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด ส่วนทางกับพลังงานที่ลดลงอย่างฉับไว เพราะฉะนั้นโครงการนี้จึงเป็นผลการแสดงให้เห็นว่าระหว่างการใช้มาตรการ การประหยัดพลังงานกับ ใช้แบบปกติทั่วไปนั้น มีความแตกต่างกันทั้งในเรื่องของหน่วยการใช้พลังงาน ผลกระทบจากการใช้พลังงานที่มากจนเกินไป และรวมไปถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปโดยสิ้นเปลือง โดยระบบที่ทำการสำรวจนั้น ซึ่งก็คือสำนักงานอาคารหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยขอบเขตของระบบที่จะเข้าไปสำรวจ เก็บผลการใช้งาน วิเคราะห์ นั้น มีระบบแสงสว่าง (Lightning system) ระบบปรับอากาศ (Chiller system) ระบบไฟฟ้า (Electrical system)

ระบบความปลอดภัย (Safety) โดยแต่ละระบบมีการสำรวจตรวจวัดแตกต่างกัน รวมถึงวิธีการคำนวณค่า เทียบตามเกณฑ์มาตรฐาน ตามกฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พระราชบัญญัติ ก็แตกต่างกัน เช่นเดียวกัน

ระบบแสงสว่าง (Lighting system) คือระบบที่ให้แสงสว่าง ในพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ อาจจะมีอุปกรณ์ช่วยในการให้แสงสว่างที่แตกต่างกันออกไป แต่ส่วนประกอบหลักประกอบไปด้วย หลอดไฟและดวงโคมที่ต้องใช้งานคู่กัน ระบบแสงสว่างนั้นในทุกอาคารสิ่งก่อสร้างต้องมี และติดตั้งเป็นระบบแรก และถือเป็นระบบที่สำคัญมากที่สุดภายในอาคาร ในปัจจุบันนั้นระบบแสงสว่าง ได้มีการพัฒนาไปไกลมาก ทั้งการให้แสงสว่างที่มากขึ้นประสิทธิภาพที่สูงมากขึ้น การให้แสงสว่างที่สูงขึ้น แต่กินไฟน้อยลง หรือ การใช้พื้นที่การติดตั้งน้อยลง ขนาดหลอดที่เล็กลง เพื่อให้ประหยัดพื้นที่ใช้สอย เป็นต้น ประโยชน์ดังกล่าวนี้ ถือเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และถ้าหากมองในมุมที่กว้างขึ้นมากๆ ในการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ถ้าหากทำกันทุกหน่วยงาน องค์กร ทุกครอบครัว หรือ ทุกระบบ จะสามารถช่วยชาติประหยัดหน่วยพลังงานไฟฟ้าอีกได้มากมาย และถ้าหากนำหน่วยไฟฟ้ามาคิดเป็นเงินก็จะสามารถประหยัดเงินได้มหาศาล แต่ในความเป็นจริงแล้วนั้น การเปลี่ยนแปลงระบบแสงสว่างทั้งหมดในทุกหน่วยงาน หรือภายในองค์กรนั้นแทบเป็นไปไม่ได้เลย เพราะอาจจะติดปัญหาตรงที่ความยุ่งยากในการรื้อและติดตั้งระบบใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งใหม่ อุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่ มีราคาสูง หรือ อาจจะคำนวณแล้วว่าหากติดตั้งระบบใหม่เสียค่าไฟฟ้าถูกลงก็จริง แต่เงินที่ลงทุนไป อาจจะคืนทุนช้า ใช้ระยะเวลานาน ซึ่งอาจจะมองว่าไม่มีความจำเป็นมากนักที่ต้องปรับเปลี่ยนระบบแสงสว่างใหม่ทั้งหมด ดังนั้นหนทางที่จะสามารถใช้ได้จริง และเกิดประสิทธิผล คือการออกมาตรการพฤติกรรมการใช้งานระบบแสงสว่าง และ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ระบบแสงสว่างในจุดสำคัญ โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนทั้งหมด อย่างน้อยเพื่อให้การใช้หน่วยไฟฟ้าลดลง ในโซนทวีปยุโรปและอเมริกานั้น ประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการพัฒนาระบบแสงสว่างอย่างจริงจัง และเกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด โดยมีงานวิจัยในที่ประชุม (Conference paper) เยอะแยะมากมาย ที่พร้อมเป็นแนวทางการพัฒนาต่อ ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์แล้ว (Journal paper) ก็มีอยู่มากมายเช่นเดียวกัน

โดยผลงานวิจัยของ Luigi Martirano จากมหาวิทยาลัย ไดอาอี กรุงโรม ประเทศอิตาลี ชื่อผลงานวิจัยว่า “A Smart Lighting Control to Save Energy” [3] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการควบคุมการใช้ระบบแสงสว่างอย่างชาญฉลาดเพื่อการประหยัดพลังงาน โดยในประเทศแถบยุโรปทั่วไปใช้พลังงานแสงสว่างในอาคารประมาณ 40% ของพลังงานที่ใช้ไปทั้งหมด และได้บอกวิธีการประหยัดพลังงานนั้นว่า การประหยัดพลังงานสามารถทำได้ตามหลักพื้นฐานสองอย่าง คือ 1. ประสิทธิภาพ 2. ประสิทธิภาพ การปรับปรุงประสิทธิภาพกล่าวคือการใช้อุปกรณ์ตัวใหม่ เทคโนโลยีใหม่ และการใช้ประโยชน์จากการปรับปรุงการออกแบบระบบแสงสว่าง (การติดตั้งระบบในรูปแบบใหม่ที่ดีขึ้น) ส่วนการปรับปรุงประสิทธิภาพคือ การปรับปรุงระบบควบคุมแสงสว่าง เพื่อหลีกเลี่ยงการสิ้นเปลืองพลังงาน การนำเทคโนโลยีใหม่ๆมาใช้ (รวมถึงการวัดและการซ่อมบำรุงรักษา) และการควบคุมแสงสว่างให้อยู่ในระดับที่คงที่และแม่นยำโดยสอดคล้องกับค่าพลังงานที่ตั้งเอาไว้ให้อยู่ในเกณฑ์ประหยัดพลังงาน โดยคิดกับค่าใช้จ่ายที่เสียไป และปรับปรุงให้ดีขึ้นเพื่อความสะดวกสบายของผู้ใช้งาน และเกิดประสิทธิภาพ การติดตั้งแนวทางการรวบรวมระบบควบคุมไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก โดยเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการการออกแบบระบบไฟฟ้า การควบคุมโดยตรงและ การจัดการการใช้พลังงานนั้น เป็นสิ่งที่เป็นไปได้มากที่สุดที่จะสามารถทำให้การจัดการพลังงานเกิดประสิทธิผลสูงสุด

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Fifty Percent Energy Savings” [4] เป็นบทความของ Francis rubinstein เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การประหยัดพลังงานได้ 50% ด้วยระบบควบคุมไฟฟ้าอัตโนมัติ โดยตัวแปรสำคัญคือ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นั้นถูกใช้เพื่อให้ประหยัดพลังงาน และลดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบควบคุมแสงสว่าง บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะแทรกแทรกการทำงานของทุกอุปกรณ์ โดยจะทำงานเองเป็นส่วนใหญ่ หลังจากที่เข้าทำงานได้ 9 ครั้ง พบว่า สามารถประหยัดพลังงานไปได้ประมาณ 50% โดยเปรียบเทียบกับการใช้งานที่ผ่านมาอย่างต่อเนื่อง

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Wireless Networked Lighting Systems for Optimizing” [5] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การประหยัดพลังงานที่มีความพึงพอใจของผู้ใช้งานด้วย เป็นบทความที่น่าสนใจมาก เพราะคำนึงถึงการใช้งานที่ประหยัดพลังงานและ ความพึงพอใจในการใช้งานควบคู่กันไปด้วย ในขณะที่ระบบแสงสว่างใหม่ๆ ที่เข้ามาสำหรับคอยกินพื้นที่ภายในสำนักงานนั้น สำนักงานนั้นสามารถได้รับประโยชน์ได้อีกมากมายในการประหยัดพลังงานผ่านตัวควบคุมระบบแสงสว่างที่หลากหลาย ระบบแสงสว่างที่สวยงามที่สร้างความพอใจและความสะดวกสบายจึงถูกมองข้ามไป มากกว่านั้นการเพิ่มกฎหมายอาคารก่อสร้างเข้าไปที่หลังเกี่ยวกับระบบแสงสว่างยุคใหม่ก็ยังคงเป็นการลงทุนที่ไม่น่าสนใจเท่าไรนักหากพูดถึงต้นทุนการเดินสายไฟใหม่ ในปัจจุบันนี้มีการผลักดันด้านการลงทุนที่หลากหลายของตัวตรวจจับที่ไร้สายและตัวกระตุ้นต่างๆ และในหัวข้อการวิจัยนี้ ได้อธิบายถึงระบบเครือข่ายแสงสว่างที่ไร้สายที่จะสามารถมาเติมเต็ม มาตรการของระบบแสงสว่างยุคใหม่ สมัยใหม่ รวมถึงประสิทธิภาพของพลังงาน และความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ความฉลาดของระบบแสงสว่างยุคใหม่นั้น คือการกำหนดควบคุมระบบแสงสว่างอย่างชาญฉลาด โดยการทำให้โปรแกรมเป็นหลักการแบบเชิงเส้น เพื่อที่จะลดการใช้พลังงาน และทำให้ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในเวลาเดียวกัน ฮาร์ดแวร์ของระบบแสงสว่าง ถูกออกแบบด้วยการเพิ่มส่วนเติมแต่งให้น้อยที่สุด และใช้เงินลงทุนอย่างระมัดระวังที่สุดเช่นเดียวกัน และการทำโครงการนี้ให้เสร็จสมบูรณ์นั้นก็พัฒนามาจากบุคลากรที่หลากหลาย และแสดงให้เห็นว่าช่วยการประหยัดพลังงานไปได้เยอะมาก ในขณะเดียวกันนั้นก็เพิ่มความพึงพอใจให้กับผู้ใช้เช่นเดียวกันและการพัฒนาที่มากขึ้นเรื่อยๆ ก็มีผลงานวิจัยที่วิเคราะห์ถึงปัญหาเฉพาะทาง เฉพาะที่ได้แต่ละรูปแบบโดยบทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Lighting systems to save energy in educational classrooms” [6] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานจากระบบแสงสว่างโดยเฉพาะเจาะจงไปที่ห้องเรียนโดยเฉพาะ โดยวิเคราะห์ตามรูปแบบห้องเรียนตามมาตรฐานสากลทั่วไป และการคำนวณโดยพื้นฐาน ในปัจจุบันนั้นภายในอาคารเรียนทั่วไปใช้พลังงานไปกับระบบแสงสว่างไปเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ต้นทุนพลังงานสูงขึ้น แต่ก็พยายามลดการบริโภคของพลังงานแสงสว่างให้ได้ การจะทำสิ่งนี้ได้ต้องมี 3 อย่างนั่นก็คือ การใช้งานอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ เช่น (หลอดไฟ, แผงควบคุม เป็นต้น) การใช้ประโยชน์จากปรับปรุงแสง ที่ดีขึ้น การออกแบบ (การติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง), การปรับปรุงในระบบการควบคุม เพื่อหลีกเลี่ยงการ สูญเสียพลังงาน ในในช่วงเวลาที่ไมใช้งานและ เวลากลางวัน โดยการควบคุมแสงในลักษณะที่วาระดับความสว่างของแสงจะจับคู่อย่างถูกต้อง เพื่อที่จะช่วยให้ ประหยัดค่าใช้จ่ายพลังงานและ การปรับปรุงความสะดวกสบายสำหรับมนุษย์ และมีประสิทธิภาพ แนวคิดการควบคุมแสงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญมากของกระบวนการออกแบบ ขั้นตอนการออกแบบผลงานวิจัยนี้อธิบายวิธีการควบคุมระบบไฟฟ้าสองวิธี แต่แนวความคิดเดียวกันและที่แตกต่างกันคือองค์ประกอบสำหรับระบบไฟฟ้าได้ออกแบบมาทดสอบ 2 ระบบใน 2 ห้องเรียนในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัย

โรม ซาเพียนซ่าการติดตั้งจะทำตามโครงการวิจัยเกี่ยวกับ การประเมิน ผลกระทบของ ระบบการควบคุมแสงใน การใช้พลังงานไฟฟ้า และความรับผิดชอบต่อพลังงาน ผลลัพธ์ที่ได้เป็นประโยชน์มาก ในการเปรียบเทียบการควบคุมที่แตกต่างกันสอง วิธีการ (การสวิตชิง และ การหรี่) และทั้งสองชนิดที่ แตกต่างกัน (ทั้งการอ็อปเกรดโคมไฟ และไม่อ็อปเกรด) เพื่อการวิเคราะห์ ความต้องการใช้พลังงาน และ ความสะดวกสบาย สองเทคโนโลยีการควบคุมที่แตกต่างกันเมื่อเทียบกับห้องเรียนที่สามโดยไม่มีการ ควบคุมระบบควบคุมอัจฉริยะใช้เป็น ข้อมูลอ้างอิงสำหรับการประเมินผล

หลังจากมีการวิจัย ทดลอง วิเคราะห์การประหยัดพลังงานในห้องเรียน ที่ซึ่งใช้ พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเป็นส่วนใหญ่ ก็ได้มีการทดลองวิเคราะห์ในส่วนพื้นที่อื่น โดยหัวข้อต่อไปเป็น พื้นที่ในสำนักงานภายในอาคาร มีบทความที่มีชื่อว่า “An Energy-Saving Office Lighting Control System” [7] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การประหยัดพลังงานภายในสำนักงาน สำหรับการอนุรักษ์ พลังงานแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน เราได้ทำการพัฒนาระบบควบคุมเพื่อการประหยัดพลังงาน แสงสว่าง โดยการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประมวลผลเข้ากับระบบควบคุมแสงสว่าง โดยระบบ ของเราจะทำการควบคุมความสว่างโคมไฟ ซึ่งขึ้นอยู่กับการอยู่หรือไม่อยู่ของพนักงานในชั้น โดยวิธีการ นี้ได้ถูกนำไปใช้จริงในอาคารสำนักงาน และสามารถยืนยันได้ว่าสามารถลดการใช้พลังงานประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ของพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Energy Saving of Large-Scale High-Intensity-Discharge Lamp Lighting Networks Using a Central Reactive Power Control System” [8] บทความนี้เป็นการสรุปผลการทดสอบ เกี่ยวกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างขนาดใหญ่ ซึ่งใช้ หลอดความดันไอสูง(หลอด HID) โดยการศึกษาจะมุ่งเน้นไปที่การประหยัดพลังงาน ประสิทธิภาพ ของพลังงาน และคุณสมบัติการหรี่ของบัลลาสต์แกนเหล็กที่ใช้ในการขับหลอดความดันไอสูง ที่เหมาะ สำหรับการนำไปใช้ในโครงข่ายสาธารณะ หน่วยกลางการประมวลผลสามารถเปลี่ยนการจ่ายแรงดันที่ คงที่ที่ 220 V เป็นการปรับระดับแรงดันตั้งแต่ 220 V – 170 V เพื่อที่จะใช้ในการควบคุมโครงข่าย ระบบไฟฟ้าแสงขนาดใหญ่ หน่วยควบคุมความสว่างของแสงสว่างแบบอิสระถูกนำมาใช้กับผู้ใช้งาน พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่มีความต้องการในช่วงเวลาและสถานที่ที่แตกต่างกัน เพื่อเป็นการรักษา ระดับพลังงาน คุณลักษณะของหลอดภายใต้การควบคุมดันแรงดันที่เต็มพิกัด และลดแรงดันลง สำหรับหลอดความดันไอสูง ทั้ง 6 ชนิด สามารถทำการวัดได้ โดยโครงข่ายของบัลลาสต์หลอดไฟ ขนาดใหญ่ได้รับการติดตั้ง และปรับแสงสว่างของหลอดไฟด้วยหน่วยควบคุมการประหยัดพลังงาน เพื่อกำกำลังไฟฟ้าถึงพิกัดที่ 13.2 kVA ต่อเฟส กระแสไหลสูงสุดในการทดสอบถูกตั้งค่าให้มีค่า 40 kVA ต่อเฟส ค่าความสูญเสียภายในหน่วยควบคุมการประหยัดพลังงานของหลอดแต่ละหลอดโดยวัด ได้ที่ความต่างของระดับแรงดัน นอกจากนี้ยังพบว่าหน่วยการประหยัดพลังงานสามารถลดการใช้ พลังงานโดยรวมของระบบได้อย่างน้อย 40 % โดยไม่ทำให้เกิดการกะพริบของหลอดไฟ ในการ ควบคุมระดับแรงดันพบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงของที่เห็นได้ชัดเจนอุณหภูมิ ค่ากำไฟฟ้าของหลอด และความสว่างที่ออกมาลดลงเป็นเชิงเส้นเมื่อเทียบกับระดับแรงดันที่ 170 V- 220 V และการสูญเสีย ของหน่วยควบคุมการประหยัดพลังงานมีค่าน้อยกว่า 2.4 % ของการทดสอบที่หลอดสูงสุด สำหรับ โครงข่ายระบบแสงสว่างขนาดใหญ่นี้สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 25% -35 % ของการประหยัด พลังงาน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในระบบแสงสว่างในที่สาธารณะขนาดใหญ่ขนาดใหญ่ได้

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Matrix Converter Applied to Energy Saving for Street Lighting Systems” [9] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับงานชิ้นนี้นำเสนอ AC-AC

คอนเวอร์เตอร์ สามเฟส ด้วยระบบควบคุมเฟสที่เป็นอิสระ บนพื้นฐานของโครงสร้างเมตริกซ์-คอนเวอร์เตอร์ โดยคอนเวอร์เตอร์นี้จะถูกนำไปใช้เพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างสาธารณะ โดยการควบคุมแรงดันที่ใช้ในการจ่ายให้กับหลอดไฟ ซึ่งคอนเวอร์เตอร์ที่ผ่านการพัฒนาแล้วนั้น จะแสดงให้เห็นถึงการปรับปรุงเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบแบบดั้งเดิม ซึ่งก็คือหม้อแปลงอัตโนมัติ โดยจะพบว่าสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายของระบบและยังเป็นการเพิ่มอายุการใช้งานหลอดไฟอีกด้วย

ระบบปรับอากาศ (Chiller system) คือระบบทำความเย็น ในพื้นที่ใช้งานนั้นๆ โดยในระบบปรับอากาศ หรือระบบทำความเย็นนั้น มีอุปกรณ์ที่ค่อนข้างซับซ้อน และมีรูปแบบที่หลากหลาย ซึ่งแล้วแต่การติดตั้งสำหรับงานแต่ละที่ ซึ่งมีความแตกต่างในพื้นที่การใช้งานที่ต่างหาก ทำให้ระบบปรับอากาศมีการออกแบบมาอย่างหลากหลาย และซับซ้อน ระบบปรับอากาศนั้นมีความยุ่งยากในการติดตั้ง รวมถึงการซ่อมบำรุงรักษา ล้างทำความสะอาด ต่างต้องใช้เวลาและใช้ความละเอียดลออในการปฏิบัติ ส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ส่วนประกอบหลักของระบบปรับอากาศหรือระบบทำความเย็นนั้น มีอยู่ ... ส่วนคือ ส่วนทำความเย็น ทำความร้อน คอมเพรสเซอร์ควบคุมการทำงาน ระบบทำความเย็นนั้นเป็นระบบที่ติดตั้งเพื่อความสะอาดสบายในการอยู่พักอาศัย การทำงานภายในอาคาร สมัยก่อนนั้นยังไม่มีระบบทำความเย็นภายในอาคาร มากเท่าไรนัก แต่ในปัจจุบัน ในแทบทุกอาคารมีการติดตั้งระบบทำความเย็นหมด ยิ่งประเทศในแถบเขตร้อนนั้น รวมถึงประเทศไทยเรามีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนเป็นปกติ ทำให้การก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน จึงมีการติดตั้งระบบทำความเย็นทุกอาคาร เพื่ออำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน

อย่างไรก็ตามบนความสะดวกสบายที่ระบบทำความเย็นสร้างมานั้น ย่อมมีผลเสียมีตามมาก็คือ ค่าไฟฟ้าที่สูงมาก โดยในระบบภายในอาคารนั้น ค่าไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละเดือนจากผลสำรวจบอกว่า ร้อยละ 50 ของค่าไฟฟ้านั้นมาจากระบบปรับอากาศ หรือมาจากเครื่องปรับอากาศนั่นเอง โดยเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องนั้นกินพลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังสร้างสารเคมีปล่อยออกสู่บรรยากาศ ซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย ระบบปรับอากาศจึงเป็นตัวแปรสำคัญ ที่จะเป็นตัววัดว่า การใช้พลังงานนั้นเป็นไปอย่างอนุรักษ์ หรือ ใช้อย่างสิ้นเปลือง ระบบปรับอากาศนั้นก็เช่นเดียวกับระบบแสงสว่าง กล่าวคือในปัจจุบันนี้ ระบบปรับอากาศได้มีการพัฒนาไปมากเช่นเดียวกัน ทั้งการให้ความเย็นที่คงที่มากขึ้น ประสิทธิภาพสูงขึ้น คอมเพรสเซอร์ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพกินพลังงานไฟฟ้าน้อยลง แต่ในความเป็นจริงนั้น ระบบปรับอากาศส่วนใหญ่ยังมีปัญหาที่อาจเกิดจากการติดตั้ง อายุการใช้งาน หรือสภาพแวดล้อม ทำให้การใช้งานของเครื่องปรับอากาศจำเป็นต้องทำงานหนักขึ้น ทำให้ยังต้องการพลังงานไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ถ้าหากมีการแก้ไขหรือการติดตั้งระบบปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมานานแล้วในปัจจุบัน เช่น ระบบปรับอากาศชนิด AHU ระบบปรับอากาศชนิด Chiller ที่ใช้งานมานานจะสามารถประหยัดพลังงานไปได้เยอะมาก แต่ในปัจจุบันนั้น การรีไซเคิลระบบปรับอากาศแล้วติดตั้งใหม่ทั้งชนิด AHU และ Chiller นั้น เป็นไปได้ยาก เพราะมีความซับซ้อนในการติดตั้งเป็นอย่างมาก และค่าใช้จ่ายสูงมาก ในปัจจุบันจึงมักแก้ไขโดยการปิดการใช้งานระบบปรับอากาศชนิด AHU และ Chiller ไป และติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนแทน (Split type) ซึ่งการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น อาจจะมีค่าใช้จ่ายไม่สูงมากนัก แต่การต้องการพลังงานไฟฟ้านั้นสูงกว่าหากเทียบกับการใช้ระบบปรับอากาศแบบ Chiller และ AHU การแก้ปัญหาด้วยวิธีนี้จึงเป็นการแก้ปัญหาได้อย่างไม่ตรงจุดเท่าไรนัก หากคำนวณถึงระยะเวลาการใช้งานที่ยาวนาน

ในปัจจุบันนี้มีแนวทางการจัดการระบบปรับอากาศอยู่มากมาย มีหลากหลายรูปแบบทั้งในส่วนของทวีปเอเชียโซนเส้นศูนย์สูตรที่มีสภาพอากาศร้อน ทวีปยุโรป หรือทวีปอเมริกา ซึ่งแนวทางการจัดการนั้นต้องนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับแต่ละภูมิภาคอย่างเหมาะสม ชื่อผลงานวิจัยว่า “Energy Saving Analysis by the Video Behavior in Building Air-Conditioning System” [10] โดยบทความนี้ได้กล่าวถึงในการพัฒนาเทคโนโลยีการวิเคราะห์ด้วยระบบวีดีโอ ซึ่งสามารถเข้าถึงพื้นที่ที่ทำการศึกษได้จากหน้าจอวีดีโอ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเข้าถึงข้อมูลและการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ เพื่อความเป็นไปได้ในการเพิ่มหรือลดจำนวนของบุคคลากรในการตรวจสอบพื้นที่ ในการปรับตั้งค่าเครื่องปรับอากาศ โดยในส่วนของระบบเครื่องปรับอากาศจะต้องรองรับได้ทั้งในเรื่องความสะดวกสบายและผลต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งมีผลต่อการประหยัดพลังงาน โดยในบทความฉบับนี้ได้เสนอแนวความคิดเพื่อตรวจสอบการใช้งานของระบบปรับอากาศ เพื่อปรับการทำงานของเครื่องปรับอากาศตามภาระการใช้งานจริงเทียบกับเวลา และกล่าวถึงขั้นตอนในการวิเคราะห์ของระบบวิเคราะห์ด้วยระบบวีดีโอ ในการเข้าถึงระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “The Research on Technology of Periodic Stopping of Central Air Conditioning Based on Modelling and Simulation of Demand Response” [11] เป็นบทความของ เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิจัยที่ผ่านมาในช่วงหลายปีที่ผ่านมาความต้องการทางไฟฟ้ามีความต้องการเยอะขึ้นมาก และมากขึ้นเรื่อยๆ อย่างจริงจัง โดยเฉพาะในช่วงเวลาของหน้าร้อนนั้น การใช้โหลดพุ่งสูงขึ้นมากๆ การเพิ่มขึ้นที่มากมายนี้มาจากสาเหตุหลักก็คือการใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งเครื่องปรับอากาศนั้นเป็นสาเหตุหลักในการทำให้การใช้โหลดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการทำวิจัยการ ค้นคว้า เกี่ยวกับการทำอะไรที่จะสามารถลดการใช้โหลดเครื่องปรับอากาศส่วนกลางลงอย่างสมเหตุสมผล และมีประสิทธิภาพ มีวิธีสามวิธีหลักๆที่จะตรวจวัดเพื่อที่จะใช้วัดโหลด ขั้นแรกการทำให้อุปกรณ์ภายในในระบบเครื่องปรับอากาศดีขึ้นซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น วิธีต่อมาคือการใช้ตัวเก็บความเย็น เพื่อจะสามารถลดความต้องการการใช้พลังงานได้ วิธีที่สามคือ ต้องมีอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่สามารถหยุดการทำงานของระบบปรับอากาศส่วนกลางไปได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง จากการทดลองทำดูแล้วจะเห็นว่าวิธีที่ 1 และ 2 นั้นไม่สามารถทำให้เป็นผลสำเร็จได้ เพราะว่า การลงทุนที่เยอะเกินไปกับอุปกรณ์ และ การคืนทุนนั้นใช้เวลานาน แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาแนวทางการติดตั้ง เพราะวาระบบและการยืดหยุ่น ผลงานวิจัยนี้ออกแบบการทดลองของช่วงการหยุดทำงานของระบบปรับอากาศส่วนกลางในอาคารสำนักงาน และหน่วยงานภาครัฐกิจการจัดตั้งระบบการวิจัยที่จะสามารถตั้งคำถามรวมถึงการคาดเดา พยากรณ์การใช้โหลดของระบบปรับอากาศ การรวมกลุ่มระบบปรับอากาศ และการหยุดการใช้งานช่วงที่ว่าง ไม่ได้ใช้งาน การควบคุมรูปแบบการใช้งานของระบบปรับอากาศ ซึ่งสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝั่งความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าและกำลังการผลิตของไฟฟ้า และระบบปฏิบัติการของระบบบนการใช้งานของผู้ใช้ที่ถูกออกแบบมา ดังนั้นการวิเคราะห์และความเป็นที่ส่งผลต่อคุณภาพการผลิตน้ำหล่อเย็น ผลกระทบจากการลดโหลดที่ใช้งาน สุดท้ายการจำลองการทดลองแผนการและการอภิปรายผลการทดลองนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญ

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “DEVELOPMENT OF AIR-CONDITIONING CONTROL ALGORITHM FOR BUILDING ENERGY-SAVING” [12] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับในอาคารสำนักงาน สิ่งที่มีมักมีความต้องการก็คือห้องควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้คนทำงานใน

สำนักงานมีความรู้สึกสะดวกสบายในการปฏิบัติงาน ในขณะที่การประหยัดพลังงานบางครั้งอาจขัดแย้งกับความสะดวกสบาย ดังนั้นเพื่อที่จะลดการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองโดยไม่คำนึงถึงความสะดวกสบาย โดยมีแนวคิดพื้นฐานคือ ในการตั้งค่าอุณหภูมิห้องควรมีการเปลี่ยนแปลงแบบไดนามิก เพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายในห้องที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในบทความฉบับนี้แสดงให้เห็นว่าดัชนีความสะดวกสบาย (PMV) มีประโยชน์สำหรับระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ โดยมุ่งเป้าไปทั้งในเรื่องการประหยัดพลังงาน และความสะดวกสบาย

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “The Energy Saving Control of Air Condition System in Intelligent Building” [13] เป็นบทความของ Liu Zuojun เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานโดยใช้ระบบปรับอากาศแบบ VAV (Variable Air Volume) ระบบนี้เป็นระบบก่อสร้างที่ฉลาดและทันสมัย และระบบนี้จะสามารถนำไปถึงการควบคุมพลังงานอย่างมีคุณภาพ โดยการสร้างประโยชน์อันสูงสุด ระหว่างการหล่อเย็น ระบบจะไม่ทำงาน ช่วงเวลาที่ควบคุมการทำงาน ปริมาณของอากาศจะถูกตัดคืนโดยการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และการปิดการทำงานเมื่อระบบไม่มีความจำเป็น

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Energy saving analysis of Air-conditioning system of an existing office buildings in Shanghai” [14] เป็นบทความของ Han Xing ของมหาวิทยาลัยเซี่ยงไฮ้ เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเก็บผลการทดลองก่อนและหลังมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ ภายในอาคาร 10 อาคารในฮ่องกง เนื่องจากในปัจจุบันปัญหาของอาคารสำนักงานที่มีอยู่ ส่วนใหญ่ใช้งานแหล่งจ่ายอากาศแบบบีม ซึ่งวิธีการรับมืออันนั้นคือการเอาบีมไปแก้ปัญหา เช่น การเปลี่ยนหน่วยส่วนแหล่งจ่ายปัจจุบันไปเป็นแหล่งจ่ายอากาศแบบใหม่ เป็นแบบความร้อน และบีมแบบสามารถปรับความถี่ได้ มาถึงกรณีนี้เป็นกรณีศึกษา จากผลการสำรวจของคุณหล่า และ ชาน แสดงให้เห็นว่าในปัจจุบันนั้น ระบบปรับอากาศแบบ HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning) เป็นระบบที่ใหญ่ที่สุดแล้วในความต้องการของผู้บริโภค สามารถวัดได้ว่าใช้พลังงานไป 40-60% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร ในขณะที่ระบบแสงสว่างนั้นนับได้ประมาณ 20-30% หลังจากที่มีการลงทุนทางด้านพลังงานไป 10 อาคารในฮ่องกง พบว่ามีความต้องการพลังงานจาก 233 เป็น 368 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร โดยที่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 292 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตร โดยที่แต่ละส่วนของระบบไฟฟ้าได้ใช้พลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ได้ใช้ไปได้ดังนี้ 1.ระบบปรับอากาศแบบ HVAC ใช้พลังงานคิดเป็น 40.1-50.7% 2.ระบบแสงสว่าง ใช้พลังงานไฟฟ้าไปคิดเป็น 22.1-29% 3.อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ใช้ไป 16.6-32.9% และ 4.ระบบลิฟต์ใช้พลังงานไฟฟ้าไป 2.2-5.3% จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นว่าข้อมูลการใช้เพียงอย่างเดียวแต่ขาดข้อมูลของประสิทธิภาพของอุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาการใช้งานพลังงานภายในอาคาร โดยส่วนใหญ่ อุปกรณ์ที่ใช้อยู่ในทุกวันนี้ได้ปรับเปลี่ยนเพื่อให้เข้ากับอาคารเหล่านี้ โดยใช้กับระบบแสงสว่างและลิฟต์เป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่ระบบกระแสสลับเป็นระบบพลังงานที่ใช้งานอยู่ใหญ่ที่สุด การแก้ไขปัญหาคือการเอา

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Energy Saving Conception of Smart Grid Focusing on Air-Conditioning Energy Management System” [15] เป็นบทความที่อธิบายถึงหลักการของระบบปรับอากาศระบบเครื่องปรับอากาศ (AC) คือหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สำคัญที่สุดในระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ทั้งในอาคารที่พักอาศัยและอาคารเชิงพาณิชย์ จึงมีแนวคิดที่สำคัญที่สุดในการนำระบบสมาร์ตกริดมาใช้ให้เกิดผลสำเร็จ ซึ่งหมายถึงการประหยัดพลังงาน การลด

ค่าใช้จ่ายของผู้บริโภค และการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้า บทความฉบับนี้ จึงได้นำเสนอระบบบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศภายในอาคาร โดยใช้การควบคุมแบบอัจฉริยะด้วยวิธีการ Master-Slaves โดยนำเสนอการออกแบบระบบการควบคุม การจำลองระบบการควบคุม และการทดสอบระบบจริง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์จริงภายในอาคารสำนักงาน โดยการทดสอบระบบควบคุมได้ถูกนำมาใช้ และทดสอบจริงกับสถานการณ์ที่หลากหลาย บนพื้นฐานตารางเวลาปฏิบัติงานจริงสำนักงาน โดยระบบการควบคุมที่นำเสนอ นำไปสู่การประหยัดพลังงาน 40-60% ของพลังงานที่สูญเสียภายในหน่วยงานที่ทดสอบ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าการออกแบบสร้างสามารถนำไปใช้ในอาคารพาณิชย์หรือที่อยู่อาศัยอื่นๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงระบบทั้งหมดเพียงเล็กน้อย

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Energy Saving Analysis by the Video Behavior in Building Air-Conditioning System” [16] เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีการวิเคราะห์การทำงานโดยใช้ระบบตรวจจับภาพจริง (วีดีโอ) จะสามารถเข้าถึงได้จากหน้าจอวีดีโอ โดยอ้างอิงตามพื้นที่ที่ทำการศึกษา ทำการทดลองจริง เพื่อทราบถึงข้อมูลและการเปลี่ยนแปลงของพลังงานที่ใช้ในการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศตามที่เป็นอยู่ ซึ่งในการใช้เทคโนโลยีระบบตรวจจับภาพจริง (วีดีโอ) จะสามารถตรวจสอบการเพิ่มหรือลดของจำนวนบุคคลในพื้นที่ได้ เพื่อที่จะทำการปรับการทำงานของระบบของเครื่องปรับอากาศให้มีความเหมาะสม ก่อให้เกิดความสะดวกรบาย และประหยัดพลังงาน ในบทความฉบับนี้จึงได้นำเสนอแนวความคิดของวิธีการตรวจสอบการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศเพื่อปรับค่าการทำงานตามช่วงเวลาของโหลดที่เกิดขึ้นจริงเทียบกับเวลา และกล่าวถึงการทำงานของกระบวนการวิเคราะห์การทำงานโดยใช้ระบบตรวจจับภาพจริง (วีดีโอ) ให้บรรลุผลในการควบคุมระบบเครื่องปรับอากาศ ประโยชน์ที่ได้จากการปรับปรุงระบบปรับอากาศนั้นขึ้นอยู่กับจำนวนคนที่มีความถี่กรรมช่วยกันลดการใช้งาน เพราะว่าจำนวนคนจะทำให้การเปลี่ยนแปลง และเพื่อที่จะหลีกเลี่ยงการผันผวนของอุณหภูมิครั้งใหญ่ในอากาศ ความต้องการของอากาศบริสุทธิ์ ขึ้นอยู่กับจำนวนของคนที่จะทำให้แน่ใจว่าอากาศบริสุทธิ์นั้นมีความจำเป็น และมีความประหยัดพลังงาน ในขณะที่ระบบปรับอากาศกำลังทำงานอยู่ ส่วนข้อเสียของการปรับเปลี่ยนระบบปรับอากาศโหลดเกี่ยวกับจำนวนคนเช่นเดียวกัน ความแม่นยำของสถิติผู้ใช้ในวีดีโอนั้น สามารถนำมาวิเคราะห์ คาดเดาผลการวิจัยได้ รูปแบบซอฟต์แวร์และการพัฒนาที่ใช้ในอาคารนั้น เป็นระบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นพื้นฐานของจำนวนผู้ใช้จริงๆ ที่ควบคุมระบบปรับอากาศ มีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงให้เหมาะสม และยืนยันว่ามีความเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้จริง ระบบควบคุมโหลด จะทำการเก็บผลจำนวนผู้ใช้บริการในพื้นที่ที่ควบคุม สำหรับการปฏิบัติการขั้นแรกของระบบปรับอากาศ และการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคาร ถึงแม้ว่าจะมีประโยชน์หรือการใช้งานที่จำเป็นก็ตาม

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “SEAWATER AIR CONDITIONING (SWAC) A RENEWABLE ENERGY ALTERNATIVE” [17] เป็นบทความของ เป็นผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวความคิดของเครื่องปรับอากาศโดยใช้น้ำทะเล (SWAC) เป็นความคิดที่เกิดขึ้นครั้งแรกโดย National Energy Laboratory of Hawaii Authority ( NELHA ) บริเวณ Keahole บนเกาะฮาวาย ในปี 1983 NELHA เป็นสถานที่แรกในประเทศสหรัฐอเมริกาที่ประสบความสำเร็จในการใช้ท่อน้ำทะเลลงไปในทะเลลึกเพื่อนำน้ำทะเลที่มีความเย็นขึ้นฝั่ง เพื่อทำการวิจัย พลังงานทางเลือกและได้รับการพัฒนา ในปี 1981 โดยวัตถุประสงค์หลัก ณ ขณะนั้น คือ การสนับสนุนความก้าวหน้าทาง

เทคโนโลยีของ Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) จากการศึกษาทำให้ทราบทันทีว่าการใช้ประโยชน์จากน้ำเย็นในทะเลลึกเป็นทรัพยากรหลักสำหรับเครื่องปรับอากาศ จะมีประโยชน์และช่วยลดค่าใช้จ่าย เมื่อเทียบกับระบบเครื่องปรับอากาศแบบดั้งเดิม เครื่องปรับอากาศตามมาตรฐานโดยทั่วไปจะใช้สารทำความเย็น (ชนิด CFC และ HCFC's) เป็นตัวหลักในการทำให้เกิดความเย็นบริเวณพื้นที่สำหรับพื้นที่ทำความเย็น SWAS จึงลดการใช้ปริมาณของสารทำความเย็น และแทนที่การใช้น้ำทะเลเย็นเป็นตัวหลักตามหลักการของอุณหพลศาสตร์ ทางเลือกนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์จากทะเลสาบน้ำเย็น หรือน้ำจากแม่น้ำ มหาวิทยาลัยคอร์เนล และ มัธยมอริกา ในนิวยอร์ก ใช้น้ำเย็นจากทะเลสาบ Cayuga กับระบบเครื่องปรับอากาศในวิทยาเขตของพวกเขา เครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ที่มีในเมืองโตรอนโต ประเทศแคนาดา ทุกวันนี้ เริ่มมีการใช้น้ำจืดเย็นจากทะเลสาบ Ontario ในกรณีนี้ กระบวนการจะถูกเรียกว่า "Lake Source Cooling (LSC)" หรือ "Deep Lake Water Cooling (DWLC)" บางส่วนของอาคารที่มีชื่อเสียงมากที่สุดในกรุงปารีส ประเทศฝรั่งเศส มีเครื่องปรับอากาศ และควบคุมอุณหภูมิโดยใช้น้ำจาก แม่น้ำ seine, การประยุกต์ใช้น้ำทะเลที่ใหญ่ที่สุดของ SWAC สำหรับเครื่องปรับอากาศและควบคุมอุณหภูมิ ถูกใช้กับอาคารส่วนใหญ่ ในสตอกโฮล์ม ประเทศสวีเดน ความต้องการหลักของ SWAC คือ สามารถลดความต้องการทางไฟฟ้าได้ 75-85 % (0.7 กิโลวัตต์/ตัน) ลดการใช้สารทำความเย็นซึ่งผลิตได้กระบวนการทางปิโตรเลียมอย่างสิ้นเชิง ยกเลิกการใช้ระบบซิลเลอร์และคูลิ่งทาวเวอร์ เพื่อให้ได้ผลตอบแทนจากการลงทุนที่รวดเร็วขึ้น (ปกติ 6-8 ปี) และสามารถนำไปปรับใช้กับระบบเครื่องทำความเย็นที่มีอยู่ได้อย่างง่ายดาย ซึ่งในปัจจุบันมักมีใช้ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่และโรงแรม เป็นต้น โคนแนวคิดพื้นฐานคือการก่อสร้างท่อส่งน้ำจากทะเลลึก หรือทะเลสาบ และสถานีสูบน้ำ เมื่อน้ำเย็นถูกสูบจะผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อดูดซับความร้อนบางส่วนที่เกิดขึ้น น้ำที่เหลือจากกระบวนการทำความเย็นจะถูกส่งกลับไปพื้นที่ที่มันมา (มหาสมุทร, ทะเลสาบ และแม่น้ำ) หรือ ภายใต้อิฐของบางประการอาจสามารถนำกลับมาใช้ได้อีกครั้งหนึ่ง

ระบบไฟฟ้า (Electrical system) คือ หมายถึงลักษณะการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ตามประเภทการใช้งาน โดยส่งจากสถานีไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงสูง สถานีไฟฟ้าย่อย หม้อแปลงแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลง ไปยังบ้านพักอาศัย สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟฟ้า (ซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดอลูมิเนียมจำนวนมาก) มาจนกระทั่งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าได้ผ่านมาตามสายไฟฟ้าในระยะทางไกล จะทำให้มีการสูญเสียแรงดันไฟฟ้าส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าก็จะต้องลดแรงดันไฟฟ้าลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้พอเหมาะ แล้วก็จะส่งตามสายไฟฟ้ามายังหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้นๆ เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งก่อนส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ในอาคารบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่งสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้งซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฯส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปเรียกว่าระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกัน ในการใช้งานนั้นการไฟฟ้าฯจะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะใช้ระบบใดโดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน

ระบบไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ระบบ ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้า 1 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายไฟฟ้าจำนวน 2 เส้น เส้นที่มีไฟเรียกว่าสายไฟหรือสายเฟส หรือสายไลน์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร L (Line) เส้นที่ไม่มีไฟเรียกว่าสายนิวทรัลหรือสายศูนย์ เขียนแทนด้วยตัวอักษร N (Neutral) ทดสอบได้โดยใช้ไขควงวัดไฟ เมื่อใช้ไขควงวัดไฟแตะสายเฟส หรือสายไฟ หรือสายไลน์ หลอดไฟเรืองแสงที่อยู่ภายในไขควงจะติด สำหรับสายนิวทรัลหรือสายศูนย์ จะไม่ติด แรงดันไฟฟ้าที่ใช้มีขนาด 220 โวลต์ (Volt) ใช้สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไปที่มีการใช้ไฟฟ้าไม่มากนัก

2. ระบบไฟฟ้า 3 เฟส คือระบบไฟฟ้าที่มีสายเส้นไฟจำนวน 3 เส้น และสายนิวทรัล 1 เส้น จึงมีสายรวม 4 เส้น ระบบไฟฟ้า 3 เฟส สามารถต่อใช้งานเป็นระบบไฟฟ้า 1 เฟส ได้ โดยการต่อจากเฟสใดเฟสหนึ่งและสายนิวทรัลอีกเส้นหนึ่ง แรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสเส้นใดเส้นหนึ่งกับสายนิวทรัลมีค่า 220 โวลต์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายเฟสด้วยกันมีค่า 380 โวลต์ ระบบนี้จึงเรียกว่าระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 220/380 โวลต์ ระบบนี้มีข้อดีคือสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าระบบ 1 เฟส ถึง 3 เท่า จึงเหมาะสมกับสถานที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้ามากๆ เช่น อาคารพาณิชย์ โรงงานอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เป็นต้น

ระบบไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้นหากใช้งานไปเรื่อยๆ เป็นเวลานานก็อาจจะทำให้อุปกรณ์หรือวงจรชำรุดเสียหายเองได้อาจจะเกิดเพราะอายุการใช้งานถึงขีดจำกัด ถ้าหากไม่มีการบำรุงรักษาหรือตรวจสอบการเกิดอันตรายจากผู้ใช้งานได้ มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัย คงทนถาวร และเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบให้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้า มีมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานจากต่างประเทศที่ประเทศไทยนำมายึดถือ เช่น National Electric Code (NEC) American National Standard Institute (ANSI) International Electrotechnical Commission (IEC) เป็นต้น และหน่วยงานที่รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ คือ สำนักผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่รู้จักกันในชื่อ มอก.

ในปัจจุบันนี้มีแนวทางการจัดการความปลอดภัยของระบบไฟฟ้ามากมาย มีหลากหลายรูปแบบทั้งอ้างอิงถึงมาตรฐานการใช้ กฎหมาย กฎกระทรวงต่างๆ ซึ่งบางครั้งการที่เราสามารถจะดูเพื่อตรวจสอบได้นั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นผลงานวิจัยต่างๆจึงมีความสำคัญในการเอาเป็นแนวทาง โดยมีผลงานวิจัยอยู่มากมายที่รวบรวมมาตรฐานความปลอดภัยทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องเอาไว้ โดยงานวิจัยแรก ชื่อผลงานวิจัยว่า “ELECTRICAL SYSTEM DESIGN TECHNIQUES TO IMPROVE ELECTRICAL SAFETY” [18] โดยในบทความได้อธิบายว่า ในปัจจุบันยังไม่มีเผยแพร่มาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในเรื่องการติดต่อสื่อสารที่มีประสิทธิภาพบนแนวความคิด “การออกแบบเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้า” The National Fire Protection Association's, (NFPA 70 & NFPA 70E, American National Standards Institute's (ANSI C2) และ similar standards by Nationally และ Internationally recognized standards developing entities ได้วางกำหนดพื้นฐานในการออกแบบระบบไฟฟ้าของผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าและผู้ผลิต ในเรื่องของการทำงาน การปฏิบัติงาน และความเหมาะสมในเรื่องของความปลอดภัยในการติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่จำเป็นต้องรวบรวมไว้ในที่เดียวกัน เทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ผ่านมา

จะได้รับการเผยแพร่ในวารสาร IEEE และในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากที่ต้องให้ความรู้แก่วิศวกรไฟฟ้า ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ และผู้ควบคุมโครงการการก่อสร้าง เกี่ยวกับตัวเลือกในการปรับปรุงความปลอดภัย ขณะที่แบบของระบบไฟฟ้าที่ทำการออกแบบยังคงทำอยู่บนกระดาษ คณะทำงานชุดใหม่ของ IEEE จึงได้ทำการพัฒนา “IEEE Recommended Practice for Electrical System Design Techniques to Improve Electrical Safety” เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลไว้ด้วยกัน เพื่อเป็นการลดช่องว่างของหลักเกณฑ์ในการปฏิบัติงาน และทำให้การได้รับบาดเจ็บเป็นศูนย์ โดยบุคลากรในคณะทำงานนี้จะให้ข้อมูลความเสียหายของกลุ่มคนที่พบเจอ และการพบความช่วยเหลือที่ตอบความพยายามที่คุ้มค่าครั้งนี้ ในเอกสาร IEEE ฉบับใหม่

ผลงานวิจัยเรื่อง A review on buildings energy consumption information [19] เป็นผลงานวิจัยที่วิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยจากสถิติบอกว่า แลกประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันออกกลาง อเมริกาใต้ และ แอฟริกา มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 3.2% ต่อปีและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนแถบประเทศอเมริกาเหนือ ยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และ นิวซีแลนด์ มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 1.1% ต่อปีและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะเห็นว่าทั่วโลกมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งผลเสียนอกจากการหาแหล่งพลังงานทดแทนได้ยากมากแล้วนั้น การใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้นเรื่อยๆก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดปรากฏการณ์แก๊สเรือนกระจกทำให้โลกร้อน [4] ซึ่งเกิดปัญหาตามมาอีกด้วย ซึ่งทางแก้หนึ่งก็คือต้องหาวิธีการใช้พลังงานลง โดยการออกแบบสิ่งของ อุปกรณ์ หรืออาคารที่จะสามารถใช้พลังงานทดแทน ลดการใช้พลังงานได้ โดยในประเทศไทยได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ด้วย

บทความต่อมาเป็นบทความที่มีชื่อว่า “Energy Efficiency in Electrical Systems” [20] การลดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ และประสบความสำเร็จในการรักษาระดับก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ เป็นวัตถุประสงค์ของกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) ซึ่งมีความต้องการในการลดการใช้พลังงานในโลกร้อยละ 50% ก่อนปี ค.ศ. 2050 เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่อาจร้ายแรงที่สุดจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ โดยการประชุมนี้มีเป้าหมายเพื่อต้องการเปลี่ยนวิธีการใช้พลังงานตั้งแต่การกระบวนการผลิต การส่งจ่าย และการบริโภค ในทุกภาคส่วนของระบบเศรษฐกิจในทุกภูมิภาคของโลก โดยในเรื่องประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้มีการเสนอข้อตกลงให้ลดลงทั้งหมดทั้งในส่วนของผู้บริโภค และในส่วนสาธารณูปโภค ของกระบวนการผลิตในวงการอุตสาหกรรมที่มีการแข่งขันระหว่างประเทศที่เพิ่มขึ้นโดยจะให้ผลประโยชน์ที่ดีแก่ผู้ประกอบการที่สามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานให้ดีขึ้น และสามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ ในขณะที่ความต้องการในการใช้พลังงานทั่วโลกยังมีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง การดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก ซึ่งเทคนิคที่สามารถจัดการพลังงานได้มีมากมายและสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง แต่ในส่วนของผู้บริโภค และในสาธารณูปโภค ที่อยู่ในพื้นที่ห่างไกลอาจจะเกิดความล่าช้าในการได้รับเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบริหารพลังงานให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งประสิทธิภาพการใช้พลังงานภายในอาคาร ในอุปกรณ์ไฟฟ้า และในอุปกรณ์ต่างๆ ก็ยังอยู่ห่างไกลจากการใช้เทคนิคการลดพลังงานนี้ โดยนักวิเคราะห์ด้านพลังงานได้ลดช่องโหว่นี้เพื่อทำให้เกิดประสิทธิภาพตามความหลากหลายทาง

การตลาด และข้อจำกัดทางเทคนิคในองค์กรต่างๆ ซึ่งเทคนิคการประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้านสาธารณูปโภคถือเป็นสิ่งที่สามารถนำมาลดช่องว่างนี้ และมีความสำคัญในการประสบความสำเร็จในเรื่องการประหยัดพลังงานได้ บทความฉบับนี้จึงได้นำเสนอวิธีการบางส่วนของเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานที่ประสบความสำเร็จ และใช้งานกันแพร่หลายทั่วโลก โดยแบ่งออกเป็น 1. มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง (Energy Efficient Motors) 2) Soft starters with energy saver 3) Variable speed drives 4) Energy efficient transformers 5) Electronic ballast 6) Occupancy sensors & Energy efficient lighting controls 7) Energy efficient Lamps. ซึ่งบทความนี้ได้แนะนำกรณีศึกษาของเทคนิคการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ในโรงงานเหล็ก ซึ่งสามารถลดการใช้พลังงานได้ 10-15% ด้วยการใช้อัตอร์แบบแกนคู่ในกระบวนการผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นในการรีด การม้วน และระบบอื่นๆ รวมไปถึงในมอเตอร์บีบลม มอเตอร์ในการระบายน้ำทิ้ง หรือสูบน้ำ โดยมีการนำมาใช้อย่างแพร่หลายในงานอุตสาหกรรม แม้จะมีการใช้งานที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจจะมีข้อยกเว้น ในกรณีที่มอเตอร์ไฟฟ้าในงานนั้นถูกนำมาใช้เป็นต้นกำเนิดของพลังงานกลางงานอุตสาหกรรม ในปีที่ผ่านมาได้มีการศึกษามากมายที่แสดงศักยภาพของประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานจากมอเตอร์ไฟฟ้า และมอเตอร์มีระบบการควบคุมเพื่อความปลอดภัย ซึ่งแสดงให้เห็นถึงระยะเวลาการคืนทุนที่สั้นมาก และมีต้นทุนที่ถูกมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้น ในประเทศอินเดียแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าเกือบทุกที่สร้างขึ้นโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบหมุน และประมาณครึ่งหนึ่งของที่สร้างถูกนำไปใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพในเครื่องจักรกลไฟฟ้าอาจมีผลกระทบอย่างมากเกี่ยวกับการใช้พลังงาน ความท้าทายในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบขับเคลื่อนในเครื่องจักรกลไฟฟ้า ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ 1. การเพิ่มขอบเขตการปรับความเร็วของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยควบคุมต้นทุนทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังและระบบควบคุม 2. การรวมระบบการขับเคลื่อนและการขับโหลดเข้ารวมกันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงสุด 3. การเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกลไฟฟ้า ในระบบแสงสว่างเป็นระบบหนึ่งที่มีขนาดใหญ่ และมีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นต้นกำเนิดในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ขณะเดียวกันก็มีเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในระบบแสงสว่างอยู่มาก และมีเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาสู่ตลาดเสมอ ในปัจจุบันมีหลอดไฟทั่วโลกมากกว่า 33 ล้านหลอดที่ถูกใช้งานเป็นประจำทุกปีมากกว่า 2650 TWh ซึ่งคิดเป็น 19% ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วโลก ซึ่งได้มีการแนะนำผลิตภัณฑ์ทางแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถประหยัดการใช้พลังงาน อีกทั้งให้ความเป็นความเป็นอยู่และสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ดีขึ้น และยังช่วยในการลดการใช้พลังงานของโลก รวมไปถึงลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอีกด้วย

บทความนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์ แยกแยะ การใช้งานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า โดยการไปทดลองในห้องจริง โดยทดลองในอาคารพักอาศัยที่ประเทศจอร์แดน และได้ผลการทดลองมาวิเคราะห์ ชื่อบทความ “Analysis and Evaluation of Electrical Wiring Safety Requirements in Jordanian Residential Buildings” [21] ได้มีการทดลองไว้ว่า บทความนี้ได้แนะนำการศึกษาเกี่ยวกับการติดตั้งระบบไฟฟ้าในที่พักอาศัย และอพาร์ทเมนต์ ทางตอนเหนือของเมืองจอร์แดน โดยแบบสอบถามได้ถูกออกแบบเพื่อหาข้อบกพร่องที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งหมดจากการติดตั้งระบบไฟฟ้า และการตรวจสอบเพื่อความปลอดภัยในบ้านที่พักอาศัย โดยกลุ่มวิศวกรไฟฟ้า ช่างไฟฟ้า และนักศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ได้ทำการแจกแบบสอบถาม และได้ให้คำแนะนำต่างๆ ที่ผู้ทำแบบสอบถามต้องการ ผลจากการศึกษานี้พบว่า บ้านพักส่วนใหญ่ขาดมาตรฐานด้านความ

ปลอดภัยจากระบบไฟฟ้า เนื่องจากมีฐานะที่ยากจน และขาดผู้เชี่ยวชาญในการเดินระบบไฟฟ้า รวมไปถึงขาดการตรวจสอบที่สม่ำเสมอ ซึ่งเป็นผลโดยตรงจากการที่กฎหมายอ่อนแอ ไม่มีการบังคับให้ผู้ที่ใช้งานปฏิบัติตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าทั้งมาตรฐานในประเทศ และต่างประเทศ

บทความต่อมา “EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF ELECTRICAL SAFETY REGULATIONS AND STANDARDS” [22] เป็นบทความที่อธิบายถึงหลักกฎเกณฑ์ของความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าและมาตรฐานต่างๆ บทความฉบับนี้ได้อธิบายเกี่ยวกับโมเดลในการหาค่าประสิทธิภาพการทำงาน โดยการเปลี่ยนแปลงกฎระเบียบ และมาตรฐานด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้าในการปฏิบัติงานเพื่อความปลอดภัย ภายในบริษัทต่างๆ โดยได้รวบรวมกรณีตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นและนำไปใช้ในการเปลี่ยนแปลงมาตรฐาน โดยในบทความฉบับนี้ได้ให้รายละเอียดทั่วไปเกี่ยวกับ วิธีการในการปฏิบัติงานทั่วไป การแบ่งหน้าที่ของผู้ปฏิบัติงานในงานที่หลากหลาย และอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ ในการทำงาน เพื่อให้การปฏิบัติงานสามารถสำเร็จลุล่วงได้ ซึ่งสอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริง และยังเป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับตัวผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์อีกด้วย

บทความต่อเป็นบทความเกี่ยวกับมาตรฐานไฟฟ้าที่ทั่วโลกยอมรับได้ก็คือ มาตรฐาน NFPA 70 E ชื่อบทความว่า “Understanding NFPA 70E Electrical Safety Requirements” [23] ซึ่งมาตรฐานนี้มีกฎระเบียบของ OSHA จำนวนมาก เช่นเดียวกับที่มาตรฐานมิติที่บอกถึงอันตรายของการใช้ไฟฟ้าและการปฏิบัติงานและอุปกรณ์ป้องกันของแต่ละส่วน (PPE) ที่จำเป็นสำหรับการป้องกันของพนักงานภายในองค์กร กว่าที่ผ่านมา 10 ถึง 15 ปีได้รับการแก้ไขอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มมาตรฐานความปลอดภัยด้านไฟฟ้าและกฎระเบียบที่เป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อเพิ่มความรู้ และความเข้าใจในอันตรายจากไฟฟ้าโดยนายจ้าง พนักงาน และผู้ดูแล NFPA 70E-2004 มาตรฐานไฟฟ้าความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน เป็นมาตรฐานมติฐาน ที่ใช้โดย OSHA เพื่อสร้างกฎระเบียบความปลอดภัยไฟฟ้าและ ต้องใช้การวิเคราะห์อันตรายไฟฟ้าจะดำเนินการก่อนที่จะมีพนักงานที่ทำงานหรือใกล้สัมผัสพลังงานไฟฟ้า ตัวนำและชิ้นส่วนวงจรการปฏิบัติงานที่ 50 โวลต์หรือมากกว่า ความต้องการเหล่านี้มีความสำคัญโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีวงจรไม่ได้ถูกวางไว้ในสภาพการทำงานที่ปลอดภัยด้วยระบบไฟฟ้า

บทความต่อไปจะบรรยายถึงความปลอดภัยที่หลากหลาย คนมองข้ามนั่นก็คือ ลิฟต์นั่นเอง ซึ่งลิฟต์ไม่ว่าจะเป็นลิฟต์โดยสารหรือลิฟต์ขนของก็จำเป็นต้องมีการตรวจสอบความปลอดภัยและการตรวจสอบ ชื่อบทความนี้ก็คือ “Development of Elevator Intelligent Safety Control System Based on PLC” [24] ได้บรรยายไว้ว่าในส่วนที่ต้องทำให้แน่ใจว่าลิฟต์นั้นทำงานไปอย่างมีความปลอดภัย ในหัวข้อนั้นได้มีการอภิปรายว่า ลิฟต์ที่มีกระบวนการควบคุมอย่างปลอดภัยนั้น ได้มีการเขียน PLC ไว้ควบคุมแบบอัตโนมัติเพื่อเป็นการแนะนำการใช้งาน การทำงานในส่วนของสนามควบคุมของลิฟต์โดยการใช้ตัวควบคุม PLC นั้น โดยโครงสร้างภายนอกนั้นก็ก็เป็นเทคโนโลยีในส่วนของมอเตอร์ซึ่งเป็นการทำให้กระบวนการมอเตอร์ของลิฟต์สมบูรณ์ ลิฟต์ที่มีความปลอดภัยควบคุมโดยระบบ PLC ซึ่งจะถูกพัฒนาและระบบจะมีความเสถียร และเชื่อถือได้โดยผ่านการทดสอบ ระบบควบคุมความปลอดภัยการดึงลิฟต์ขึ้นนั้นใช้ PLC ในการควบคุม การออกแบบนั้น ออกแบบมาทั้งรูปแบบโครงสร้างส่วนประกอบหรือการควบคุมซอฟต์แวร์ ควรจะทำให้เหมือนกับเป็นการควบคุมระบบความปลอดภัย ในบทความนี้ได้แนะนำการวัดที่จะสามารถปรับปรุงความปลอดภัยของระบบลิฟต์ ซึ่งได้แยกแยะการทำงานออกเป็นแต่ละส่วน ซึ่งสุดท้ายจะถูกควบคุมด้วยการทำงานของ PLC และทำให้แน่ใจการติดต่อสื่อสารนั้นระหว่างคนคุมและตัวถูกควบคุม ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า

ระบบการทำงานความปลอดภัยในการติดตั้งนั้นอยู่ในการทำงานที่ดี ซึ่งประกอบไปด้วยการทำงานด้วยเทคโนโลยีใหม่ๆ พวกเราเชื่อว่าลิฟต์ที่มีความปลอดภัยนั้นมีความสมบูรณ์แบบมากขึ้น และมากขึ้นเรื่อยๆ ทางต่างประเทศได้ตระหนักถึงเรื่องนี้ และมีการสร้างห้องจำลองหรือสถานที่ที่เป็นห้องที่สามารถประหยัดพลังงานได้ นั่นก็คือผลงานการวิจัยห้องสมุดสีเขียว (Green Library) [25] จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และในปัจจุบันนี้ได้มีการทำขึ้นมาแล้วจริง ซึ่งเกิดมาจากการต่อยอดงานวิจัยนั่นเอง โดยโครงการนี้ได้มีการจัดวางต้นไม้ไว้ในห้องสมุดเพื่อเป็นการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย นอกจากนี้ยังมีการติดตั้ง ฉนวนหลังคาเยื่อกระดาษที่มีความหนานถึง 2 นิ้ว เพื่อลดการรั่วไหลของความเย็นภายในอาคาร จุดนี้ช่วยแบ่งเบาภาระของการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ดีมาก การเปลี่ยนมาใช้หลอด T5 ทั้งหมด จัดสรรพื้นที่การให้บริการให้เป็นส่วนเพื่อให้ระบบส่องสว่างได้ทำงานได้เต็มที่ [26] ทั้งหมดนี้สามารถลดการใช้พลังงาน ลดค่าไฟฟ้าได้ โดยจากสถิติที่บันทึกเทียบเดือนต่อเดือนหลังมีการเปลี่ยนแปลง จะเห็นว่าสามารถประหยัดค่าไฟไปได้เฉลี่ยเดือนละ 24.24% แนวทางที่ห้องสมุดสีเขียว (Green Library) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทำนั้น ได้แสดงให้เห็นชัดว่าสามารถลดการใช้พลังงาน และประหยัดค่าไฟฟ้าได้จริง ซึ่งสมควรจะเอาเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน

โดยทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้เห็นถึงความสำคัญของการแก้ไขปัญหาอย่างจริงจัง [27] โดยให้มีการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักงานหอสมุดกลางของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งหอสมุดกลางนี้เป็นอาคารที่นักศึกษาทั่วทั้งสถาบันได้มาใช้ร่วมกันเป็นจำนวนมาก และเป็นอาคารส่วนกลางที่มีนักศึกษาและบุคคลากรต่างๆ เข้ามาใช้บริการมากที่สุด โดยสำนักหอสมุดกลางนั้นเป็นอาคารสูง 4 ชั้น และได้เปิดการใช้งานมาหลายสิบปีแล้ว ดังนั้นตามมาตรฐานการออกแบบอาคาร พ.ศ. 2552 [28] มาตราที่ 4 ว่าด้วยเรื่องการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ข้อที่ 1 ได้กล่าวไว้ว่าการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด ข้อที่ 2 อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินค่าต่อไปนี้ สำหรับสถานศึกษา สำนักงาน ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด จะต้องไม่เกินค่าไม่เกิน 14 วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน ดังนั้นจะต้องมีการสำรวจตรวจวัด เพื่อหาค่าความส่องสว่างว่าอยู่ในช่วงค่ามาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไข ถ้าหากค่าไม่อยู่ในช่วงมาตรฐานอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้ เหมือนเหตุการณ์ไฟไหม้เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนด โดยภายในสำนักหอสมุดกลางมีห้องโถงใหญ่ ห้องบริการคอมพิวเตอร์ ห้องสำหรับการค้นคว้าวิจัย ห้องเก็บปริญญาบัตรต่างๆ ห้องสำหรับบุคคลากรของสำนักหอสมุดกลาง ดังนั้นจึงต้องมีการหาแนวทางการประหยัดพลังงาน หรือหาวิธีการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นออกไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังก่อตั้งเมื่อ พ.ศ.2503 มีเนื้อที่ประมาณ 1,024 ไร่ โดยในปัจจุบันเป็นมหาวิทยาลัยในกำกับของรัฐบาล ประกอบไปด้วยคณะทั้งหมด 9 คณะ ได้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะครุอุตสาหกรรม คณะอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะนาโนเทคโนโลยี และคณะบริหาร โดยทางสถาบันได้แบ่งส่วนการดูแลออกเป็น 12 ส่วนหลักๆ เพื่อที่จะจัดการบริหารในแต่ละส่วนอย่างทั่วถึงภายในสถาบัน เมื่อพิจารณาถึงการที่ใช้ไฟฟ้าภายในสถาบันฯ ปีพ.ศ. 2555 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปีของแต่ละส่วนนั้นมีค่าสูงมาก โดยคณะ

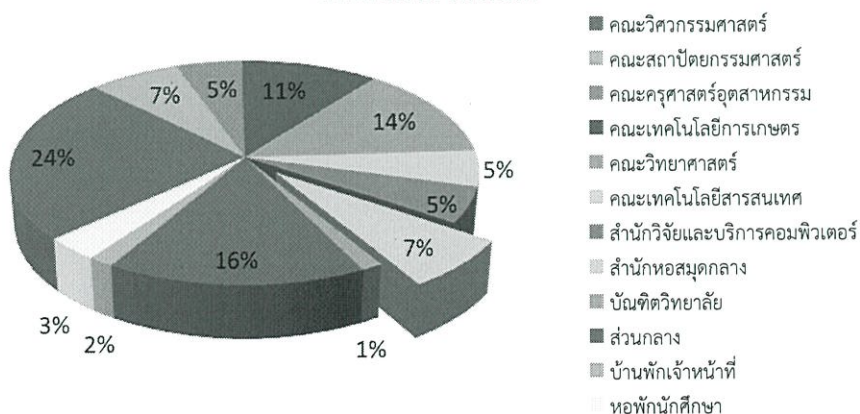
วิศวกรรมศาสตร์เป็นคณะที่ใช้ไฟฟ้าสูงที่สุดเป็นอันดับที่ 1 โดยใช้ไป 6.6 ล้านหน่วยจากทั้งหมด 27.7 ล้านหน่วย คิดเป็น 24.06% ของทั้งหมด ดังที่แสดงในตารางที่ 1.1

### 1.1.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอาคารหอสมุดกลาง

ตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของสถาบันฯ

ลำดับ	สถานที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	คิด % ของปริมาณการใช้ไฟฟ้า
1	คณะวิศวกรรมศาสตร์	6,685,982.00	24.06%
2	ส่วนกลาง	4,380,625.00	15.76%
3	คณะวิทยาศาสตร์	3,781,000.00	13.61%
4	คณะเทคโนโลยีการเกษตร	2,989,838.00	10.75%
5	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	1,972,000.00	7.10%
6	สำนักหอสมุดกลาง	1,961,000.00	7.06%
7	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	1,460,000.00	5.25%
8	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	1,430,957.00	5.15%
9	สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์	1,430,000.00	5.15%
10	หอพักนักศึกษา	923,000.00	3.32%
11	บ้านพักเจ้าหน้าที่	427,000.00	1.54%
12	บัณฑิตวิทยาลัย	346,070.00	1.25%
	รวม	27,787,472.00	100.00%

แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลางเปรียบเทียบกับ  
การใช้ไฟฟ้าทั้งหมด



รูปที่ 1.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าภายในสถาบัน

จากตารางที่ 1.1 จะเห็นว่าปริมาณการใช้แต่ละคณะหรือแต่ละส่วนภายในสถาบันฯ นั้นมีการใช้ต่อปีสูงมาก โดยภายในสถาบันในการบันทึกการใช้งานพลังงานภายในสถาบันออกเป็น 13 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกันอาจจะโดยพื้นที่ของแต่ละส่วนไม่เท่ากัน หรือจำนวนผู้ใช้งานของแต่ละพื้นที่มีจำนวนต่างกัน หรือบางส่วนอาจจะไม่สามารถลดการใช้ได้ เพราะมีความจำเป็นที่แตกต่างกัน ดังนั้นทำให้แต่ละส่วนมีการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน สัดส่วนที่ไม่เท่ากัน อันมาจากเหตุปัจจัยที่ไม่เหมือนกัน โดยทางสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจากการเก็บบันทึกค่าไฟฟ้าใช้ค่าไฟฟ้า 1.96 ล้านบาทต่อปี หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 7.06% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด หรือคิดเป็นลำดับที่ 6 ของสถาบันฯ ซึ่งถึงแม้สำนักหอสมุดกลางฯ นั้นมีพื้นที่ที่ไม่ใหญ่มากนัก แต่จากการบันทึกค่าไฟฟ้าจะเห็นว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าคณะเทคโนโลยีสารสนเทศทั้งคณะ เนื่องจากสำนักหอสมุดกลางฯ เป็นส่วนให้บริการ ดังนั้นการใช้พลังงานไฟฟ้าจึงจำเป็นต้องใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

โดยทางสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นั้นมีพื้นที่ประมาณ 10 ไร่ ภายในสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังประกอบไปด้วย 4 ชั้น ดังรูปที่ 1.2 โดยชั้นที่ 1 เป็นห้องโถงใหญ่สำหรับให้บริการ และในปัจจุบันได้มีการต่อเติมชั้นลอยเข้าไปเพื่อเพิ่มพื้นที่การให้บริการ ชั้น 3 เป็นห้องเก็บรวบรวมปริญญา นิตยสารและโชนบริการ ชั้น 4 เป็นสำนักงาน และในปัจจุบันนี้ ได้มีการก่อสร้างอาคารใหม่ขึ้นมาอีก 7 ชั้น เพื่อรองรับบุคลากรที่จะเข้ามาใช้บริการที่เพิ่มมากขึ้น



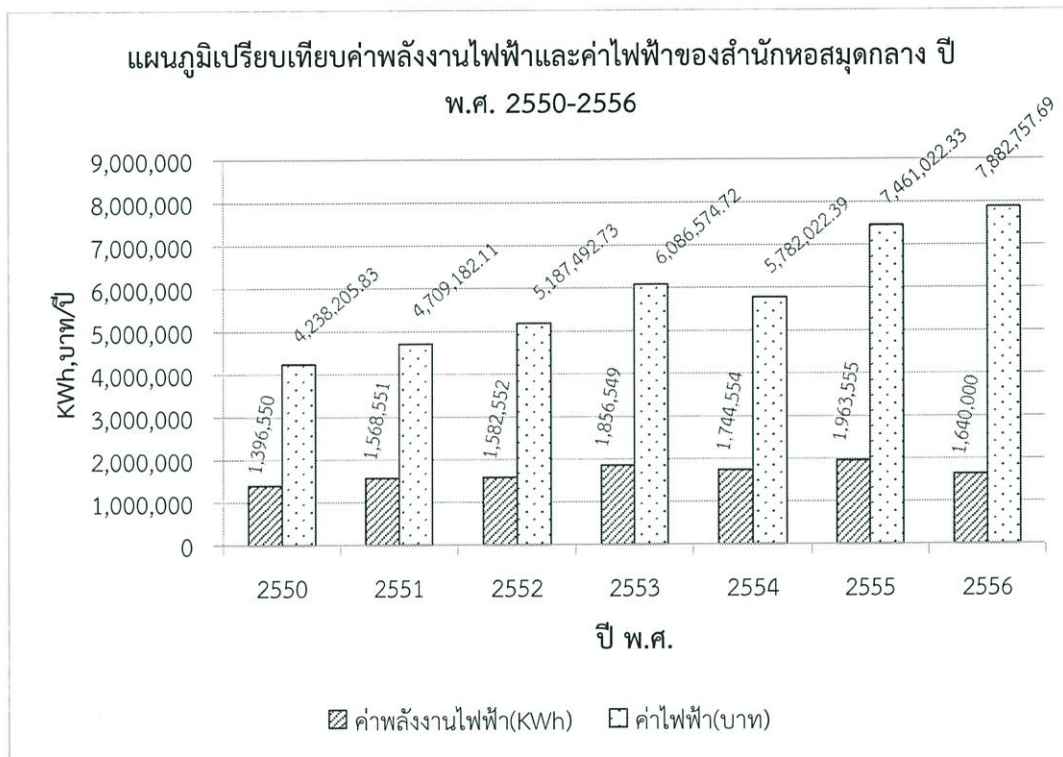
รูปที่ 1.2 สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



รูปที่ 1.3 ชั้นที่ 1 สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จากรูปที่ 1.3 คือพื้นที่ที่ให้บริการโรงใหญ่ เป็นพื้นที่กว้างขวาง เป็นส่วนที่ให้บริการเป็นหลัก มีการให้บริการโซนหนังสือ โซนอ่านหนังสือ โต๊ะทำงานส่วนตัว และ โซนให้บริการคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีการใช้พลังงานแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเยอะมาก

จากข้อมูลที่ได้สำรวจย้อนหลัง 6 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 ถึง 2556 จะเห็นได้ชัดว่าแนวโน้มของปริมาณหน่วยไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ดังที่แสดงในรูปที่ 1.4

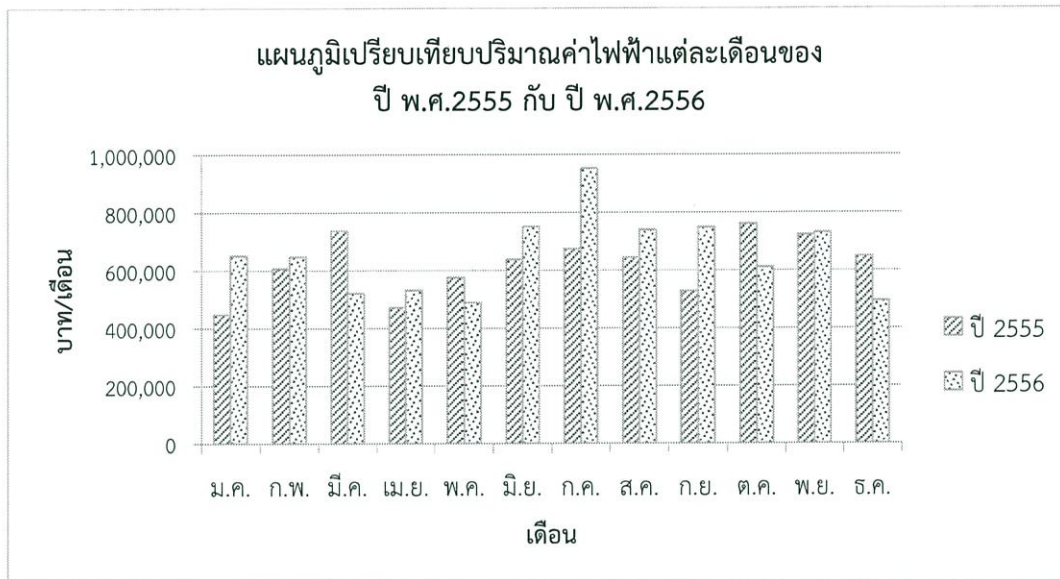


รูปที่ 1.4 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้า ปี พ.ศ.2550 ถึง ปี พ.ศ.2556

จากรูปที่ 1.4 แสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดจะเห็นว่า ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละส่วนนั้นมีการใช้ไฟฟ้าสูงขึ้น โดยเฉพาะสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าคิดเป็น 7.06% ของทั้งหมดหรือคิดเป็นลำดับส่วนที่ 6 ของสถาบัน และรวมทุกส่วนแล้วมีปริมาณการใช้มากถึง 30 ล้านหน่วยต่อปี และมีแนวโน้มต่อไปว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ต่อไปอีก และจากกราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าปี 2550 ถึงปี 2556 จะเห็นว่า มีแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเกิดจากการขยายพื้นที่การใช้งาน จึงจำเป็นต้องเพิ่มหลอดแสงสว่าง (หลอดไฟ) โหลดระบบปรับอากาศ(เครื่องปรับอากาศ) เพื่อให้เพียงพอต่อการให้บริการ แต่ นอกจากโหลดที่เพิ่มมากขึ้น จนทำให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นแล้ว ถ้าหากสังเกตจากหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น กับ ค่าไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นนั้น จะเห็นว่า ค่าไฟฟ้ามีการเพิ่มมากขึ้นแบบก้าวกระโดด ซึ่งจากการวิเคราะห์แล้วการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้านั้นมีปัจจัยอื่นมาเกี่ยวข้องด้วยก็คือ ค่า FT ซึ่งมีการปรับค่า FT ขึ้นมา ซึ่งทำให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตาม นอกจากนั้นปริมาณการใช้ค่าไฟฟ้าต่อมิเตอร์ก็มีผลเช่นเดียวกัน เพราะว่าการใช้มิเตอร์อาคารใหญ่นั้น ถ้าหากมีการใช้งานเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนนั้น การไฟฟ้าจะทำการคิดค่าไฟฟ้าในอัตราที่สูงขึ้น ดังนั้นค่าไฟฟ้าที่สูงขึ้นอย่างผิดปกติ

นั้น สามารถสรุปได้ว่า ค่า FT ที่สูงขึ้นมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้า ยกเว้นช่วงปลายปี 2554 ที่ค่าไฟฟ้าลดลงเนื่องจากมีเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ การไฟฟ้าตัดการจ่ายไฟฟ้าทำให้ไม่มีกรใช้ไฟฟ้า

จากข้อมูลที่ได้สำรวจย้อนหลัง 6 ปีตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 ถึง 2556 โดยเปรียบเทียบ เฉพาะปริมาณค่าไฟฟ้าใน ปีพ.ศ.2555 กับ ปีพ.ศ. 2556 โดยเปรียบเทียบเดือนต่อเดือน ดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณค่าไฟฟ้าประจำเดือนของ ปี พ.ศ.2555 กับ ปี พ.ศ.2556

จากรูปที่ 1.5 กราฟเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าเดือนต่อเดือนระหว่างปี 2555 กับ 2556 จะเห็นได้ชัดว่าค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยยังคงใกล้เคียงกัน แต่มีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้น โดยเฉพาะเดือน มกราคม และเดือนกรกฎาคมที่ค่าไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นมาก สาเหตุเพราะมีการทดสอบระบบภายในอาคาร หอประชุมแห่งใหม่ ซึ่งทางสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ และหอประชุมแห่งใหม่นั้นได้ใช้มิเตอร์ค่า ไฟฟ้าตัวเดียวกัน ทำให้ค่าไฟฟ้าของการทดสอบระบบถูกรวมเข้ากับค่าไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง สถาบันฯ และอีกส่วนหนึ่งก็คือมีการปรับขึ้นค่า FT ทำให้เดือนที่เหลือภายในปี 2556 ค่าไฟฟ้าสูงเพิ่ม มากขึ้นกว่าปกติ หากเทียบกับปี 2555 แต่ถ้าหากพิจารณาเดือนที่เหลือ แบบเดือนต่อเดือนก็จะเห็น ว่ามีแนวโน้มการใช้หน่วยไฟฟ้ายังคงเพิ่มสูงขึ้นอยู่ดีเช่นกัน ซึ่งตรงจุดนี้จะต้องหาสาเหตุการเพิ่มสูงขึ้น ของหน่วยการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้า และจำเป็นต้องหามาตรการมาลดแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นให้ได้ เพื่อ ใช้การใช้ไฟฟ้าเป็นไปอย่างสมดุลและเกิดประโยชน์สูงสุด

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาแนวโน้มการใช้พลังงานภายในอาคารสำนักงานหอสมุดกลางสถาบันฯ ในแต่ละปี
2. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง
3. เพื่อหาแนวทางการแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
4. เพื่อหามาตรการในการประหยัดพลังงาน หรือการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด

### 1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

ในโครงการนี้จะสำรวจระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า สำหรับระบบแสงสว่างจะตรวจวัดในพื้นที่บริเวณที่ให้บริการทั้งหมด โดยจะใช้เครื่องมือลักซ์มิเตอร์ในการตรวจวัด ส่วนระบบปรับอากาศ จะตรวจวัดหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ โดยตรวจวัดเครื่องปรับอากาศเฉพาะพื้นที่ที่ให้บริการไม่รวมสำนักงานได้แก่ชนิด แบบแยกส่วน (Split type) และ AHU ในการวัดระบบปรับอากาศจะใช้เครื่องมือแอนนิโมมิเตอร์ และ แคลลมป์มิเตอร์

สำหรับความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า จะสำรวจตู้รวมสายไฟ ห้องไฟฟ้า และห้องลิฟต์ เพื่อตรวจสอบความปลอดภัยให้ได้ตามมาตรฐาน โดยใช้มาตรฐานอ้างอิงจาก กฎกระทรวง กำหนด มาตรฐาน หลักเกณฑ์ การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 และจะทำการสำรวจเฉพาะอาคารปัจจุบัน ไม่รวมในส่วนต่อเติมของอาคารสำนักหอสมุดกลางแห่งใหม่ 7 ชั้น

### 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาวิธีการใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัดทุกชนิดที่ใช้ในการตรวจวัด
2. วางแผนการตรวจวัดพลังงานภายในอาคารตามที่ได้กำหนดไว้
  - ตรวจวัดระบบไฟฟ้า
  - ตรวจวัดระบบแสงสว่าง
  - ตรวจวัดระบบปรับอากาศ
3. นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการสิ้นเปลืองพลังงานหรือการใช้พลังงานอย่างไม่จำเป็น โดยคำนวณค่าไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้าและนำไปเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าจากปีที่ผ่านมา
4. หาวิธีการที่จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าหรือลดค่าไฟฟ้าได้ และนำไปเสนอแนะกับสำนักหอสมุดกลาง

### 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

ใช้อุปกรณ์เครื่องมือวัด และการตรวจวัดอย่างถูกวิธี ซึ่งการใช้งานอย่างถูกวิธีนั้นถือเป็นสิ่งพื้นฐานที่สำคัญของวิศวกรไฟฟ้า ที่ควรจะทำให้ถูกต้องตามหลักสากล นอกจากนั้นทำให้รู้จักวิธีการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร และมาตรฐานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า

การตรวจวัดการอนุรักษ์พลังงานแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ โดยสิ่งที่ได้รับจากการสำรวจ 2 ระบบนี้คือ

1. รู้ถึงสาเหตุของปัญหาค่าไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น
2. การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้จากที่ได้เรียน
3. ลดการเพิ่มขึ้นของค่าไฟฟ้า
4. หามาตรการบังคับใช้ เพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างคุ้มค่าที่สุด

มาตรฐานความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าคือสิ่งที่ต้องนำไปใช้จริง เพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้เข้าใช้บริการ ไม่ว่าจะเป็นความปลอดภัยของระบบแสงสว่างหรือระบบปรับอากาศที่อาจจะชำรุดเสียหาย ซึ่งเกิดจากการใช้งานมานาน ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริการจำนวนมากในแต่ละวันได้ ดังนั้นประโยชน์ที่ได้รับ คือการอนุรักษ์พลังงาน การใช้พลังงานไฟฟ้าให้คุ้มค่าที่สุด และมีความปลอดภัยต่อผู้บริการทุกคน



## บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ระบบแสงสว่าง

การส่องสว่างภายในอาคารสำนักงาน บ้านอยู่อาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สามารถประหยัดพลังงานแสงสว่างได้มาก การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญสองประการ คือ การให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และ การให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงาม ไม่ว่าจะเป็นการส่องสว่างแบบใดก็ตามก็ต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานแสงสว่างด้วยสำหรับในยุคปัจจุบันที่พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นและหายากยิ่ง

เนื้อหาที่กล่าวถึงในบทนี้มีความประสงค์ให้ศึกษาแสงสว่างเพื่อการใช้งานแต่ละสถานที่ว่าประกอบด้วยแสงสว่างเพื่อการใช้งานแต่ละประเภทอย่างไร เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้หรือเลือกใช้เพื่อการประหยัดพลังงานอย่างถูกต้อง เพราะการประหยัดพลังงานแสงสว่างที่ถูกต้อง ต้องไม่ให้เกิดความสูญเสียทางด้านอื่นด้วย เช่น ประหยัดพลังงานแล้วทำให้ธุรกิจสูญเสียรายได้จำนวนมาก หรือประหยัดพลังงานแล้วทำให้เกิดความเสี่ยงสูงในการทำงานที่ทำให้เกิดอันตรายสูง เป็นต้น ดังนั้นเนื้อหาการประยุกต์ใช้งานในบทนี้เปรียบเสมือนการกล่าวถึงการให้แสงสว่างที่มีทั้งการให้ความส่องสว่างมากพอสำหรับการทำงาน การให้แสงสว่างเพื่อความสวยงามด้วย ดังนั้นผู้ที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความประหยัดพลังงานก็ต้องพิจารณาเลือกใช้เพื่อให้เข้ากับภาระงานของตนเอง

#### 2.1.1 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไป ส่วนการส่องสว่างให้เกิดความสวยงามนั้นก็ ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัวเพื่อพิจารณาในแง่การให้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หรือการให้แสงแบบส่องเน้น (Accent Lighting)

#### 2.1.2 การตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง [29]

แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร และการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง (Illumination Measurement) ความเข้มแสง (Illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด หน่วยวัดความเข้มแสง มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux) หรือเป็น ฟุตเทียน (Foot Candle) 1 ฟุตเทียน = 10.76 ลักซ์ เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง เครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่าง ซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ (ตามกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ.2549 ) หรือ ฟุตแคนเดิล

- เครื่องมือวัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ
  1. เซลรับแสง (Photo Cell) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกด้านในเคลือบด้วยสารซิลิกอน (Silicon) หรือ เซเลเนียม (Selenium) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงสว่างมาก พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากตามไปเป็นสัดส่วน เซลรับแสง อาจถูกออกแบบให้โค้งงอเล็กน้อยเพื่อให้แสงจากทิศทางต่างๆ ตกกระทบในมุม 90 องศา หรือใกล้เคียงที่สุดได้รอบด้าน

2. ส่วนมิเตอร์ (Meter) ส่วนนี้จะรับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์รับแสง และแสดงค่าบนหน้าจอเป็นความเข้มแสงสว่าง

- คุณลักษณะของเครื่องมือ

สามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ ตั้งแต่ 0 - มากกว่า 10,000 ลักซ์ คุณลักษณะของเครื่องวัดแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CIE 1931 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยความส่องสว่าง (International Commission on Illumination) หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่า เช่น JIS Z 8701 หรือดีกว่า (โดยเซลล์รับแสงต้องมีคุณลักษณะ Cosine-Corrected เพื่อปรับค่าของแสงที่ไม่ได้ตั้งฉากกับ Photo Cell และต้องมี Color Corrected ตามมาตรฐาน CIE )

- การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง

ตามประกาศกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีดำเนินการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการระยะเวลา และประเภทกิจการที่ต้องดำเนินการ ได้กำหนดให้นายจ้างจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงภายในสถานประกอบกิจการ ในสภาวะที่เป็นจริงของสภาพการทำงาน อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง กรณีที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร อุปกรณ์ กระบวนการผลิต วิธีการทำงาน หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความร้อน แสงสว่าง หรือการดำเนินการใดๆ ที่อาจมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับความร้อน แสงสว่าง หรือเสียงให้นายจ้างดำเนินการจัดให้มีการตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงาน เพิ่มเติมภายใน 90 วันนับจากวันที่มีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลง ให้ตรวจวัดความเข้มของแสงสว่างในสถานประกอบกิจการทุกประเภทกิจการ โดยให้ตรวจวัด “บริเวณพื้นที่ทั่วไป” บริเวณพื้นที่ใช้ประโยชน์ในกระบวนการผลิตที่ลูกจ้างทำงาน และบริเวณที่ลูกจ้างต้องทำงานโดยใช้สายตามองเฉพาะจุดหรือต้องใช้สายตาดูอยู่กับที่ในการทำงาน ในสภาพการทำงานปกติและในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างตามธรรมชาติน้อยที่สุดการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างภายในอาคาร

- หากการติดหลอดไฟฟ้ามัลักษณะที่แน่นอนซ้ำๆ กัน (Multiple Spot) [30] สามารถวัดแสงในจุดที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีแสงตกกระทบในลักษณะเดียวกัน ตามวิธีการวัดแสงและการคำนวณค่าเฉลี่ย ของ IES Illuminating Engineering Society of North America Lighting Handbook 1981 (Reference Volume) หรือเทียบเท่า การวัดในลักษณะนี้ช่วยให้จำนวนจุดตรวจวัดน้อยลงได้ ดังนี้

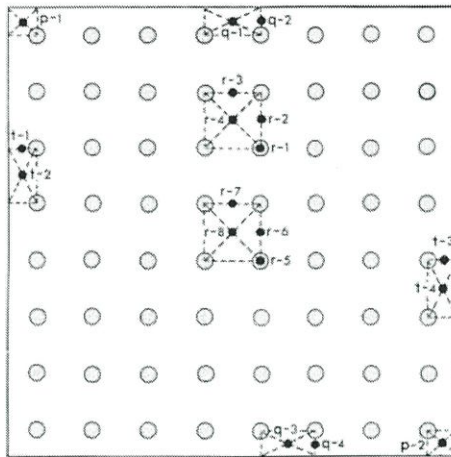
- หลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่า 2 แถว (Symmetrically Spaced Luminaires in Two or More Rows) ในรูปที่ 2.1

$$\text{แสงเฉลี่ย} = [R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P] / NM$$

โดยที่ N = จำนวนหลอดไฟต่อแถว

M = จำนวนแถว

○ = หลอดไฟ / ดวงไฟ



รูปที่ 2.1 การวางจุดวัดแสงแบบหลอดไฟมีระยะห่างระหว่างหลอดเท่ากันและมีจำนวนแถวมากกว่า 2 แถว

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

1. อ่านค่า  $r$  ทั้ง 8 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $R$
2. อ่านค่า  $q$  ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $Q$
3. อ่านค่า  $t$  ทั้ง 4 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $T$
4. อ่านค่า  $p$  ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $P$
5. แทนค่า  $R, Q, T, P, N$  และ  $M$  ตามสูตร จะได้ค่าแสงเฉลี่ย

โดยที่

$r_1 - r_8$  = ส่วนในและกลางห้อง (typical inner bay and centrally located bay)

และ  $R$  = ค่าเฉลี่ยของ  $r_{1-8}$

$q_1 - q_4$  = กึ่งกลางขอบข้างห้อง (in two typical half bays on each side of room)

และ  $Q$  = ค่าเฉลี่ยของ  $q_{1-4}$

$t_1 - t_4$  = กึ่งกลางขอบหัว-ท้ายห้อง (in two typical half bays on each end of room)

และ  $T$  = ค่าเฉลี่ยของ  $t_{1-4}$

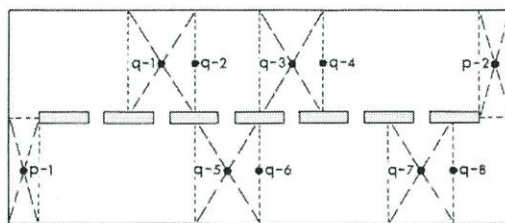
$p_1, p_2$  = มุมห้อง (in two typical corner quarter bays) และ  $P$  = ค่าเฉลี่ยของ  $p_1$  และ  $p_2$

- หลอดไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง (Single Row of Individual Luminaires) รูปที่ 2.2

แสงเฉลี่ย =  $[Q(N - 1) + P] / N$

โดยที่  $N$  = จำนวนหลอดไฟ

= หลอดไฟ / ดวงไฟ



รูปที่ 2.2 การวางจุดวัดแสงหลอดไฟติดตั้งแถวเดียวกลางห้อง

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

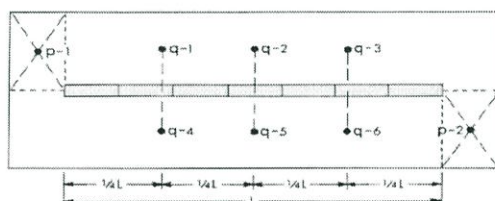
1. อ่านค่า  $q$  ทั้งหมด 8 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $Q$
2. อ่านค่า  $p$  ทั้ง 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $P$
3. แทนค่า  $Q$ ,  $P$  และ  $N$  ตามสูตร จะได้ค่าแสงเฉลี่ย

- หลอดไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแถวเดียว (Single Row of Continuous Luminaires) 2.3

แสงเฉลี่ย =  $[QN + P] / N + 1$

โดยที่

$N$  = จำนวนหลอดไฟ



รูปที่ 2.3 การวางจุดวัดแสงแบบหลอดไฟติดตั้งแบบต่อเนื่องแถวเดียว

ขั้นตอนในการตรวจวัด คือ

1. อ่านค่า  $q$  ทั้งหมด 6 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $Q$
2. อ่านค่า  $p$  ทั้งหมด 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยได้เป็นค่า  $P$
3. แทนค่า  $Q$ ,  $P$  และ  $N$  ตามสูตรจะได้ค่าแสงเฉลี่ย

### 2.1.3 ขั้นตอนและเทคนิควิธีการวัดแสงสว่าง

วางเซลรับแสง ระบายเดียวกับพื้นผิวงานของผู้ปฏิบัติงานนั้น อ่านค่าความเข้มแสงสว่าง ผู้ทำการตรวจวัดฯ ต้องระวังไม่ให้เงาของตัวเองทอดบังบนเซลรับแสง ซึ่งทำให้ค่าความเข้มแสงสว่าง ผิดจากความเป็นจริง ให้เซลรับแสงรับแสงจนค่าแน่นอนทุกครั้ง (โดยทั่วไปประมาณ 5 – 15 นาที) จึง อ่านค่ามิเตอร์และบันทึกผล การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง จะทำการตรวจวัดตามสภาพความเป็นจริง เช่น หากปฏิบัติงานโดยไม่เปิดไฟ แต่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ ก็ทำการตรวจวัดตามสภาพจริงนั้น แต่หากปกติการทำงานนั้นเปิดหลอดไฟฟ้าในขณะที่ทำงาน ให้เปิดหลอดไฟฟ้าไว้อย่างน้อย 20 นาที ก่อนทำการตรวจวัด ทั้งนี้เพื่อให้หลอดไฟส่องสว่างเต็มที่ต่อจุดวัดแสงในขณะที่

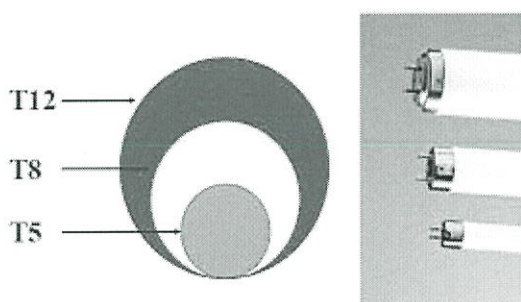
ผู้ปฏิบัติงานอยู่ ในลักษณะการทำงานจริงๆ แม้การทำงานนั้นจะทำให้เกิดเงาในการวัดแสง ควรพิจารณาตำแหน่งของดวงอาทิตย์และสภาพอากาศขณะที่ทำการวัดด้วยงานที่ ปฏิบัติในเวลากลางวัน ต้องทำการวัดแสงในตอนกลางวัน แต่ถ้างานที่ปฏิบัตินั้นเป็นเวลากลางคืนก็ต้องทำการตรวจวัดในเวลากลางคืน บันทึกผลการตรวจวัดแสงสว่างและปัจจัยแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สภาพห้อง เพดาน ดวงไฟ ความสะอาด สี สภาพอากาศขณะที่ตรวจวัด เป็นต้น

#### 2.1.4 หลอดฟลูออเรสเซนต์

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีส่วนการใช้พลังงานเฉลี่ยประมาณ 20% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร ดังนั้นการปรับปรุงการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง จึงมีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลอดไฟชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์การใช้งานเพื่อให้แสงสว่างในพื้นที่ทำงาน เช่น บริเวณโต๊ะทำงาน ห้องประชุม โถงทางเดินและโถงลิฟต์ เป็นต้น ดังนั้น เทคโนโลยี / มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างจึงควรเป็นมาตรการที่เหมาะสมกับหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นเก่า (รุ่น T12) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร หรือเรียกว่า “รุ่นหลอดอ้วน” มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 40 วัตต์ และได้มีการเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นปัจจุบัน (รุ่น T8 หรือ TLD) [31] ลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลงมาเป็น 26 มิลลิเมตรหรือเรียกว่า “รุ่นหลอดผอม” ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 36 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์

ปัจจุบันผู้ผลิตหลอดไฟฟ้าสามารถผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดประสิทธิภาพสูง เรียกว่า “หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5” มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 28 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งประหยัดไฟมากขึ้นและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเหลือเพียง 16 มิลลิเมตร โดยต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น



รูปที่ 2.4 หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5

ข้อมูลทางเทคนิคของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆแสดงได้ดังนี้

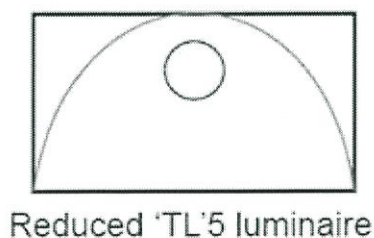
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

Fluorescence Lamp Type	Diameter (mm)	Wattage (W)	Luminous Flux and Efficacy @ 100 burning hours	
			(lm)	(lm/W)
TL Standard	38	40	2850	72
TLD (T8)	26	36	2650	73.6
TL 5 HE (T5)	16	28	2900	104

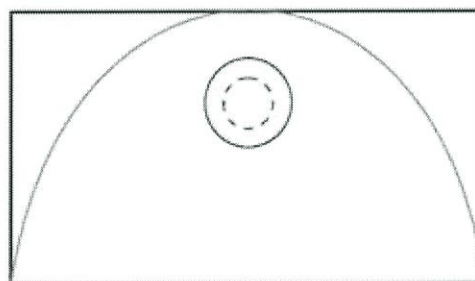
จากตารางจะเห็นว่า หลอด T5 ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างต่อพลังงานที่ใช้สูงสุดที่ 104 ลูเมนต่อวัตต์ นอกจากนี้โดยสรุปหลอด T5 มีข้อแตกต่างจากหลอด TLD แบบเดิม ดังนี้

- ขนาดหลอดเล็กลง
- หลอดสั้นลง
- กระจายแสงได้แม่นยำขึ้น
- ขนาดของโคมไฟเล็กลง และสามารถใช้ได้กับฝ้าทุกแบบ

รูปที่ 2.5 และรูปที่ 2.6 แสดงลักษณะโคมไฟที่ใช้สำหรับหลอด T5 เปรียบเทียบกับโคมไฟสำหรับหลอด T8 [32] ซึ่งโคมไฟสำหรับหลอด T5 จะมีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับหลอด T8 ทำให้สามารถประหยัดวัตถุดิบในการผลิตโคมลงได้



Reduced 'TL'5 luminaire



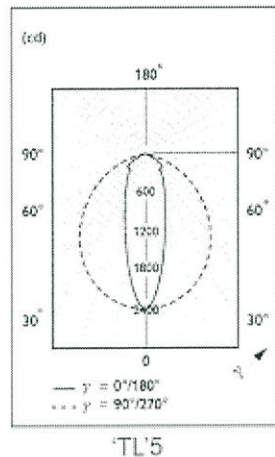
Original 'TL'D luminaire

รูปที่ 2.5 โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD (T8)

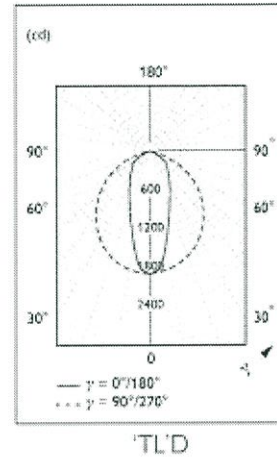


รูปที่ 2.6 เปรียบเทียบรูปการจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด T8 ในพื้นที่สำนักงาน

นอกจากนี้เมื่อพิจารณา Polar Curve ของหลอด T5 เทียบกับหลอด T8 แบบเดิม พบว่าการกระจายแสงของหลอด T5 สามารถกระจายแสงได้ไกลกว่าหลอด T8 ถึงประมาณ 33% ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนโคมไฟหลอด T8 เดิม ที่มีขนาดหลอด 2x36 W มาเป็นโคมไฟหลอด T5 ขนาดหลอด 2x28 W แสงจากโคมหลอด T5 ที่ได้จะไปได้ไกลกว่าโคมไฟหลอด T8 แบบเดิม ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนโคมไฟและหลอดไฟได้ โดยสามารถแสดงได้ตามกรณีตัวอย่างดังนี้

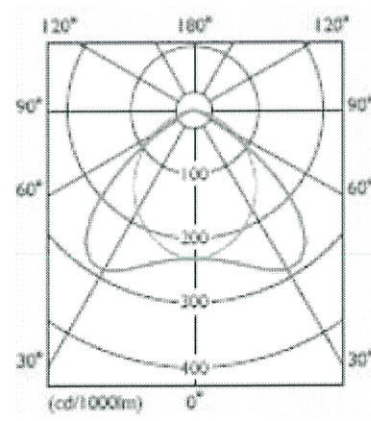
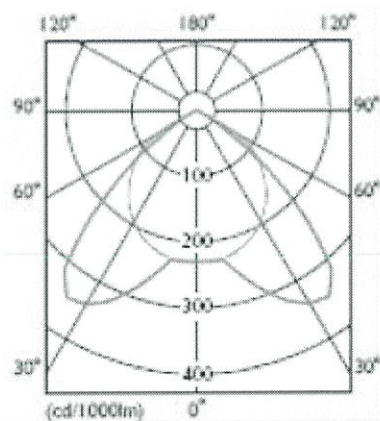


การกระจายแสงของโคม 2x 28 วัตต์



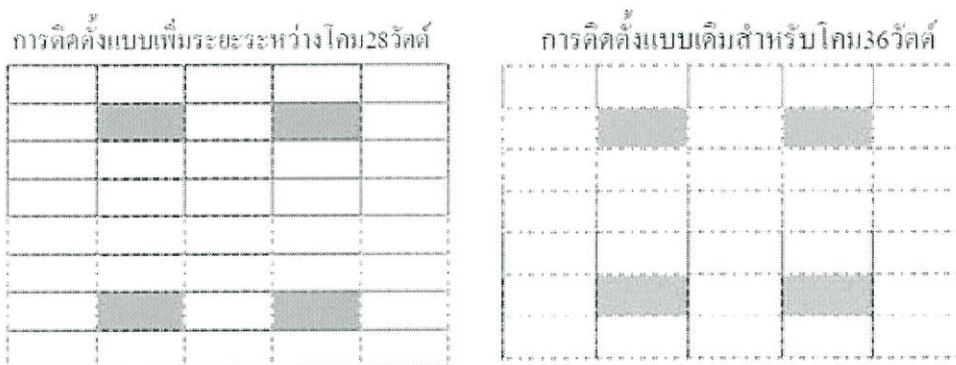
การกระจายแสงของโคม 2x 36 วัตต์

รูปที่ 2.7 ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5



รูปที่ 2.8 ทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x28 W และ 2x36 W

รูปที่ 2.9 การติดตั้งโคม 28 W ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งโคม 36 W ใช้หลอด T8 ระยะห่างในการวางตำแหน่งของโคม นั้น ของโคม 28 W มีระยะห่างมากกว่า โคม 36 W ในพื้นที่เท่ากันเมื่อมีการติดตั้งโคมไฟแต่ละชนิดจะเห็นได้ว่า การติดตั้งด้วยโคม 28 W ใช้ปริมาณจำนวนโคมน้อยกว่า การติดตั้งโคม 36 W ดังนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้ และยัง สามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟสำหรับหลอด T8 (36 W) และหลอด T5 (28 W)

### 2.1.5 การติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้
2. ดวงโคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องใช้ดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรือเครื่องประกอบการติดตั้งได้เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ
3. ดวงโคมใกล้สุดติดไฟ ต้องมีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้วัสดุติดไฟได้รับความร้อนเกิน 90 องศาเซลเซียส
4. ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องมีการจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัม หรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มิลลิเมตร ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของโคม
5. การเดินสายดวงโคม
  - การเดินสายดวงโคม ต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย
  - ขนาดของสายต้องไม่เล็กกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
  - ขั้วรับชนิดหลอดเกลียวเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีตัวนำนิวทรัล ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าต้องต่อกับตัวนำนิวทรัลเท่านั้น
6. ดวงโคมต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสายระหว่างสายดวงโคมกับสายวงจรย่อยได้สะดวก
7. ฉนวนของสายในดวงโคม
  - สายที่ใช้ในดวงโคมต้องมีฉนวนที่เหมาะสมกับกระแสแรงดันและอุณหภูมิใช้งาน
  - ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น หรือสถานที่ที่อาจเกิดการฝูกร้อนได้ต้องใช้สายชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้น
8. การต่อและการต่อแยก
  - จุดต่อหรือจุดต่อแยกของสายต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม

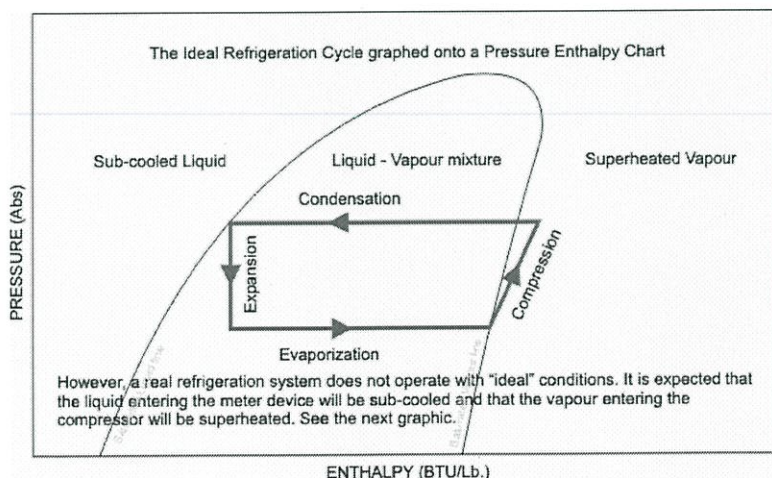
- การต่อหรือการต่อแยกของสายให้มีในดวงโคมได้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น
- สายไฟที่อยู่ในตู้แสดงสินค้าต้องเดินในช่องเดินสาย และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่อยู่ในที่เปิดเผย
- กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบ หรือปิดด้วยฝาครอบดวงโคมชั่วคราวหาลอดเต้ารับ หรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน

## 2.1.6 หลักการและมาตรการในการลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง

## 2.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศในภาคธุรกิจทุกไม่ว่าในอาคารพาณิชย์ สำนักงานต่างๆ โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา ถือว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด บางแห่งสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร ดังนั้นหากมีการวางแผนที่ดี การจัดการที่ดีจะทำให้การใช้พลังงานเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลงได้ และลดต้นทุนการผลิตได้ โดยระบบปรับอากาศจะถูกออกแบบเพื่อให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของผู้ที่อยู่อาศัยภายในอาคาร เรียกว่า Comfort Zone คืออุณหภูมิอยู่ช่วงระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละประเภทจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและการเอาไปใช้ แต่ทุกระบบโดยส่วนใหญ่แล้วนั้น จะใช้วัฏจักรการทำความเย็นแบบวงจรอัดไอโดยมีสารทำความเย็นเช่น R22 หรือ R134a ทำหน้าที่ดูดหรือคายความร้อนจากระดับกลางคือ อากาศหรือน้ำ เพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ เมื่อสารตัวกลางได้รับความเย็นจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ในกรณีสารตัวกลางเป็นน้ำ) หรืออากาศเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศโดยตรง (ในกรณีสารตัวกลางเป็นอากาศ) ส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังชุดระบายความร้อน ซึ่งอาจจะเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำก็ได้แล้วแต่การใช้งาน หรือการออกแบบ ส่วนของวัฏจักรการทำความเย็นมีดังนี้



รูปที่ 2.10 วัฏจักรการอัดไอ

- 1-2 การอัด (Compression) อัดสารทำความเย็นสถานะความดันต่ำ ให้เป็นแก๊สร้อนความดันสูง
- 2-3 การควบแน่น (Condensing) สารทำความเย็นสถานะแก๊สควบแน่นกลายเป็นของเหลว และคายความร้อนออก
- 3-4 การขยายตัว (Expansion) จากสารทำความเย็นความดันสูง ไปเป็นความดันต่ำ พร้อมทั้งลดอุณหภูมิลงและเปลี่ยนสถานะจากของเหลว เป็นของเหลวผสมแก๊ส
- 4-1 การระเหย (Evaporation) ความร้อนจากสารตัวกลาง (อากาศหรือน้ำ) จะถูกดูดเพื่อใช้ในการระเหยของสารทำความเย็นเหลวให้เป็นแก๊ส

### 2.2.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)

เป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็กส่วนใหญ่จะทำความเย็นได้ไม่เกิน 40,000 บีทียูต่อชั่วโมง ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะแยกเป็น 2 ส่วน หลัก คือส่วนของคอยล์ทำความเย็น ที่เรียกว่า คอยล์เย็น (Fan coil unit) ซึ่งจะติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ และคอยล์ร้อน (Condensing coil) ซึ่งจะมีเครื่องสารอัดทำความเย็น (Compressor) อยู่ภายใน โดยจะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร ระหว่างชุดคอยล์ร้อน และคอยล์เย็นจะมีท่อสารทำความเย็น ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานง่าย มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่า เหมาะสำหรับอาคารที่แบ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็กหลายๆ ส่วนเช่นอาคารชุดพักอาศัย ในบางอาคารอาจจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศประเภทนี้เป็นบางห้องเพื่อที่ว่าห้องนั้นอาจจะมีคนมาใช้นอกเวลา โดยที่ไม่ต้องขึ้นกับเครื่องปรับอากาศชนิดทำน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นมายังห้องต่างๆ เมื่อเครื่องทำน้ำเย็นหยุดทำงานก็ยังสามารถใช้เครื่องปรับอากาศแยกส่วนได้

### 2.2.2 ระบบปรับอากาศแบบชุด (Package)

เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก อาจจะมีจำนวนห้องที่ต้องปรับอากาศอยู่หลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะประกอบไปด้วย แผงคอยล์เย็น คอยล์ร้อน และเครื่องอัดสารทำความเย็น จะรวมอยู่ในชุดแพ็คเกจเดียวกัน โดยมีท่อส่งลมเย็นและลมกลับซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านในผนังและต่อผ่านทะลุข้างในผนัง ด้านนอกอาคารแล้วต่อเชื่อมกับตัวเครื่องปรับอากาศแพ็คเกจ ซึ่งจะติดตั้งอยู่นอกอาคาร ท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct) ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ และท่อลมกลับ (Return Air Duct) ทำหน้าที่นำลมเย็นที่ได้แลกเปลี่ยนความเย็นให้กับห้องปรับอากาศกลับมายังแผงทำความเย็นอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายปริมาณลมเย็น (Variable Air Volume, VAV) [33] เพื่อควบคุมให้ปริมาณลมเย็นเหมาะสมกับภาระที่ต้องทำความเย็นที่ต้องการ โดยเฉพาะกรณีที่ภาระลดลงโดยที่อุณหภูมิยังคงที่ แต่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจที่ใช้งานมีให้เลือกหลายใช้งานมีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ละประเภทแล้วแต่การใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะเครื่องระบายความร้อน (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

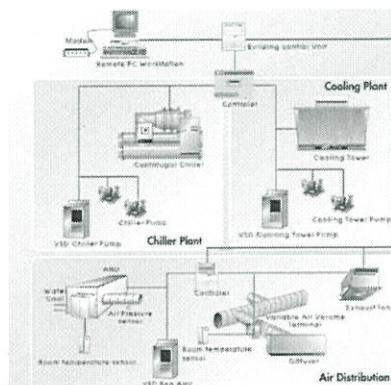
- ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) โดยปกติขนาดการทำคามเย็นไม่เกิน 30 ตันเหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้งหรือระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน

- ระบายความด้วยน้ำ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนได้ดีกว่าระบายความร้อนได้ดีกว่าอากาศอยู่ประมาณ 1.2 กิโลวัตต์ต่อตัน

เครื่องปรับอากาศแบบชุดหรือแพ็คเกจ เป็นระบบที่ติดตั้งง่าย แต่สำหรับเครื่องที่มีขนาดใหญ่ อาจจำเป็นต้องมีห้องเครื่องและระบบส่งจ่ายลมเย็น โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน เหมาะสำหรับอาคารที่แบ่งพื้นที่เป็นชั้นและต้องการเปิด ปิดใช้งานอย่างอิสระ

### 2.2.3 ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ

- การควบคุมระบบส่งจ่ายลมเย็น



รูปที่ 2.11 แสดงระบบส่งจ่ายลมเย็นและควบคุม

ระบบปรับอากาศที่ใช้งานในอาคารส่วนใหญ่มักจะเป็น ระบบปรับอากาศชนิดปริมาณลมเย็นส่งออกคงที่ (Constant Air Volume System) คือปริมาณลมเย็นที่ส่งออกจากชุดส่งลมเย็น (Air Handling Unit) เข้าสู่พื้นที่บริเวณปรับอากาศในโซนต่างๆ มีปริมาณลมเย็นส่งออกคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนตามภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศนั้น ๆ เพียงแต่อุณหภูมิลมเย็นส่งออกแปรเปลี่ยนได้เพื่อคงสภาวะอุณหภูมิห้องให้เหมาะสมตามที่ต้องการ ทั้งนี้โดยอาศัยเทอร์โมสแตดเป็นตัวตัดและควบคุมอุณหภูมิภายในบริเวณปรับอากาศ ปัจจุบันยังมีระบบปรับอากาศอีกชนิดหนึ่งซึ่งเริ่มนิยมใช้กันมากคือ ระบบปรับอากาศชนิดปริมาณลมเย็นส่งออกแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume System) คือปริมาณลมเย็นที่ส่งออกจากชุดลมเย็นเข้าสู่บริเวณปรับอากาศโซนต่างๆ สามารถแปรเปลี่ยนได้ตามภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศโซนนั้นๆ ส่วนอุณหภูมิภายในบริเวณปรับอากาศแต่ละโซนควบคุมให้คงที่ นอกจากการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารแล้ว ในพื้นที่ปรับอากาศที่มีคนอยู่จำนวนมากจำเป็นต้องมีการระบายอากาศออกในระดับที่เหมาะสมเพื่อ

รักษาระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของคน ดังนั้นระบบปรับอากาศในอาคารบางครั้งต้องทำการติดตั้ง CO<sub>2</sub> Sensor เพื่อใช้วัดค่าปริมาณความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์และส่งสัญญาณกลับไปยังตัวควบคุมเพื่อปรับปริมาณการเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ระบบปรับอากาศ

- การควบคุมภาระบายความร้อน สำหรับระบบปรับอากาศ โดยทั่วไปจะต้องเดินจำนวนภาระบายความร้อนให้เหมาะสมกับภาระการระบายความร้อนที่เครื่องทำน้ำเย็น โดยพิจารณาที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศยังต่ำเท่าไร ยิ่งได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำยิ่งขึ้น

#### 2.2.4 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ [34]

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสามารถคำนวณและสรุปได้ 2 รูปแบบคือ

1. ประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficient Ratio, EER) เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่พลังงานความเย็นใช้มีหน่วยเป็น บีทียู/ชม. แต่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็นวัตต์ เพราะฉะนั้น ค่าอัตราสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพพลังงาน (EER) = อัตราการทำความเย็น (บีทียูต่อชั่วโมง)/ กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า (วัตต์) สำหรับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานจะใช้บอกประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศขนาดเล็กเช่นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และระบบปรับอากาศแบบแพ็คเกจขนาดเล็ก

2. ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Performance, ChP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพการทำความเย็น คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า)

TON = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (ตันความเย็น)

TON = (F × T)/50.4

F = ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น (ลิตรต่อนาที)

T = อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้าและไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)

KW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น (กิโลวัตต์)

ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (ChP) = กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า(กิโลวัตต์) / อัตราทำความเย็น(ตัน)

#### 2.3 ระบบไฟฟ้า [35]

กล่าวถึงระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญมากที่สุดในทุกสิ่งก่อสร้าง ไม่ว่าจะสิ่งก่อสร้างจะเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ไม่ว่าจะ เป็น โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า อาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงาน หมู่บ้าน ตึกสูง คอนโดมีเนียม เป็นต้น ก็ต้องมีระบบไฟฟ้าติดตั้งอยู่ ระบบไฟฟ้าจึงเป็นหัวใจหลักสำคัญที่สุด และระบบไฟฟ้าจำเป็นต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักของวิศวกรรมไฟฟ้า สร้างให้ถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับ และต้องตรวจสอบดูแล ปรับปรุงหากถึงเวลาซ่อมบำรุงให้ถูกต้องตามมาตรฐานของกฎหมาย ดังนั้นการจัดการระบบไฟฟ้าที่ดี ก่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้สูงสุด และที่สำคัญมีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้อยู่อาศัยภายในอาคารด้วย ในส่วนของรายงานฉบับนี้จะพูดถึงระบบไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงาน โดยขอบเขตที่จะตรวจสอบ ประกอบไปด้วยสายไฟฟ้าปกติ หรือที่เรียกว่าสายไฟนอลมอล สายไฟฟ้าฉุกฉิน หรือว่าสายไฟอีเมอร์เจนซี สายไฟฟ้าสัญญาณ โทรศัพท์ ตู้รวมสายไฟฟ้า รางสำหรับการวางสายไฟฟ้า จุดรวมสายไฟฟ้า การเข้าสายไฟฟ้าโดยใช้หัวน็อตเหล็ก สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่อยู่ในขอบเขตระบบไฟฟ้าที่จะทำการตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะ

ใช้มาตรฐานการออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย คงทน และเพื่อยืดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ใช้อยู่ในระบบ ให้ใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้ามีมาตรฐานที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าภูมิภาค และหน่วยงานต่างประเทศนำมายึดถือ โดยมาตรฐานของแต่ละประเทศที่สำคัญ [36] ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- BS (British Standard) ของสหราชอาณาจักร
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) ของประเทศเยอรมันนี
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น
- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

นอกจากนี้ยังกลุ่มประเทศที่ใช้มาตรฐานร่วมกันในหลายกลุ่มประเทศอีกด้วยได้แก่ [37]

- ISO (International Organization for Standardization) ISO เป็นองค์กรกำหนดมาตรฐานระหว่างประเทศ กำหนดมาตรฐานทั่วไปทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ยกเว้นทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์) โดยมาตรฐาน ISO จะใช้หน่วย SI จึงเป็นที่นิยมมาก เพราะว่าเป็นมาตรฐานสากลอย่างแท้จริง
- IEC (International Electrotechnical Commission) เป็นองค์กรระหว่างประเทศที่ร่างมาตรฐานทางด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และร่วมมือกับ ISO อย่างใกล้ชิด ได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ ตามแนวโน้มความเป็นสากลของโลก และตามโลกาภิวัตน์ โดยขณะนี้ IEC มีประเทศสมาชิกเกือบทุกประเทศในโลก
- EN (European Standard) หลายประเทศในทวีปยุโรปได้รวมตัวกันจัดตั้งคณะกรรมการที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานทางไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) CENELEC ได้จัดทำมาตรฐานทางไฟฟ้าของยุโรป คือ European Standard (EN) มาตรฐาน EN เป็นมาตรฐานบังคับ กล่าวคือ ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ได้ตามมาตรฐานนี้จะนำเขามาขายในกลุ่มประเทศสมาชิกไม่ได้ จุดประสงค์ คือ ทำให้เกิดการค้าเสรีเพราะถ้าอุปกรณ์ได้ตามมาตรฐานนี้แล้วก็สามารถนำเข้ามาขายได้ทุกประเทศ

จากมาตรฐานหลักๆทั่วโลกประเทศก็มีใช้มาตรฐานของต่างประเทศบ้าง แต่ส่วนใหญ่จะเป็นมาตรฐานของประเทศไทยเองก็คือ มอก. โดยรายละเอียดปลีกย่อยของมาตรฐาน มอก. มีดังนี้

### 2.3.1 มาตรฐานการติดตั้งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) [38]

มาตรฐานสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

- สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 11-2531
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 293-2541  
หมายเหตุ การไฟฟ้านครหลวง ห้ามใช้ในระบบสายแรงต่ำภายใน
- สายไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

### มาตรฐานสายไฟฟ้าเปลือย

- สายไฟฟ้าทองแดงรีดแข็ง สำหรับสายไฟฟ้าเหนือนดิน เป็นไปตาม มอก. 64-2517
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก. 85-2523
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก. 86-2523

### มาตรฐานตัวนำไฟฟ้า

- บัสบาร์ทองแดง (Copper Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- บัสบาร์อะลูมิเนียม (Aluminum Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของอะลูมิเนียม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- บัสเวย์ (Bus way) ต้องเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิต และได้มีการทดสอบแล้ว ตามมาตรฐานข้างต้น

### มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

- ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด
- ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะที่ใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกันหรือฝาครอบ
- เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

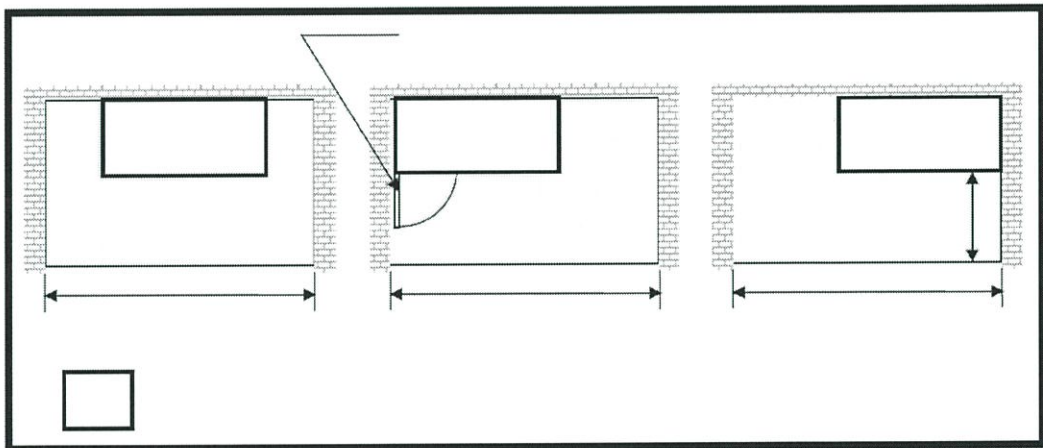
### มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

- ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด
- ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแสหรือเวลาโดยในขณะที่ใช้งานกระทำได้เฉพาะผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกันหรือฝาครอบ
- เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้

- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

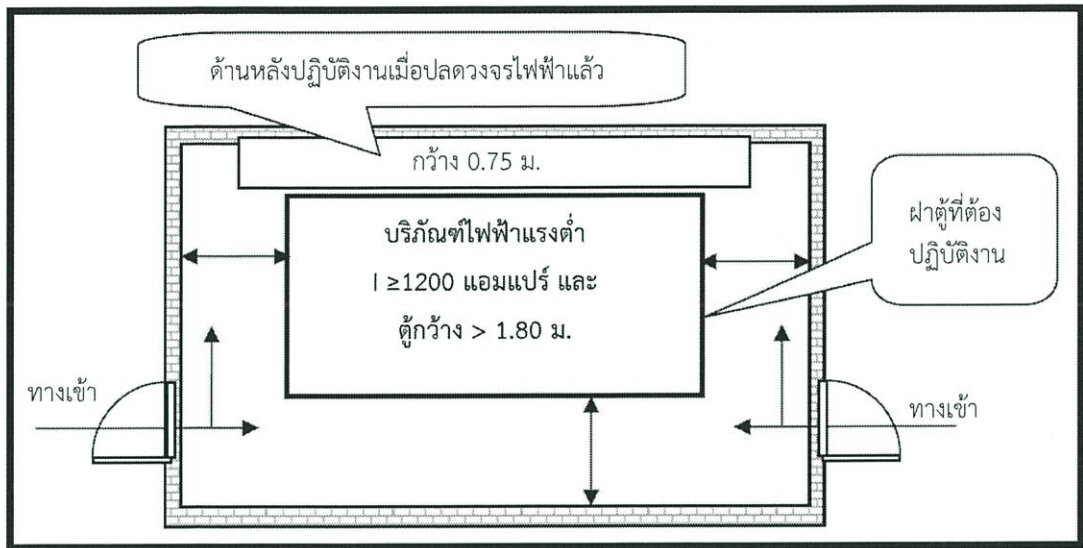
### 2.3.2 ธรรมเนียมการและผังเมือง [39]

ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าระบบแรงดันสูง ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าระบบแรงดันต่ำ ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า ที่มีโอกาสตรวจสอบ ปรับแต่งหรือบำรุงรักษาขณะมีไฟ ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร และไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริษัทไฟฟ้า ความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3 และที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูหรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกกรณีคอนกรีตอิฐ ผนัง กระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



รูปที่ 2.12 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับระบบแรงดันต่ำ ต้องมีทางเข้าขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตรที่จะเข้าไปถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริษัทไฟฟ้า ได้อย่างน้อยหนึ่งทาง สำหรับแผงสวิตช์และแผงควบคุม ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 1,200 แอมแปร์ขึ้นไป และมีความกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผงที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร



รูปที่ 2.13 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)

#### การต่อทางไฟฟ้า (Electrical Connection)

การต่อสายตัวนำ ต้องใช้อุปกรณ์ต่อสายและวิธีการต่อสายที่เหมาะสม โดยเฉพาะการต่อตัวนำที่เป็นโลหะต่างชนิดกัน ต้องใช้อุปกรณ์ต่อสายที่สามารถใช้ต่อตัวนำต่างชนิดกันได้ การต่อสายตัวนำ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

- **ขั้วต่อสาย (Terminals)** การต่อตัวนำเข้ากับขั้วต่อสาย ต้องเป็นการต่อที่ดี และไม่ทำให้ตัวนำเสียหาย ขั้วต่อสายต้องเป็นแบบบีบ หรือแบบขันแน่นด้วยหมุดเกลียว หรือแบบแป้นเกลียวในกรณีที่สายขนาดไม่ใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตร อนุญาตให้ใช้สายพันรอบหมุดเกลียวหรือเดือยเกลียว (stud) ได้แล้วขันให้แน่น
- **การต่อระหว่างสาย (การต่อสาย, Splices)**  
ต้องใช้อุปกรณ์สำหรับการต่อสายที่เหมาะสมกับงาน หรือโดยการเชื่อมประสาน (Brazing) การเชื่อม (Welding) หรือการบัดกรี (Soldering) ที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน หากใช้วิธีการบัดกรีต้องต่อให้แน่นทั้งทางกลและทางไฟฟ้าเสียก่อน แล้วจึงบัดกรีทับรอยต่อปลายสายที่ตัด ทิ้งไว้ต้องมีการหุ้มฉนวนด้วยเทปหรืออุปกรณ์ที่ทนแรงดันไฟฟ้าได้ เทียบเท่ากับฉนวนของสายและเหมาะสมกับการใช้งาน  
หมายเหตุ : อนุโลมให้ใช้วิธีต่อสายโดยตรงด้วยการพันเกลียวสำหรับสายแกนเดี่ยวที่มีขนาดไม่ใหญ่กว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร

### 2.3.4 ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ [40]

จากกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 [41] โดยข้อบังคับกฎหมายการส่องสว่างได้กล่าวไว้ว่า การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

(1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด

(2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

(3) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้น

#### ตารางที่ 2.2 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่จะใช้ได้โดยไม่เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
- สถานศึกษา สำนักงาน	14
- โรงแรมสรรพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
- โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

ว่าด้วยกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างตามความในมาตรา 6 และมาตรา 103 แห่งพระราชบัญญัติ การให้แสงสว่างที่ดี ทำให้ทำงานมีประสิทธิภาพ ระดับความเข้มแสงที่แนะนำ แสดงในตาราง จะแสดงระดับความสว่างที่แนะนำสำหรับประเภทต่างๆ ของการทำงาน กิจกรรม และตำแหน่งที่ตั้ง

#### ตารางที่ 2.3 ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ [42]

อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง(Lux)
ทางเข้า	
- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	200
- บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ หรือโต๊ะติดต่อลูกค้า	400
- ประตูทางเข้าใหญ่ของสถานประกอบการ	50
- ป้อมยาม	100
- จุดขนถ่ายสินค้า	100

พื้นที่สัญจร	
- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	20
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรเบาบาง	50
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น	50
ห้องฝึกอบรมและห้องบรรยายพื้นที่ทั่วไป	300
อาคารสถานีขนส่ง: ห้องจองตั๋วหรือห้องขายตั๋ว	400
ห้องคอมพิวเตอร์: บริเวณทั่วไป	400
ห้องประชุม	300
งานธุรการ	300
- ห้องถ่ายเอกสาร	300
- ห้องนิรภัย	100
ห้องพักผ่อน	
- ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าและบริเวณตู้เก็บของ	100
- ห้องพักผ่อน	50
ห้องสุขา	100
ห้องเก็บของ	
- เก็บรวบรวมไว้โดยไม่เคลื่อนย้าย	50
- เก็บรวบรวมไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย	100
- เก็บรวบรวมไว้โดยไม่เคลื่อนย้าย	100
- เก็บรวบรวมไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย	200

ระบบปรับอากาศหรือระบบการทำความเย็นภายในอาคาร หรือสำนักงานทั่วไปนั้น ได้มีกฎหมายไว้ควบคุมอยู่ ซึ่งก็คือกฎกระทรวงกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงพ.ศ. ๒๕๕๒ [43] กล่าวไว้ว่า ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจ นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล ความพร้อมของการผลิตและจำหน่ายเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ ตลอดจนการส่งเสริมและช่วยเหลือผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ

ค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ ให้กำหนดตามขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่ผู้ผลิตระบุตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ตารางแสดงมาตรฐานค่าประสิทธิภาพตามที่กฎหมายกำหนด [43]

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ (ตันความเย็น)	ค่าประสิทธิภาพพลังงาน (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกแบบ	ทุกขนาด	1.12 – 0.95
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	0.88 – 0.75
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือ แบบสกรอลล์	ทุกขนาด	0.70 – 0.60
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 300	0.67 – 0.54
		ตั้งแต่ 300 ขึ้นไป	0.61 – 0.50

### บทที่ 3

## วิธีการตรวจพลังงานในระบบต่างๆ

การตรวจสอบอาคารหอสมุดกลาง จะมีการตรวจสอบระบบหลักๆอยู่ 3 ระบบคือ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร โดยก่อนการตรวจวัดต้องมีการวางแผนการตรวจสอบในทุกๆระบบ เพื่อการวัดจะได้เกิดประสิทธิภาพและค่าที่ได้มีความแม่นยำมากที่สุด

### 3.1 วิธีการวัดระบบแสงสว่าง

การตรวจวัดระบบแสงสว่าง จะต้องมีการวางแผนการตรวจวัด โดยจะแบ่งออกเป็น 2 โชนหลักๆ คือการวัดความเข้มแสงภายในห้อง และการวัดความเข้มแสงตามทางเดิน โดยสาเหตุที่ต้องแยกการวัดเพราะการส่องสว่างของแสงบนพื้นที่ใช้งานนั้นแตกต่างกัน จึงทำให้ต้องแยกการวัดเพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของแสงสว่างให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ และคำนวณค่าเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

ตารางที่ 3.1 ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่

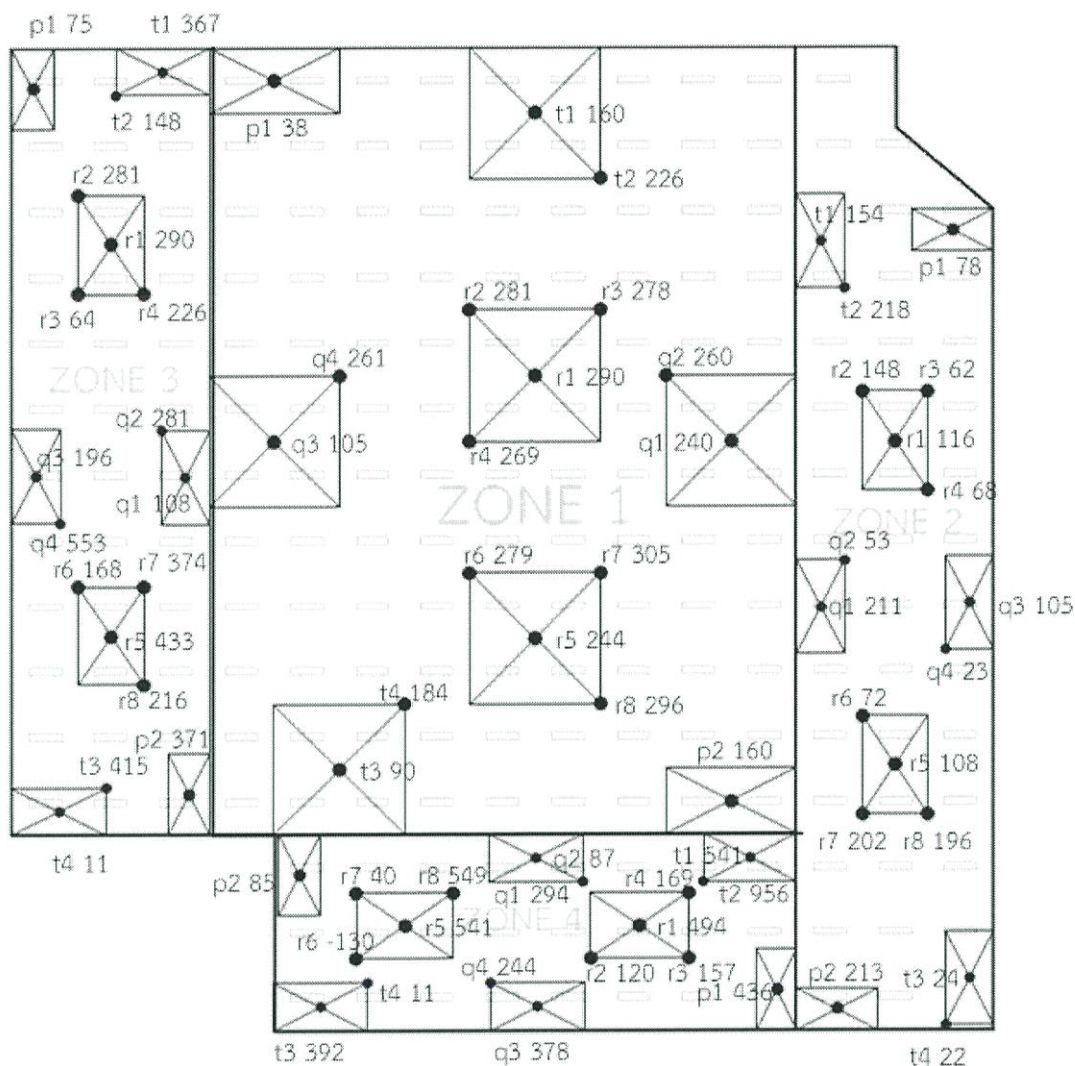
อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง(lux)
ทางเข้า	
- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	200
- บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ หรือโต๊ะติดต่อลูกค้า	400
- ประตูทางเข้าใหญ่ของสถานประกอบการ	50
- ป้อมยาม	100
พื้นที่สัญจร	
- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	20
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรเบาบาง	50
- ทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น	50
ห้องฝึกอบรมและห้องบรรยายพื้นที่ทั่วไป	300
ห้องคอมพิวเตอร์: บริเวณทั่วไป	400
ห้องประชุม	300
งานธุรการ	300
- ห้องถ่ายเอกสาร	300
- ห้องนิรภัย	100
ห้องสุขา	100
ห้องเก็บของ	
- เก็บรวบรวมไว้โดยไม่เคลื่อนย้าย	100
- เก็บรวบรวมไว้เพื่อการเคลื่อนย้าย	200

### 3.1.1 การตรวจวัดความเข้มแสงภายในห้อง

การวัดความเข้มแสงภายในห้อง คือ การจำลองกริดบนพื้นที่จะตรวจวัด โดยจะจำลองบนพื้นที่จริงขึ้นมา จากนั้นก็เลือกโซนที่จะตรวจวัด โดยจะต้องตรวจวัดในทุกรูปแบบโซนเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้องที่สุด ทั้งโซนอับแสง โซนที่มีแสงสว่างจ้า และโซนพื้นที่ใช้งานทั่วไป จากนั้นระบุตำแหน่งจุดต่างๆในแต่ละโซนเพื่อนำค่าที่ได้จากแต่ละจุดมาหาค่าเฉลี่ย จะได้ค่าความเข้มแสงที่หลอดไฟออกมา โดยการวัดค่าความเข้มแสงจะใช้ ลักซ์ มิเตอร์ (Lux Meter) ตำแหน่งของลักซ์ มิเตอร์ที่วัดจะต้องอยู่ในระดับใช้งาน (Mounting Height) อยู่ที่ประมาณ 85-90 เซนติเมตร ตัวอย่างการวัดค่าความเข้มแสงโถงวารสาร ชั้น 1



รูปที่ 3.1 การวัดค่าความเข้มแสงการส่องสว่าง



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้อง

แบ่งพื้นที่เป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณและสอดคล้องกับหลักทฤษฎีในการวัดค่าความเข้มแสง สมการในการคำนวณค่าความเข้มแสงเฉลี่ยดังนี้

$$E_{av} = \frac{R(N-1)(M-1) + Q(N-1) + T(M-1) + P}{NM}$$

เมื่อ  $N$  = จำนวนโคมต่อแถว

$M$  = จำนวนแถว

นำค่าความเข้มของการส่องสว่าง มาเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.1 เพื่อสรุปว่าค่าความส่องสว่างมีค่าตามมาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน ก็จะหาทางแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้ได้ค่าตามมาตรฐาน

### 3.1.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าความส่องสว่างภายในห้อง

จากรูปที่ 3.2 ที่ได้ทำการแบ่งพื้นที่เพื่อทำการตรวจวัดค่าความส่องสว่าง

- โถงอ่านวารสาร-หนังสือพิมพ์

- Zone 1 (N=9, M=12)

$$R = \frac{290 + 281 + 278 + 269 + 244 + 279 + 305 + 296}{8} = 280.25$$

$$Q = \frac{240 + 260 + 105 + 261}{4} = 217.5$$

$$T = \frac{160 + 226 + 90 + 184}{4} = 165$$

$$P = \frac{38 + 160}{2} = 99$$

$$E_{av} = \frac{280.25(9-1)(12-1) + 217.5(9-10) + 165(12-1) + 99}{9 \times 12} = 262.2 \text{ Lux}$$

- Zone 2 (N=3, M=15)

$$R = \frac{116 + 148 + 62 + 68 + 108 + 202 + 72 + 196}{8} = 121.5$$

$$Q = \frac{211 + 53 + 105 + 223}{4} = 98$$

$$T = \frac{154 + 218 + 24 + 22}{4} = 164.5$$

$$P = \frac{78 + 213}{2} = 145.5$$

$$E_{av} = \frac{121.5(3-1)(15-1) + 98(3-1) + 164.5(15-1) + 145.5}{3 \times 15} = 134.37 \text{ Lux}$$

- Zone 3 (N=3, M=12)

$$R = \frac{290 + 281 + 64 + 226 + 433 + 168 + 374 + 216}{8} = 256.5$$

$$Q = \frac{108 + 281 + 196 + 553}{4} = 284.5$$

$$T = \frac{367 + 148 + 415 + 11}{4} = 235.25$$

$$P = \frac{75 + 371}{2} = 223$$

$$E_{av} = \frac{256.5(3-1)(12-1) + 284.5(3-1) + 235.25(12-1) + 223}{3 \times 12} = 205.63 \text{ Lux}$$

- Zone 4 (N=8, M=3)

$$R = \frac{494 + 120 + 157 + 169 + 541 + (-130) + 40 + 549}{8} = 242.9$$

$$Q = \frac{294 + 87 + 378 + 244}{4} = 250.75$$

$$T = \frac{11 + 541 + 392 + 956}{4} = 475$$

$$P = \frac{85 + 436}{2} = 260.5$$

$$E_{av} = \frac{242.9(8-1)(3-1) + 250.75(8-1) + 475(3-1) + 260.5}{8 \times 3} = 275.48 \text{ Lux}$$

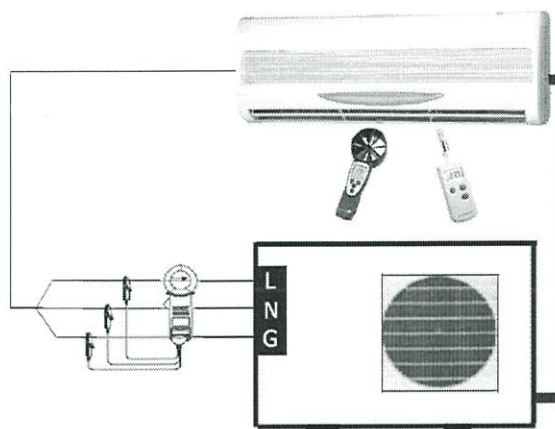
จากการคำนวณบริเวณอ่านหนังสือจะอยู่ใน โชน 1 นำค่าที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.1 ต่ำกว่ามาตรฐานที่เหมาะสมในการใช้งานนิดหน่อย ในส่วนของชั้นวางวารสารจะอยู่ใน โชน 2,3,4

### 3.2 การตรวจวัดระบบปรับอากาศ

การตรวจวัดระบบปรับอากาศนั้นสำคัญมากสำหรับโครงการตรวจวัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคารสำนักหอสมุดกลางฯ เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ส่วนใหญ่ภายในอาคารคือเครื่องปรับอากาศ โดยการตรวจวัดระบบเครื่องปรับอากาศนั้น จะทำการตรวจวัดความเร็วลมจ่ายและลมกลับ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ลมจ่าย ลมกลับ อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหา Enthalpy, TON และ BTU เพื่อนำไปคำนวณหา %EER จะทำให้ได้ระดับการประหยัดพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นเป็นเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในมาตรฐานการประหยัดพลังงานหรือไม่ นอกจากนี้ยังมีการตรวจวัดหากำลังไฟฟ้าขณะที่เครื่องปรับอากาศยังทำงานอยู่ นำไปเปรียบเทียบกับค่ากำลังพิกัดของเครื่องปรับอากาศเพื่อหาค่าประสิทธิภาพ (Efficiency) ถ้าหากประสิทธิภาพต่ำเกินไปนั้นหมายถึงการสิ้นเปลืองพลังงานโดยไม่จำเป็น

#### 3.2.1 วิธีการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ

1. ก่อนการตรวจวัดต้องการเปิดเครื่องปรับอากาศไว้อย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อให้มอเตอร์ทำงานได้เต็มกำลัง และเพื่อให้อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศคงที่
2. วัดขนาดของช่องลมจ่ายเพื่อใช้คำนวณหาพื้นที่หน้าตัด (A)
3. วัดความเร็วของลมจ่าย (FPM) ทุกช่องลมจ่ายเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ย
4. วัดอุณหภูมิด้านลมจ่ายและด้านลมกลับ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ที่ด้านลมจ่ายและลมกลับโดยใช้ (Anemometer)
5. วัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศโดยใช้แคลมป์มิเตอร์ (Clamp Meter) วัดที่คอมเพลสเซอร์ เพื่อหากำลังขณะที่เครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพ (Efficiency)



รูปที่ 3.3 วงจรการวัดเครื่องปรับอากาศ

การวิเคราะห์ระบบปรับอากาศว่าเครื่องปรับอากาศมีการประหยัดพลังงานหรือไม่ นั้น สามารถใช้ค่า %EER มาพิจารณาเปรียบเทียบได้ โดยการคำนวณหาค่า %EER เป็นอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำคามเย็น (BTU/Hr) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW) และค่า %EER ที่มีค่าไม่เกิน 1.13 kW/Ton จะหมายถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดไฟเบอร์ 5 โดยสมการที่จะคำนวณหาค่า %EER นั้นสามารถหาได้จาก

$$\frac{\text{kW}}{\text{Ton}} = \frac{12}{\text{EER}}$$

$$\text{CFM} = 60 \times V \times A$$

เมื่อ  $V$  = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับ (ft/min)

$A$  = พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับ (ft<sup>2</sup>)

### 3.2.2 วิธีการเทียบแผนภูมิไซโครเมทริกเพื่อค่า เอนทาลปี (Enthalpy)

การหาค่าเอนทาลปีนั้น สามารถหาได้จากการเทียบอุณหภูมิของอากาศด้านลมจ่ายกับด้านลมกลับ และเทียบความชื้นสัมพัทธ์ด้านลมจ่ายและลมกลับ โดยกำหนดให้  $H_s$  เป็นค่าเอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย และ  $H_r$  เป็นค่าเอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ มีหน่วยเป็น BTU/lb หรือจะสามารถคำนวณหาค่าเอนทาลปีได้จากสมการคณิตศาสตร์

$$Q_c = 4.5 \times \text{CFM} \times (H_r - H_s)$$

โดยที่

$$\text{EER} = \frac{Q_c}{W}$$

เมื่อ  $\text{CFM}$  = ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (ft<sup>3</sup>/min)

$H_r$  = เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ (BTU/lb dry air)

$H_s$  = เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย (BTU/lb dry air)

ตารางที่ 3.2 ระดับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

No.	EER	เกณฑ์
5	11.6 ขึ้นไป	ดีมาก
4	10.6 – 11.6	ดี
3	9.6 – 10.6	ปานกลาง
2	8.6 – 9.6	พอใช้
1	ต่ำกว่า 8.6	ต่ำ

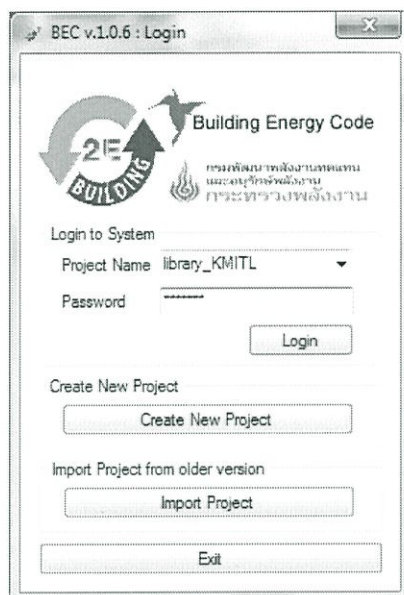
3.2.3 คำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของ (EER) ของเครื่องปรับอากาศแยกส่วน

พิกัดขนาดความเย็นการติดตั้ง	= 30000 btu/h
กำลังไฟฟ้าที่ตรวจวัด	= 2.1 kW
ปริมาณลมจ่าย	= 1072 CFM
อุณหภูมิด้านจ่าย	= 15.3 °C
อุณหภูมิด้านกลับ	= 20.4 °C
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านจ่าย	= 72%
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้านกลับ	= 64.5%
เอนทาลปีของอากาศด้านจ่ายออกเครื่องปรับอากาศ (Hs)	= 15 Btu/lb
เอนทาลปีของอากาศด้านกลับออกเครื่องปรับอากาศ (Hr)	= 19.2 Btu/lb
ความสามารถในการทำความเย็น (Qc)	= 4.5 x CFM x (Hr-Hs) = 4.5x1072x (19.2-15) = 20,260 Btu/h
ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (EER)	= Qc/W = 20260/2100 = 9.64

เมื่อนำค่า EER มาเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.2 พบว่าระดับประสิทธิภาพของการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เบอร์ 3 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

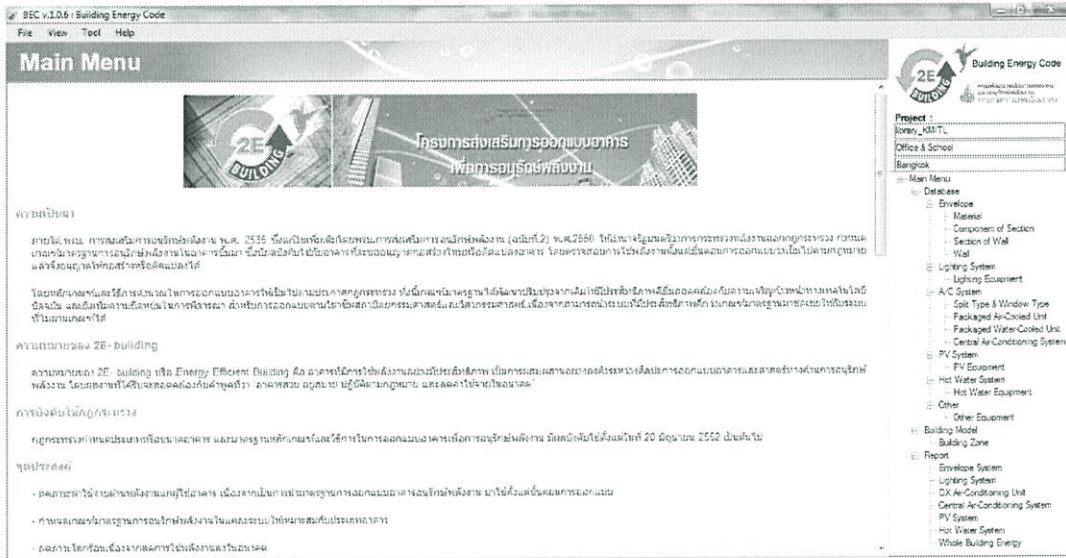
### 3.3 โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร: BEC Software

BEC เป็นโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในการตรวจและประเมินการออกแบบอาคารว่าเป็นไปตามที่กฎกระทรวงกำหนดหรือไม่ รวมทั้งช่วยสถาปนิก/วิศวกร ในการกำหนดแบบอาคารให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน โดยนำค่าต่างๆที่จำเป็นป้อนลงในโปรแกรม เช่น ชนิดของวัสดุ ก่อสร้าง กรอบอาคารที่ใช้ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อใช้ในการตรวจและประเมินโดยมีขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม BEC เริ่มจากการตั้งชื่อของอาคาร / โปรเจกต์ที่ต้องการตรวจประเมิน



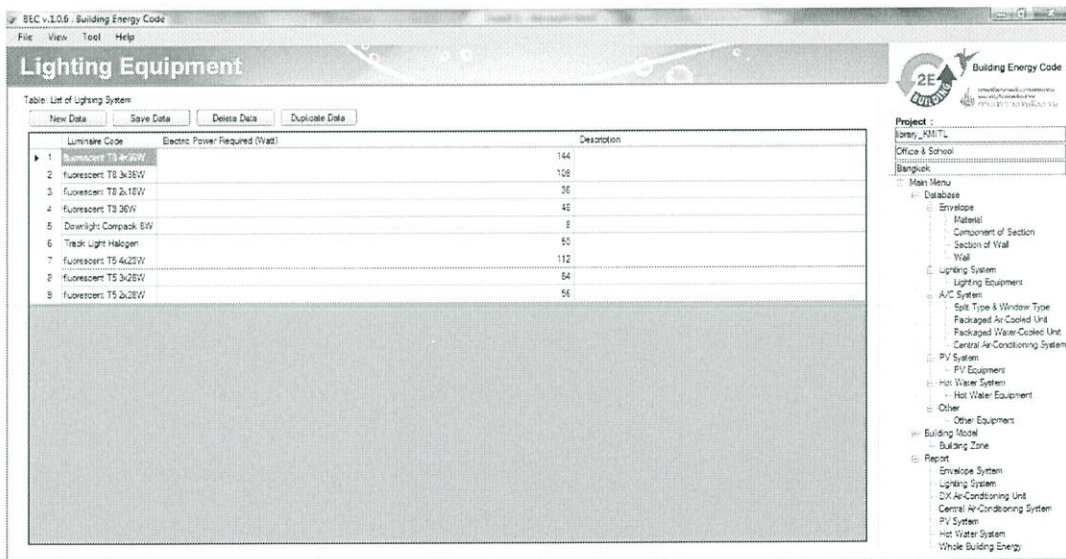
รูปที่ 3.4 หน้าต่างก่อนเข้าโปรแกรม BEC

เมื่อเข้ามาในหน้าจอโปรแกรมหลัก จะมี 3 ส่วนที่สำคัญคือ ฐานข้อมูล(Database) แบบจำลองอาคาร(Building Model) และรายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงาน(Report) ข้อมูลที่ต้องการนำไปประมวลผลจะกรอกลงในส่วนของ ฐานข้อมูล ซึ่งจะมี 6 ส่วนย่อยดังนี้ ข้อมูลกรอบอาคาร (Envelope) ข้อมูลระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ข้อมูลระบบปรับอากาศ (A/C System) ข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System) ข้อมูลระบบทำความร้อน (Hot Water System) ข้อมูลอุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าอื่นๆ (Other)

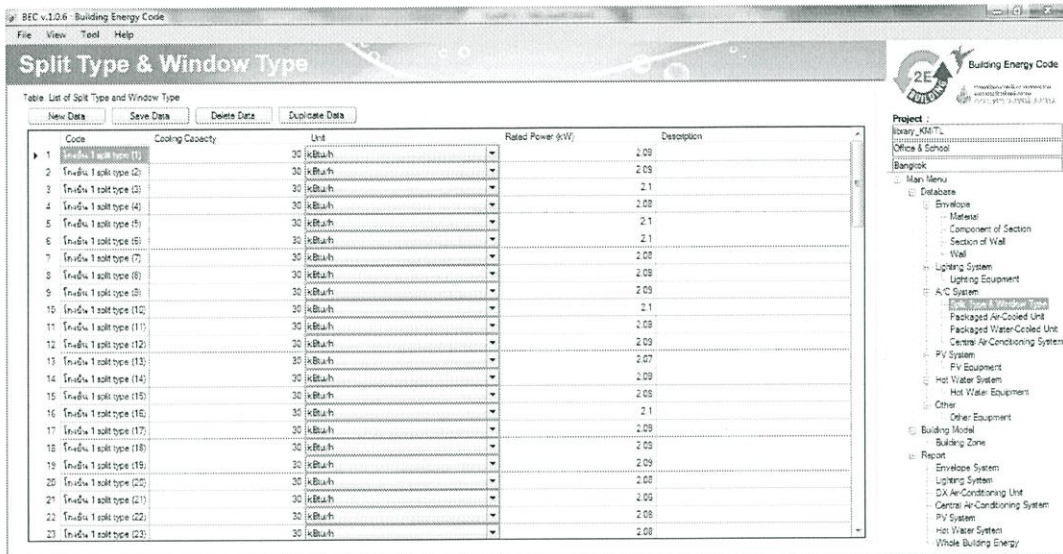


รูปที่ 3.5 หน้าจอหลักของโปรแกรม BEC

ใส่ข้อมูลในส่วนของ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) และข้อมูลระบบปรับอากาศ (A/C System) ในรูปที่ 3.6 และ 3.7 ตามลำดับ

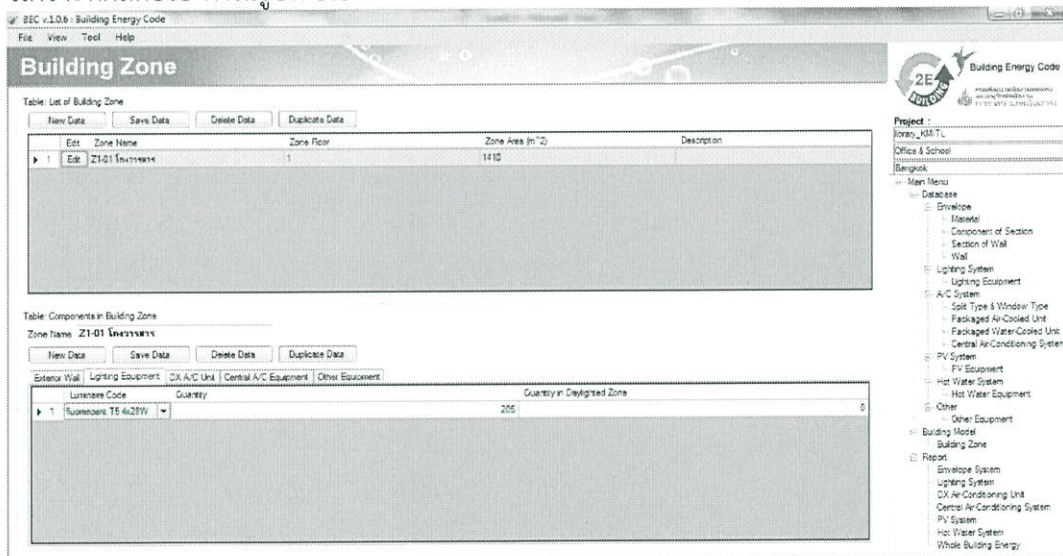


รูปที่ 3.6 ป้อนข้อมูลในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



รูปที่ 3.7 ป้อนข้อมูลในส่วนของระบบปรับอากาศ

หลังจากใส่ข้อมูลแล้ว นำมากำหนด Building Zone เพื่อให้โปรแกรมประเมินวิเคราะห์ผลต่อไป ดังในรูปที่ 3.8

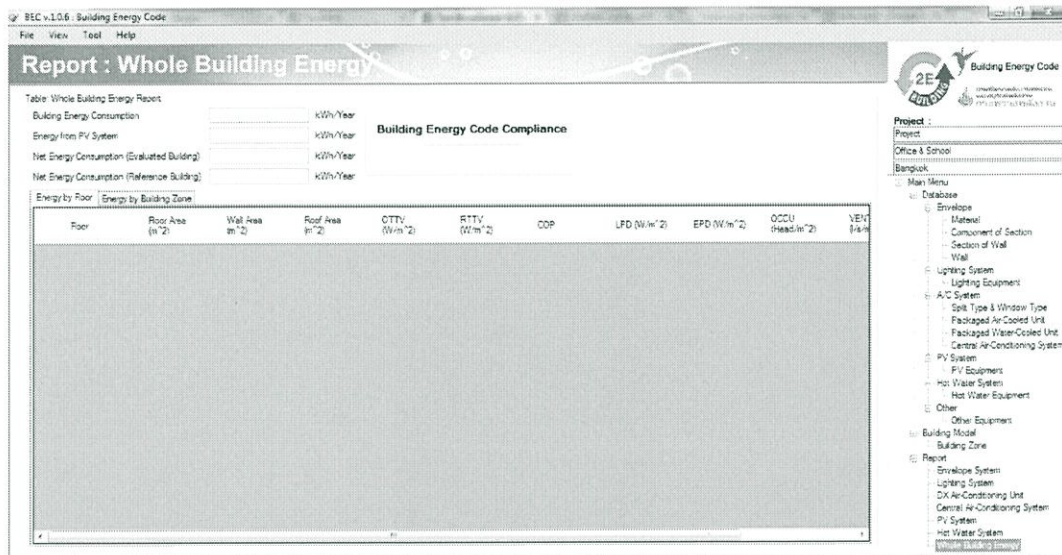


รูปที่ 3.8 ป้อนข้อมูล กำหนดพื้นที่และใส่ข้อมูลในส่วนต่าง

ในส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของ Report แสดงผลการวิเคราะห์ในส่วนต่างๆ ดังนี้ ในรูปที่ 3.9

- ระบบรอบอาคาร (Envelope System)
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)
- ระบบปรับอากาศ (Air-Conditioning System)
- ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System)

- ระบบทำความร้อน (Hot Water System)
- การใช้พลังงานรวมของอาคาร (Whole Building Energy)



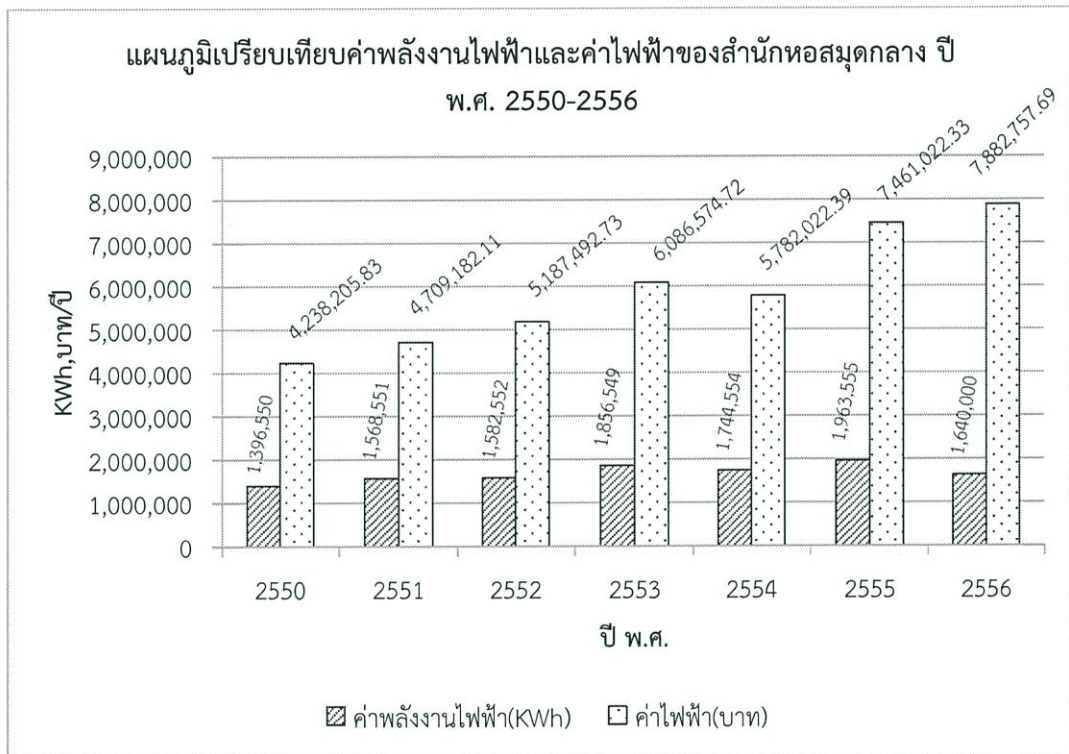
รูปที่ 3.9 จอแสดงผลของทุกระบบที่วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม BEC

## บทที่ 4

### ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์พลังงาน

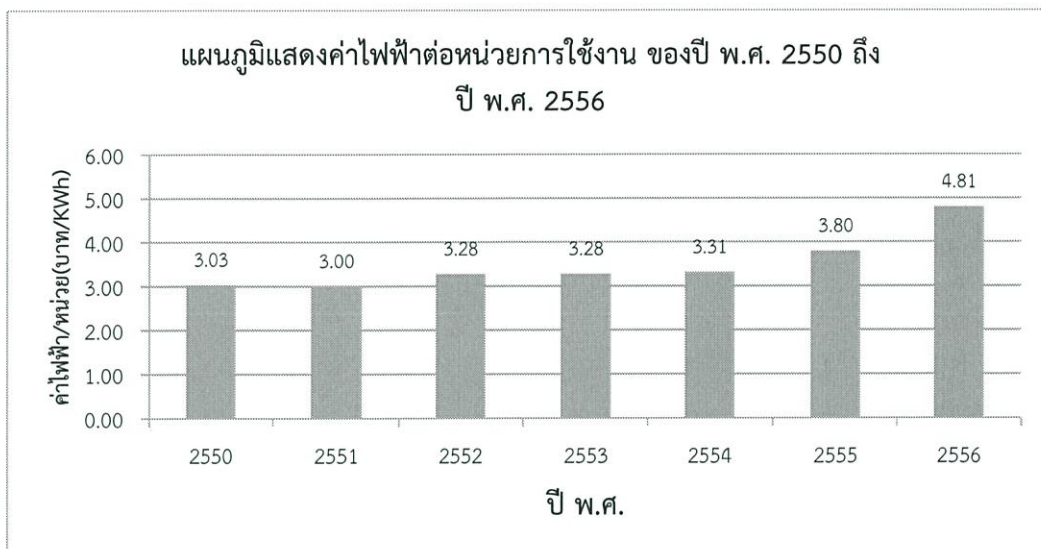
ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานโดยละเอียด แสดงในแฟ้มงานซีดีที่แนบมากับปฏิญญาพันธบัตรฉบับนี้ คณะผู้จัดทำโครงการแสดงเฉพาะส่วนที่สำคัญเท่านั้นซึ่งประกอบไปด้วย ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานในระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน รวมทั้งแสดงผลการตรวจสอบอาคารในด้านไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม Building Energy Code (BEC) ในการวิเคราะห์ค่าที่ได้จากการวัด และทำมาตรการปรับเปลี่ยนเพื่อให้อาคารสามารถประหยัดพลังงานได้สูงที่สุดตามความเหมาะสม

#### 4.1 ข้อมูลแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลางในปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี พ.ศ. 2556



รูปที่ 4.1 แผนภูมิเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี พ.ศ.2556

จากรูปที่ 4.1 แผนภูมิเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง ปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี พ.ศ. 2556 ในแต่ละปีค่าพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วยแต่อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่าไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด คือค่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้า ดังนั้นในการจะลดค่าไฟฟ้าไม่สามารถลดที่ตัวค่าไฟฟ้าได้แต่ต้องลดการใช้ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (KWh) ถ้าค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงได้มากค่าไฟฟ้าจะลดลงด้วยเช่นกัน ซึ่งค่าไฟฟ้าต่อหน่วยในแต่ละปีมีค่าไม่เท่าดังแสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงค่าไฟฟ้าต่อหน่วยการใช้งาน ของปี พ.ศ. 2550 ถึง ปี พ.ศ. 2556

จากรูปที่ 4.2 พบว่าอัตราค่าไฟฟ้าต่อหน่วยมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ปี 2550 ถึงปัจจุบัน พบว่าอัตราค่าไฟฟ้าสูงขึ้น

#### 4.2 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานในระบบแสงสว่าง

จากการสำรวจอาคารหอสมุดกลางในส่วนของโถงให้บริการชั้น 1 ชั้นลอย ชั้น 2 ชั้น 3 โชนอ่านหนังสือ และส่วนสำนักงานกลางแล้วพบว่าสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอด T8 (36w) เป็นส่วนใหญ่ โดยหลอด T8 เป็นหลอดที่มีการใช้งานมานานมาก โดยคุณสมบัติของหลอด T8 ถือว่าพอใช้ แต่มีข้อเสียขนาดหลอดที่ใหญ่และกินไฟฟ้าค่อนข้างมาก

จากการวิเคราะห์ และศึกษาเทคโนโลยีใหม่ๆจึงแนะนำให้ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5(28w) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีแบบใหม่ จุดเด่นของหลอด T5 ก็คือใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่า เพราะหลอด T5 ต้องใช้ร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้มีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าหลอด T8 ขนาด หลอด T5 มีขนาดที่เรียวกเล็กกว่าหลอด T8 ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด แต่หลอด T5 ก็มีข้อเสียอยู่เช่นเดียวกัน ก็คือ ราคาที่แพง ซึ่งถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงหลอดใหม่ทั้งหมดอาจจะใช้เงินลงทุนที่มากมาย แต่ถ้าหากพิจารณาถึงระยะเวลาที่ใช้งาน ก็จะสามารถทำให้คืนทุนในระยะเวลาที่ไม่นาน

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นชุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 สามารถลดการกินพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ผลการประหยัดพลังงานเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5

	หลอดชุดเดิม T8	หลอดชุดใหม่ T5	ประหยัดไฟฟ้า	ประหยัดพลังงาน %
หลอดไฟ	36W	28W	8W	22%
บัลลาสต์	10W	3W	7W	70%
รวม	46W	31W	15W	33%

ผลการสำรวจสำนักหอสมุดกลางโหนดของระบบแสงสว่างส่วนใหญ่เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ดังนั้นในการออกมาตรการเปลี่ยนหลอดไฟจึงแสดงในส่วนของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ชนิดหลอดไฟและจำนวนหลอดไฟ

ชนิดหลอด (Watt)	จำนวนหลอด(ดวง)
ฟลูออเรสเซนต์ T8 (36W)	4,096
ฟลูออเรสเซนต์ T8 (18W)	180

จากตารางที่ 4.1 และ ตารางที่ 4.2 จะเห็นว่าหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 หรือหลอดคอมน์ั้น สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 30% เหตุผลก็คือ T5 มีคุณสมบัติที่ดีกว่า โดยสาเหตุหลักก็คือหลอด T5 มีการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ต่างจากหลอด T8 ใช้บัลลาสต์แบบโลว์ลอส ซึ่งเป็นบัลลาสต์ที่มีความสูญเสียในแกนเหล็กสูงประมาณ 5 วัตต์แต่ต่อได้ 1 หลอดเท่านั้น หลอด T5 มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งมีความสูญเสียน้อยมาก ประมาณ 2 วัตต์และสามารถต่อได้ 2 หลอด ทำให้หลอด T5 มีการใช้พลังงานที่น้อยกว่าหลอด T8 มาก ดังนั้นเราจึงใช้โปรแกรมวิเคราะห์ว่า ถ้าหากเปลี่ยนหลอด T8 เป็นหลอด T5 ให้หมด จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้กี่โคม โคมละ 2 ดวง รวม 24 วัตต์(รวมบัลลาสต์) ซึ่งหลอดไฟทั้งหอสมุดกลางมีประมาณ 4,096 หลอดหรือ 2,048 โคม คิดเป็นการลดการใช้พลังงานไปได้ 49.152 kWh ซึ่งถ้าหากคิดเป็นค่าไฟก็จะเท่ากับ 236 บาทต่อชั่วโมง ซึ่งคิดการใช้งานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน จะสามารถประหยัดเงินไปได้ 1,887.43 บาทต่อวัน และสำนักหอสมุดกลางนั้นเปิดให้บริการทุกวัน ทำให้จะสามารถประหยัดเงินจากค่าไฟฟ้าไปได้ 688,914.432 บาทต่อปี แต่การเปลี่ยนหลอดจำเป็นต้องมีการลงทุน ซึ่งถ้าหากเปลี่ยนเป็นหลอด T5 จะมีราคาหลอดละ 90 บาท บัลลาสต์อันละ 500 บาทต้นทุนรวม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 อันจะใช้กับหลอดไฟ 2 หลอด จะใช้ต้นทุนทั้งหมด 1,392,640 บาท จะสามารถคืนทุนใน 2.02 ปี ซึ่งถ้าเทียบกับเวลาทำการที่เปิดให้บริการทุกวันเป็นเวลาอีกหลายปี ก็จะคุ้มค่าและจะสามารถคืนทุนอย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 4.3 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุนของหลอด T8 (36W) เทียบกับหลอด T5 (28W) ขนาด 120 เซนติเมตร

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อหลอด (Lighting Energy Saving per Lamp)	24 วัตต์/โคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี (Total Lighting Energy Saving per Year)	143,523.84 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี (Total Reduction Cost per Year)	688,914.432 บาท
ต้นทุนการเปลี่ยนแปลง (Cost)	1,392,640 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	2.02 ปี

ตารางที่ 4.4 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุนของหลอด T8 (18W) เทียบกับหลอด T5 (14W) ขนาด 55 เซนติเมตร

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อหลอด (Lighting Energy Saving per Lamp)	16 วัตต์/โคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี (Total Lighting Energy Saving per Year)	4,204.8 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี (Total Reduction Cost per Year)	20,183.04 บาท
ต้นทุนการเปลี่ยนแปลง (Cost)	53,100 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	2.6 ปี

มาตรการการลดการใช้พลังงานไฟฟ้านอกจากวิธีการใช้หลอด T5 แทน หลอด T8 แล้วยังสามารถใช้หลอด LED ได้เช่นเดียวกันโดย หลอด LED นั้นประหยัดการใช้พลังงานได้ดีกว่ามาก โดยจะสามารถประหยัดได้มากถึง 70% เมื่อเทียบกับหลอด T8 แบบทั่วไป ซึ่งเทคโนโลยีในปัจจุบันนั้นได้พัฒนาไป หากใช้หลอด T8 ชนิด LED ขนาด 120 เซนติเมตร จะกินไฟฟ้าเพียง 20 วัตต์/หลอด และไม่มีบัลลาสต์ ซึ่งต่างจากหลอด T8 แบบธรรมดา คือ จะกินไฟฟ้าหลอดละ 36 วัตต์ และใช้บัลลาสต์โลว์ลอสซึ่งมีความสูญเสียสูงมาก ซึ่งจะทำให้กินไฟฟ้าเพิ่มไปอีก 6-10 วัตต์ต่อหลอด นอกจากนี้หลอด LED ยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานมากประมาณ 50,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 50 เท่าของหลอดไส้ ที่มีอายุการใช้งานเพียง 1,000 ชั่วโมง และ มีอายุการใช้งาน 5 เท่าของหลอดตะเกียบหรือฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปที่มีอายุการใช้งานประมาณ 8,000 ชั่วโมง นอกจากนี้หลอด LED ยังมีข้อดีอีกมากมายหลายอย่าง คือ LED จะปล่อยความร้อนออกมาจากหลอดน้อยกว่าซึ่งถ้าหากใช้หลอดไฟ LED เยอะจะช่วยลดความร้อนซึ่งส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักน้อยลง เป็นการช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศในทางอ้อม หลอด LED ไม่มีการปล่อยแก๊สที่เป็นพิษต่อมนุษย์อย่างเช่น CO<sub>2</sub> หรือรังสี UV ซึ่งเป็นรังสีอันตราย หากสะสมเป็นเวลานาน หลอด LED นั้นสามารถควบคุมการปล่อยแสงออกมาได้เสถียรมากกว่าหลอดชนิดอื่นๆ และมีสีที่นวลตาดีกว่าทำให้ใช้งานได้สบายตากว่า อีกทั้งหลอด LED ยังมีความทนทาน ทนต่อการกระแทก กระแทกได้มากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบทั่วไป แต่ข้อเสียของหลอด LED นั้นคือมีราคาที่สูงมาก ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ที่ต้องคิดทบทวนให้ดี ในการเปลี่ยนแปลงการติดตั้งของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง แต่ถ้าหากมีการติดตั้งหลอด LED ไว้ตั้งแต่แรก จะทำให้ลดปัญหาเรื่องค่าไฟฟ้าไปได้เยอะมาก ซึ่งถ้าหากเปลี่ยนเป็นหลอด LED จะมีราคาหลอดละ 1,500 บาท ถ้าทำการเปลี่ยนหลอดหมดทั้ง 4,095 หลอด จะใช้ต้นทุนทั้งหมด 6,142,500 บาท จะสามารถคืนทุนใน 6.69 ปี ซึ่งถ้าเทียบกับเวลาทำการที่เปิดให้บริการทุกวันเป็นเวลาอีกหลายปี ก็จะไม่คุ้มค่าและการคืนทุนอาจจะช้ากว่า เมื่อเทียบกับหลอด T5

ตารางที่ 4.5 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุนของหลอด T8(20W) ชนิด LED เทียบกับหลอด T8(36W) แบบปกติ ขนาด 120 เซนติเมตร

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อหลอด (Lighting Energy Saving per Lamp)	21 วัตต์/หลอด
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี (Total Lighting Energy Saving)	251,166.72 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี (Total Reduction Cost per Year)	1,205,600.256 บาท
ต้นทุนการเปลี่ยนแปลง (Cost)	6,142,500 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	5.1 ปี

ตารางที่ 4.6 ตารางปริมาณการใช้หน่วยไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า และระยะเวลาการคืนทุนของหลอด T8(10W) ชนิด LED เทียบกับหลอด T8(18W) แบบปกติ ขนาด 55 เซนติเมตร

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อหลอด (Lighting Energy Saving per Lamp)	13 วัตต์/หลอด
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี (Total Lighting Energy Saving)	6,832.8 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี (Total Reduction Cost per Year)	32,797.44 บาท
ต้นทุนการเปลี่ยนแปลง (Cost)	216,000 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	6.6 ปี

#### 4.3 ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงานในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจอาคารสำนักหอสมุดกลางเครื่องปรับอากาศมี 2 ชนิดคือ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) และเครื่องปรับอากาศแบบระบบส่งจ่ายลมเย็น (AHU) โดยมีการติดตั้งและใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type) พิกัดทำความเย็น 30,000 BTU อยู่จำนวน 46 ตัว ซึ่งติดตั้งอยู่ในโรงให้บริการชั้นที่ 1 ติดตั้งทดแทนในระบบปรับอากาศชนิด AHU ที่เสียหายไป ส่วนของเครื่องปรับอากาศแบบระบบส่งจ่ายลมเย็น (AHU) ที่พิกัดทำความเย็นแตกต่างกันหลากหลายพิกัดแล้วแต่พื้นที่การใช้งาน โดยพิกัดที่มีอยู่ก็หลากหลายเช่น 50,000 , 60,000 , 70,000 , 84,000 , 90,000 , 100,000 และ 120,000 บีทียู ตามปกติแล้วสำนักหอสมุดกลางใช้ระบบปรับอากาศแบบส่งลมเย็นง่ายแต่เนื่องจากที่โรงชั้น 1 มีปัญหาที่เกิดจากการใช้งานมาอย่างยาวนานทำให้เกิดการชำรุดเสียหาย และก่อให้เกิดมลภาวะทางเสียง รบกวนการทำงานของผู้ที่มาใช้บริการ และทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานอย่างมาก จึงเป็นส่วนที่ต้องแก้ไข โดยปัจจุบันนี้ทางสำนักหอสมุดกลางได้ทำการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเพื่อทำงานแทนแบบส่งจ่ายความเย็น 46 เครื่อง แต่ชั้น 2 และส่วนอื่นๆ ยังคงใช้งานเครื่องปรับอากาศแบบ AHU อยู่ปกติ โดยบางส่วนอาจจะมีปัญหาบ้างแต่ก็เป็นโซนพื้นที่ใช้งานที่ไม่มาก สามารถซ่อมบำรุงได้ตลอดเวลา แต่มีค่าใช้จ่ายไม่มากนัก ชั้น 3 และ โซนสำนักงานก็เช่นเดียวกัน ใช้เครื่องปรับอากาศแบบ AHU อยู่

#### 4.3.1 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากการเก็บข้อมูลเครื่องปรับอากาศทั้งหมดภายในสำนักหอสมุดกลาง แล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้นไม่มีปัญหา สามารถทำงานได้ปกติ เนื่องจากการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 46 เครื่องนั้น ติดตั้งได้เพียง 1 ปี การซ่อมบำรุงรักษาซึ่งยังไม่มีและการทำงานเป็นไปอย่างปกติ อย่างไรก็ตามก็ได้มีการวัดอุณหภูมิลมจ่าย ลมกลับ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลมที่ออกจากลมจ่ายผ่านหน้ากากปล่อยลมของเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะหาประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ และหาประสิทธิภาพการทำความเย็น (EER) ผลการทดลองที่บันทึกได้นั้นแสดงอยู่ในภาคผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บมาได้นั้น ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งมีประสิทธิภาพการทำงานที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ปัญหาที่พบก็คือการใช้งานเครื่องปรับอากาศเป็นเวลานาน ทำให้เครื่องคอมเพรสเซอร์อาจจะมีปัญหา หรือขาดการบำรุงรักษาทำให้การทำงานลดลง วิธีการแก้ไขก็คือควรตรวจสอบการใช้งานอยู่เสมอ และควรมีการล้างเครื่องปรับอากาศเป็นประจำ ในทุกๆ 6 เดือน หรือ 12 เดือน ซึ่งจะช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้เบาลง โดยได้ทดลองวัดการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน พิกัด 37,408 บีทียู 3.388 kW ก่อนทำความสะอาดล้างเครื่องปรับอากาศนั้น วัดกำลังได้ 3.253 kW หลังการทำความสะอาด วัดใช้ 2.73 kW จากผลข้างต้นจะเห็นว่า มีการใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลง 0.523 kW ซึ่งลดพลังงานคิดเป็น 16% ซึ่งจากการสู่วัดเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังทำความสะอาดแล้ว จะได้ผลว่า จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 10-20% ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ อย่างเช่น พิกัดของเครื่องปรับอากาศ พื้นที่การใช้งานอาจจะไม่เท่ากัน หรือการทำความสะอาดไม่ได้เหมือนกันทุกเครื่องปรับอากาศ อาจจะทำให้ลดการใช้พลังงานได้ไม่เท่ากัน หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละที่ไม่เท่ากัน

**ตารางที่ 4.7** ผลการลดการใช้พลังงานโดยการทำความสะอาด และบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อเครื่อง (Air Condition Energy Saving per Year)	0.2 kWh
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี (Total Lighting Energy Saving)	26,864 kWh
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี (Total Reduction Cost per Year)	128,948 Baht
ต้นทุนการล้างทำความสะอาด (Cost per unit per year)	1,000 Baht
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	0.17 ปี


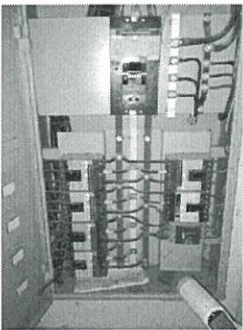
#### 4.3.2 มาตรการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบส่งจ่ายลมเย็น

ผลการบันทึกการทดลองของระบบเครื่องปรับอากาศชนิดส่งลมเย็นจ่ายแสดงในภาคผนวกที่ 2 เนื่องสำนักหอสมุดกลางฯ ยังคงมีการใช้งานระบบปรับอากาศแบบส่งจ่ายลมเย็น (AHU) ซึ่งระบบการส่งจ่ายลมเย็นนั้น สามารถให้ความเย็นได้ทั่วถึง และเท่าเทียมกันในแต่ละจุดพื้นที่การใช้งาน ซึ่งเป็นข้อดีที่แยกชนิดแยกส่วนไม่สามารถทำได้ เพราะจะจ่ายลมเย็นแค่บางพื้นที่เท่านั้น


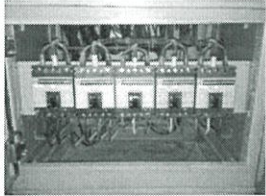
แต่เครื่องปรับอากาศชนิดส่งจ่ายลมเย็นก็มีข้อเสียเช่นเดียวกันคือการซ่อมบำรุงรักษาที่ทำได้ยาก เพราะการติดตั้งเป็นไปอย่างซับซ้อน การซ่อมบำรุงรักษาจึงยากตามไปด้วย และค่าซ่อมบำรุงรักษาก็สูงเช่นเดียวกัน อีกทั้งในระหว่างการเกิดปัญหาหารหว่างรอการซ่อมบำรุง ถ้าหากมีการใช้งานก็จะมีผลกระทบก็คือมลภาวะทางเสียง และทางกล ก็คือ จะมีเสียงดังตลอดเวลา ในระหว่างนี้อาจจะมีน้ำที่หยดลงบนพื้นตลอดเวลาและ การชำรุดอาจจะทำให้เกิดปัญหา อันตรายหรืออุบัติเหตุได้ ดังนั้น มาตรการที่จะเข้ามาควบคุมดูแลระบบปรับอากาศชนิดส่งจ่ายลมเย็นนั้น ก็คือ ต้องมีการตรวจสอบคุณภาพการใช้งานตลอด ทุกๆ 6 เดือน การซ่อมบำรุงรักษานั้นต้องเคร่งครัดตามมาตรฐาน และต้องมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรเปิดติดต่อกันเกินกว่า 10 ชั่วโมง เพื่อให้เครื่องปรับอากาศได้พักการทำงาน เป็นการไม่ฝืนการทำงานเกินไป หมั่นสังเกตการณ์ทำงานของเครื่องปรับอากาศว่าเป็นไปอย่างปกติหรือเปล่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การดูแลเอาใจใส่ของผู้ดูแล และผู้ใช้งานทุกคน

#### 4.4 ผลการตรวจวัดด้านความปลอดภัย

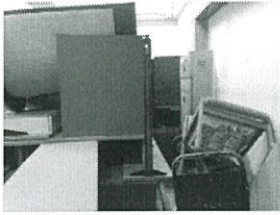

ตารางที่ 4.8 การตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในห้องควบคุมไฟฟ้า

ชั้น	ลำดับที่	รูปภาพ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
1	1		<ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ภายในห้องควบคุมไฟฟ้าไม่เป็นระเบียบ มีสิ่งของวางกระจัดกระจายไปทั่วห้อง ซึ่งกีดขวางการปฏิบัติงาน</li> <li>- ตู้ไฟฟ้าไม่สามารถเปิดออกได้ 90 องศา</li> <li>- พื้นที่หน้าตู้ไฟฟ้า มีสิ่งของกีดขวาง ทำให้ไม่สะดวกในการตรวจวัดและซ่อมบำรุง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ควรนำสิ่งของมาวางภายในห้องควบคุมไฟฟ้า จัดห้องให้เป็นระเบียบ</li> <li>- ยึดปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า ซึ่งตู้ควบคุมไฟฟ้าต้องสามารถเปิดออกได้ 90 องศาทุกกรณี และมีทางเดินไปยังตู้ไฟฟ้าได้อย่างสะดวก ไม่มีสิ่งของกีดขวาง</li> </ul>
1	2		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ภายในตู้ไฟฟ้ามีเศษขยะ หยากใย และฝุ่นเกาะมาก ขาดการทำความสะอาด</li> <li>- อาจทำให้มีสัตว์เข้าไปอาศัยอยู่ หากขาดการดูแล</li> <li>- ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น เกิดการลัดวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ไม่ให้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ และป้องกันการทำลายนวงจรไฟฟ้าจากสัตว์</li> </ul>

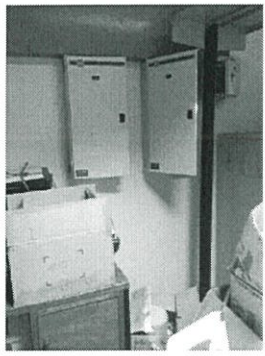

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) การตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในห้องควบคุมไฟฟ้า

ชั้น	ลำดับ ที่	รูปภาพ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
2	3		<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งของวางกระจัดกระจายทั่วห้อง และปิดกั้นทางเดินไปยังตู้ไฟฟ้า ไม่สามารถเดินเข้าไปตรวจสอบได้ ซึ่งหากมีกรณีฉุกเฉินจะกีดขวางการทำงานอย่างมาก</li> <li>- อาจทำให้มีสัตว์เข้าไปอาศัยอยู่ หากขาดการดูแล</li> <li>- หากเกิดไฟไหม้ อาจทำให้ไฟลุกลามรวดเร็วมากยิ่งขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ควรนำสิ่งของมาวางภายในห้องควบคุมไฟฟ้า จัดห้องให้เป็นระเบียบ</li> <li>- ยึดปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า ซึ่งตู้ควบคุมไฟฟ้าต้องสามารถเปิดออกได้ 90 องศาทุกกรณี และมีทางเดินไปยังตู้ไฟฟ้าได้อย่างสะดวก ไม่มีสิ่งของกีดขวาง</li> </ul>
2	4		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ภายในตู้ไฟฟ้ามีหยากไย่และฝุ่นเกาะมาก ขาดการทำความสะอาด</li> <li>- ก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น เกิดการลัดวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ไม่ให้เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์ และป้องกันการทำลายนวงจรไฟฟ้าจากสัตว์</li> </ul>

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) การตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในห้องควบคุมไฟฟ้า

ชั้น	ลำดับ ที่	รูปภาพ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
3	5		<ul style="list-style-type: none"> <li>- สิ่งของวางกระจัดกระจายทั่วห้อง และปิดกั้นทางเดินไปยังตู้ไฟฟ้า ไม่สามารถเดินเข้าไปตรวจสอบได้ ซึ่งหากมีกรณีฉุกเฉินจะกีดขวางการทำงานอย่างมาก</li> <li>- อาจทำให้มีสัตว์เข้าไปอาศัยอยู่ หากขาดการดูแล</li> <li>- หากเกิดไฟไหม้ อาจทำให้ไฟลุกลามรวดเร็วมากยิ่งขึ้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่ควรนำสิ่งของมาวางภายในห้องควบคุมไฟฟ้า จัดห้องให้เป็นระเบียบ</li> <li>- ยึดปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยในระบบไฟฟ้า ซึ่งตู้ควบคุมไฟฟ้าต้องสามารถเปิดออกได้ 90 องศาทุกกรณี และมีทางเดินไปยังตู้ไฟฟ้าได้อย่างสะดวก ไม่มีสิ่งของกีดขวาง</li> </ul>
3	6		<ul style="list-style-type: none"> <li>- สายไฟเลื้อยและถูกแปะล้อยิ่งไว้ เป็นอันตรายอย่างมาก</li> <li>- หากสายไฟมีไฟฟ้า และไปสัมผัสโดนเข้าจะถูกไฟดูด ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมาก</li> <li>- เป็นต้นเหตุให้เกิดอันตรายได้ เช่น เกิดการลัดวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พันปลายสายไฟที่เปลือยด้วยเทปดำให้สนิทแล้วนำไปเก็บในรางสายไฟให้เรียบร้อย ไม่ปล่อยทิ้งไว้</li> <li>- ในระบบไฟฟ้า เมื่อพบปัญหาควรรีบแก้ไขทันที ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ เพราะอาจเกิดปัญหาร้ายแรงตามมา ที่จะก่อความเสียหายได้</li> </ul>

ตารางที่ 4.8 (ต่อ) การตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในห้องควบคุมไฟฟ้า

ชั้น	ลำดับ ที่	รูปภาพ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไขปัญหา
4	7		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตู้ไฟฟ้าถูกเปิดทิ้งไว้ ไม่ปิดให้เรียบร้อย</li> <li>- หากมีน้ำรั่วซึมจากเพดานไปโดนเข้า อาจเกิดไฟฟ้าลัดวงจรได้</li> <li>- อาจมีสัตว์เข้าไปกัดและทำลายวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นอันตรายอย่างมาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อมีการเปิดใช้ตู้ไฟฟ้า ควรตรวจสอบความเรียบร้อยให้ดีก่อนออกจากห้องควบคุมไฟฟ้า เพื่อความปลอดภัยตามมาตรฐานความปลอดภัย</li> </ul>
4	8		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไม่มีการเก็บสายไฟเข้ารางอย่างถูกต้อง สายไฟไม่เป็นระเบียบ และปล่อยทิ้งไว้</li> <li>- อาจถูกสัตว์กัด และทำลายสายไฟได้ง่ายตาย เพราะไม่มีการจัดเก็บเข้ารางให้เรียบร้อย แต่ปล่อยทิ้งไว้</li> <li>- อาจโดนน้ำหรือฝุ่น ซึ่งจะก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น ไฟฟ้าลัดวงจร ที่เป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตามมาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า ต้องมีการจัดเก็บสายไฟให้เรียบร้อย และสายไฟมีจำนวนมากควรจัดเก็บใส่รางสายไฟให้ดี</li> </ul>

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิเคราะห์และข้อเสนอแนะ

สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามพระราชบัญญัติ กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ การออกแบบอาคาร พ.ศ. 2552 แต่ถ้าหากพิจารณาถึงมาตรฐานการประหยัดพลังงาน ในแต่ละพื้นที่แต่ละส่วนว่าอยู่ในเกณฑ์ประหยัดพลังงานหรือไม่ จากข้อมูลที่ได้เก็บสำรวจมานั้น สามารถสรุปได้ว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานประหยัดพลังงาน โดยอ้างอิงตามกฎกระทรวง กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการจัดการพลังงาน พ.ศ.2552 โดยสามารถสรุปได้ว่าสำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังนั้น มีระบบไฟฟ้าที่ผ่านมาตรฐานในการติดตั้ง และสามารถเปิดให้บริการได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย แต่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการประหยัดพลังงาน เนื่องจากมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกินความจำเป็นอยู่ ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองพลังงาน โดยการทดลอง สำรวจเก็บผลการทดลอง การวิเคราะห์และการคำนวณต่างๆ รวมทั้งมาตรการ แนวทางการแก้ไขปัญหา สามารถดูได้จากแผ่นซีดีที่แนบมากับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

#### 5.1 สรุปแนวทางการประหยัดพลังงานทั้งหมด

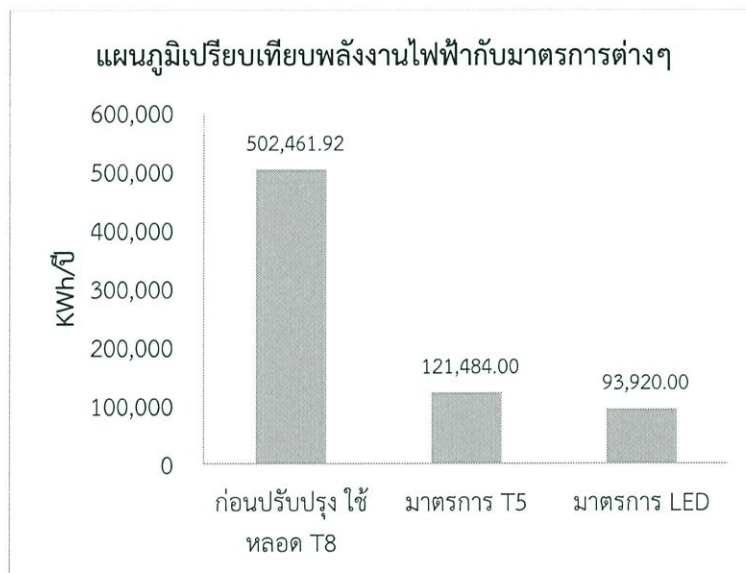
สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีมาตรการการประหยัดพลังงานในรูปแบบต่างๆ ทั้งการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้า

ตารางที่ 5.1 สรุปแนวทางการประหยัดพลังงานทั้งหมดประกอบไปด้วยการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้า และการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศประสิทธิภาพสูง

แนวทางการประหยัด	ปริมาณที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
เปลี่ยนหลอด T8(36W) เป็นหลอด T5(28W) ขนาด 120 เซนติเมตร	143,523.84	688,914.432	1,392,640	2.02
เปลี่ยนหลอด T8(18W) เป็นหลอด T5(14W) ขนาด 55 เซนติเมตร	4,204.8	20,183.04	53,100	2.6
เปลี่ยนชนิดหลอด T8(36W) เป็น LED(20W) ขนาด 120 เซนติเมตร	251,166.72	1,205,600.256	6,142,500	5.1
เปลี่ยนชนิดหลอด T8(18W) เป็น LED(10W) ขนาด 55 เซนติเมตร	6,832.8	32,797.44	216,000	6.6
การล้างทำความสะอาด เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน	26.864	128,948	23,000	0.17
<b>รวม</b>	<b>298,567.664</b>	<b>1,103,238.68</b>	<b>6,762,650</b>	<b>6.69</b>

จากตารางที่ 5.1 สามารถสรุปได้ว่า มาตรการที่จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นก็คือการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟ ในที่นี้เปลี่ยนจากหลอด T8 เป็นหลอด T5 ทั้งสองขนาดความยาว

120 เซนติเมตร และ 55 เซนติเมตร จะสามารถลดหน่วยการใช้ไฟฟ้า ค่าไฟฟ้า แต่อาจจะใช้เวลาการคืนทุนสักระยะหนึ่ง แต่ก็ได้ใช้เวลาที่ยาวนานมากเท่าไร ซึ่งต่างจากการเปลี่ยนจากชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นชนิดหลอด LED ซึ่งจะสามารถลดค่าไฟฟ้าได้เยอะมาก แต่ต้นทุนที่สูงมากจึงทำให้คืนทุนช้ามากเช่นเดียวกัน การปรับเปลี่ยนหลอดทั้งหมดเป็นชนิด LED จึงไม่เหมาะสม หากแต่การเปลี่ยนหลอด LED เป็นเฉพาะพื้นที่บางจุดจะเหมาะสมกว่า จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และระยะเวลาคืนทุนที่รวดเร็วขึ้น ส่วนระบบปรับอากาศมาตรการการประหยัดพลังงานก็คือการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศเป็นชุดๆ ในแต่ละช่วงเวลาจะช่วยประหยัดพลังงานได้ ส่วนมาตรการประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ คือการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ทุกๆ 12 เดือน นอกจากนั้นต้องมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศประจำปีหรือทุกๆ 6 เดือนเช่นเดียวกัน เพื่อให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นไปอย่างเต็มที่ และทำงานอย่างปลอดภัย

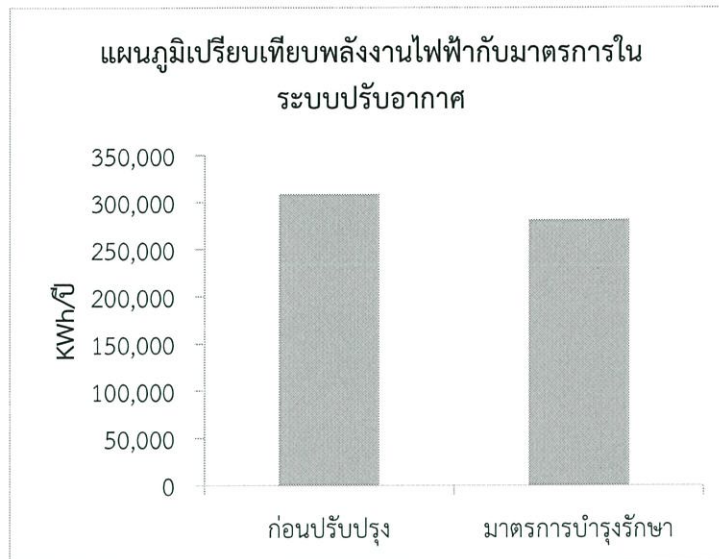


รูปที่ 5.1 แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ากับมาตรการต่างๆในระบบแสงสว่าง

## 5.2 มาตรการ และข้อเสนอแนะ ที่สามารถอนุรักษ์พลังงานของระบบต่างๆ

### 5.2.1 มาตรการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง

1. ปิดไฟแสงสว่างในเวลาที่ไม่ใช้งาน เลิกงาน เวลาพักหรือพื้นที่ที่ไม่มีคนอยู่ ยกเว้นเส้นทางออกฉุกเฉิน หรือทางเดินในที่แคบเท่านั้น
2. ในเวลากลางวันหากในบริเวณที่แสงสามารถเข้าถึงได้ ก็ปิดไฟแสงสว่างในส่วนที่แสงสามารถช่วยให้ความสว่างได้ จะสามารถลดการใช้พลังงานแสงสว่างได้อีกหนึ่งทาง
3. สำหรับบางพื้นที่ที่ให้แสงสว่างเกินความจำเป็น สามารถปิดการใช้งานหลอดไฟที่เกินความจำเป็นได้ หรือนำหลอดไฟ้ออก แต่ยังคงการให้แสงสว่างตามมาตรฐาน
4. ติดตั้งระบบเปิด ปิดไฟอัตโนมัติ โดยใช้ระบบเซนเซอร์ตรวจจับการใช้งาน เปิดเมื่อมีคนใช้งานในพื้นที่นั้น และปิดเมื่อไม่มีคนใช้งาน เหมาะกับพื้นที่ที่ใช้งานในระยะเวลานั้นๆ เช่นห้องน้ำ และห้องเก็บของ
5. สำหรับผนังห้องต่างๆ หรือพื้นที่ใช้งานควรใช้เป็นสีขาว เพื่อช่วยการสะท้อนของแสงได้ดีขึ้น



รูปที่ 5.2 แผนภูมิเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ากับมาตรการในระบบปรับอากาศ

#### 5.2.2 มาตรการประหยัดพลังงานระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

1. การเปิดใช้งานของเครื่องปรับอากาศควรเปิดในส่วนเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และเวลาที่จำเป็นเท่านั้น หากในเวลาพักที่พักไม่เกิน 45 นาที ไม่ควรที่จะปิดเครื่องปรับอากาศทั้งหมด อาจเปิดแค่บางส่วนเพื่อที่จะรักษาความเย็นเอาไว้ เพื่อหลังจากการพักกลางวันเครื่องปรับอากาศจะสามารถทำงานต่อได้ทันที ไม่ต้องเริ่มทำความเย็นใหม่ซึ่งจะสูญเสียพลังงานมากกว่าการปิดเครื่องปรับอากาศหมดทั้งระบบ
2. ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศควรตั้งโหมดแบบอัตโนมัติ เพื่อให้เครื่องปรับอากาศทำงานตามสภาพอากาศภายในห้อง เพราะการตั้งโหมดความเย็นสูงสุดทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักเกินไปและจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน
3. การปิดการใช้งานเครื่องปรับอากาศนั้น ควรจะปิดการใช้งานเครื่องปรับอากาศก่อนเวลาเลิกใช้เป็นเวลาประมาณ 30 นาที เพราะหลังจากการปิดการใช้งานนั้น ความเย็นในห้องจะยังคงอยู่ระยะหนึ่ง
4. ภายในห้องควรมีผ้าม่านกันแสงรังสีของแสงแดดภายนอกอาคารที่เข้ามาผ่านกระจกหรือหน้าต่าง เพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาภายในห้อง และลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
5. ควรจะอุดช่องว่าง หรือรูรั่ว ระหว่างภายนอกห้องและภายในห้องนั้น เพื่อไม่ให้อากาศภายในห้องไหลออกไปนอกห้อง เช่น ไม่ควรเปิดกระจก หน้าต่าง หรือบานเกล็ด แม้แต่ช่องระหว่างประตูกับพื้น
6. ปิดการใช้งานไฟแสงสว่าง หรือ อุปกรณ์ที่สามารถปล่อยความร้อนออกมาที่ไม่จำเป็น เพื่อลดความร้อนภายในห้อง
7. การใช้พัดลมดูดอากาศจะช่วยให้ถ่ายเทอากาศได้สะดวก ช่วยลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

8. ในการเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศ ควรเลือกเครื่องปรับอากาศ EER สูง (หรือเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5) และไม่ควรซื้อเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นน้อยเกินไป เนื่องจากจะทำให้จำนวนครั้งในการเดินหยุดการทำงานสูงขึ้น ส่งผลให้อายุการทำงานสั้นลง

#### 5.2.3 มาตรการปรับปรุง แกไขความปลอดภัยระบบไฟฟ้า

1. ห้องควบคุมไฟฟ้าหรือห้องที่มีตู้ MDB อยู่ ไม่ควรนำสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วไปเก็บรวมกัน เนื่องจากว่าหากเกิดเหตุไฟฟ้าลัดวงจร สิ่งของที่น่าไปเก็บนั้นจะกลายเป็นเชื้อเพลิงในการก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้
2. สายไฟที่อยู่ในตู้รวมสายไฟหรือตู้รวมเบรกเกอร์สายไฟเส้นไหนที่ไม่ได้ใช้ควรจะพันเทปดำให้มิดชิดและม้วนเก็บเข้าตู้ให้เรียบร้อย
3. ควรจัดเก็บสิ่งของภายในห้องให้เป็นระเบียบเรียบร้อย จัดสรรให้เป็นที่เป็นทาง และห้ามวางกีดกันประตู ควรเว้นที่ห่างจากประตูเป็นระยะอย่างน้อย 90 เซนติเมตร และให้สามารถเปิดได้ 90 องศา
4. ควรมีการตรวจสอบความถึงการชำรุดของสายไฟ หรือการเข้าสายไฟว่าเป็นปกติอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากมีปัญหาควรแก้ไขในทันที ไม่ควรปล่อยให้สายล่อยเปลือยเอาไว้ อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งานได้
5. ฝ้าเพดานที่ชำรุดต้องมีการซ่อมแก้ไข อย่างรวดเร็ว เพราะสายไฟฟ้าที่เดินอยู่บนฝ้าภายในห้องอาจจะทำให้สายขาดตกลงมาภายในห้องพื้นที่การใช้งาน ก่อให้เกิดอันตรายได้
6. ห้องเครื่องลิฟต์ควรมีการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องตามมาตรฐานที่บริษัทผู้จำหน่ายได้กำหนดไว้ เพื่อความปลอดภัย ความสบายใจของผู้ใช้งาน

## เอกสารอ้างอิง

- [1] เว็บไซต์การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, สถิติการใช้ไฟฟ้ารายปีจาก,  
[http://www.egat.co.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=77&Itemid=200](http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=200).
- [2] หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ ฉบับวันที่ 23 พฤษภาคม 2556,  
<http://www.thairath.co.th/column/eco/ecoscoop/347162>.
- [3] Luigi Martino, A Smart Lighting Control to Save Energy, The 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications 15-17 September 2011, Prague, Czech Republic.
- [4] Francis Rubinstein, Michael Siminovitch, and Rudolph Verderber, Fifty Percent Energy Savings with Automatic Lighting Controls, IEEE Transaction on industry applications, Vol. 29, No.4, July/August 2003.
- [5] Yao-Jung Wen and Alice M. Agogino Department of Mechanical Engineering University of California at Berkeley Berkeley, CA 94720, Wireless Networked Lighting Systems for Optimizing Energy Savings and User Satisfaction, Proceedings of Wireless Hive Networks Conference, Austin, Texas, USA, August 07-08, 2008
- [6] Luigi Martirano IEEE member University of Rome Sapienza DIAEE – Electrical Engineering Area Rome, Italy, Lighting systems to save energy in educational classrooms.
- [7] Yosuke Kaneko, Masahito Matsushita, Shinji Kitagami Information Technology R&D Center, MitsubishiElectric Corporation, An Energy-Saving Office Lighting Control System Linked to Employee’s Entry/Exist, 2013 IEEE 2nd Global Conference on Consumer Electronics (GCCE).
- [8] Wei Yan, Member, IEEE, S. Y. R. Hui, Fellow, IEEE, and Henry Shu-Hung hung, Senior Member, IEEE, Energy Saving of Large-Scale High-Intensity-Discharge Lamp Lighting Networks Using a Central Reactive Power Control System, IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 56, NO. 8, AUGUST 2009.
- [9] M. Román-Lumbreras, G. Velasco-Quesada, A. Conesa-Roca, Matrix Converter Applied to Energy Saving for Street Lighting Systems,.
- [10] Qiu Lin Li Qiang, Energy Saving Analysis by the Video Behavior in Building

Air-Conditioning System, 2011 Fourth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.

[11] Sheng Liu, Cheng Chen, Wuhuan Duan, The Research on Technology of Periodic Stopping of Central Air Conditioning Based on Modelling and Simulation of Demand Response, 2012 China International Conference on Electricity Distribution (CICED 2012) Shanghai, 5-6 Sep. 2012.

[12] Fumio Yamada, DEVELOPMENT OF AIR-CONDITIONING CONTROL ALGORITHM FOR BUILDING ENERGY-SAVING, Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Control Applications Kohala Coast-Island of Hawai'i, Hawai'i, USA August 22-27, 1999.

[13] Liu Zuojun', Xie Wenlong, Huang Yalou, The Energy Saving Control of Air Condition System in Intelligent Building, Proceedings of the 4\* World Congress on Intelligent Control and Automation June 10-14, 2002, Shanghai, P.R.China.

[14] Han Xing, Ma Kehua, Zhang Beihong, Energy saving analysis of Air-conditioning system of an existing office buildings in Shanghai, 2011 Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation.

[15] H. Heydari, S. M. T. Bathaee, A. Fereidunian, E. Heydari, A. Nazarzadeh, Energy Saving Conception of Smart Grid Focusing on Air-Conditioning Energy Management System, 2013 Smart Grid Conference (SGC), Tehran, Iran, December 17-18, 2013.

[16] Qiu Lin Li Qiang, Energy Saving Analysis by the Video Behavior in Building Air-Conditioning System, 2011 Fourth International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation.

[17] Jan C. War, SEAWATER AIR CONDITIONING (SWAC)  
A RENEWABLE ENERGY ALTERNATIVE.

[18] L. Bruce McClung, Dennis J. Hill, ELECTRICAL SYSTEM DESIGN TECHNIQUES TO IMPROVE ELECTRICAL SAFETY, Copyright Material IEEE  
Paper No. ESW2010-27.

[19] Luis Pérez-Lombard, A review on buildings energy consumption information, Energy and Buildings An international journal devoted to investigations of energy use and efficiency in buildings.

- [20] D. Maheswaran, K. K. Jembu Kailas, Energy Efficiency in Electrical Systems, 2012 IEEE International Conference on Power Electronics, Drives and Energy Systems Bengaluru, India, December16-19, 2012.
- [21] Nabeel Tawalbeh, Reyad El-Khazali, Analysis and Evaluation of Electrical Wiring Safety Requirements in Jordanian Residential Buildings, 2013 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT).
- [22] Shahid Jamif, H. Landis Floyd, David A. Pace, EFFECTIVE IMPLEMENTATION OF ELECTRICAL SAFETY REGULATIONS AND STANDARDS, Copyright Material IEEE Paper No. PCIC-97-36.
- [23] Dennis K. Neitzel, Understanding NFPA 70E Electrical Safety Requirements
- [24] Lei Jun, Luo Min, Development of Elevator Intelligent Safety Control System Based on PLC, 2013 International Conference on Computational and Information Sciences.
- [25] มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, โครงการห้องสมุดสีเขียว (Green Library).
- [26] C. Stergiopoulos, K. Anastasopoulos, N. Zotos, G.Bogdos, Case Study of a dimmable outdoor lighting system with intelligent management and remote control, 2012 International Conference on Telecommunications and Multimedia (TEMU).
- [27] Prashant Kumar Soori, Safaa Alzubaidi, STUDY ON IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF OFFICE BUILDING'S LIGHTING SYSTEM DESIGN, 2011 IEEE GCC Conference and Exhibition (GCC), February 19-22, 2011, Dubai, United Arab Emirates.
- [28] กฎกระทรวงประเภท หรือขนาดของอาคารมาตรฐานและหลักเกณฑ์ และวิธีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2552.
- [29] Y. C. Chin F. H. Chu S. C. Huang H. Y. Yang, วิธีการตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง (Illumination Measurement).
- [30] Dahong Qian, วิธีการตรวจวัดความเข้มของแสงโดยวิธีหลากหลายจุด (A Method for Measurement of Multiple Light Spot Positions on One Position-Sensitive Detector (PSD)).
- [31] คุณสมบัติของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T8 และบัลลาสต์โวลต์ลอส (THE CHARACTERISTICS OF NEW PIEZOELECTRIC BALLAST FOR FLUORESCENT T8 LAMP).
- [32] C. K. Cheong, K. W. E. Cheng, and H. L. Chan, การเปรียบเทียบการใช้บัลลาสต์หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5 (Examination of T8-T5 Electronic Ballast Adaptor), 2006 2nd International Conference on Power Electronics Systems and Applications.

- [33] หลักการทำงาน Variable Air Volume (VAV) ในระบบเครื่องปรับอากาศทำความเย็น  
ที่มา : 1.Text book ; Edward G.Pita, 1998, Air Conditioning Principle and Systems, 3rd  
edition, Prentice-Hall. Inc, New Jersey.
2. หนังสือเรื่อง การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศโดยระบบ VAV เอกสารประกอบคำ  
บรรยาย, กรุงเทพมหานคร, กิตติพงศ์ เตมียะประดิษฐ์, 2535.
- [34] Mahendra Dissasekera, ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศชนิดซิลเลอร์  
(Electricity Saving and Cost Reducing Through Chiller System Optimization),  
Department of Electronics and Telecommunication University of Moratuwa, Sri Lanka.
- [35] เกชา ธีระโกเมน, ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร, หนังสือวิศวกรรมระบบภายในอาคาร.
- [36] มาตรฐานระบบไฟฟ้าทั่วโลก, เว็บไซต์หนังสือพิมพ์เนชั่น,  
<http://www.oknation.net/blog/print.php?id=281181>.
- [37] มาตรฐานกลางระบบไฟฟ้าสากล, Textbook THE INTERNATIONAL SYSTEM OF UNITS (SI)  
By National Institute of Standards and Technology.
- [38] มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยใน  
พระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) (มยพ. 4501-51), 2552.
- [39] มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย (มยพ. 4501-  
51), 2551.
- [40] ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ, หนังสือรวมข้อบังคับตามกฎหมาย  
กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ โดยสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [41] กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการ  
ออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2552.
- [42] มาตรฐานค่าความเข้มแสงเฉลี่ยภายในอาคารสำนักงาน, กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการ  
บริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับ  
ความร้อน แสงสว่างตามความในมาตรา 6 และมาตรา 103 แห่งพระราชบัญญัติ.
- [43] มาตรฐานระบบปรับอากาศหรือระบบการทำความเย็นภายในอาคาร, กฎกระทรวงกำหนดเครื่อง  
ทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง, 2552.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า

ตารางภาคผนวก ก.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	โคมไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				หลอดไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				จำนวนหลอดไฟที่เสีย	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน		
			จำนวนหลอดต่อโคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิดฝาครอบ	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวนหลอด	ชั่วโมงต่อวัน		วันต่อปี	kW	kWh	kWh/ปี	
1	1	โถงอ่านวารสาร-หนังสือพิมพ์ โถงอ่านวารสาร-หนังสือพิมพ์ (ส่วนต่อเติม)	4	205	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	820	84	8	300	26,496	211.97	63,590.40	
			3	112	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	336	21	8	300	11,340	90.72	27,216.00	
	2	ห้องบริการ Internet	4	24	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	96	7	8	300	3,204	25.63	7,689.60	
	3	ห้องอ่านหนังสือ	4	71	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	284	14	8	300	9,720	77.76	23,328.00	
	4	ห้องวารสารฉบับส่วงเวลา	4	8	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	32	0	8	300	1,152	9.22	2,764.80	
	5	ฝ่ายวารสารและเอกสาร	4	8	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	32	1	8	300	1,116	8.93	2,678.40	
	6	ห้องพักเจ้าหน้าที่	4	8	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	32	0	8	300	1,152	9.22	2,764.80	
	7	ห้องควบคุมไฟฟ้า	2	2	ติดลอย	พลีสเมติก	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
			1	2	ติดลอย	ขาวขุ่น	FL	32	2	0	8	300	64	0.51	153.60	
	8	ห้องน้ำหญิง (ด้านใน)	2	1	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	2	0	8	300	72	0.58	172.80	
			2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	18	4	0	8	300	72	0.58	172.80	
	9	ห้องน้ำชาย (ด้านใน)	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
	10	ห้องน้ำหญิง (ด้านนอก)	2	3	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	6	0	8	300	216	1.73	518.40	
11	ห้องน้ำชาย (ด้านนอก)	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60		
12	ทางเดิน	2	9	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	18	18	2	8	300	288	2.30	691.20		
13	ทางเดิน (ก่อนเข้าโถง)	2	1	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	18	2	0	8	300	36	0.29	86.40		
		1	29	ฝังฝ้า	-	Compact	25	29	3	8	300	650	5.20	1,560.00		
		1	7	ติดผนัง	-	Halogen	400	7	1	8	300	2,400	19.20	5,760.00		

ตารางภาคผนวก ก.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	โคมไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				หลอดไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน			จำนวนหลอดไฟที่เสีย	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน		
			จำนวนหลอดต่อโคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิดฝาครอบ	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวนหลอด		ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี	kW	kWh	kWh/ปี
2	1	ห้องนิทรรศการแบบจำลอง	3	9	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	27	0	8	300	756	6.05	1,814.40
	2	หอเทิดพระเกียรติ ร.๕	1	30	ติดลอย	-	FL	36	30	1	8	300	1,044	8.35	2,505.60
			1	16	ติดลอย	-	FL	18	16	0	8	300	288	2.30	691.20
			1	67	ฝังฝ้า	-	Compact	15	67	3	8	300	960	7.68	2,304.00
			1	12	ติดลอย	-	Halogen	50	12	1	8	300	550	4.40	1,320.00
	3	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	4	10	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	40	4	8	300	1,296	10.37	3,110.40
	4	ห้องประชุม 1	3	9	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	27	-	-	-	-	-	-
	5	ห้องประชุม 2	3	4	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	12	-	-	-	-	-	-
	6	ห้องประชุม 3	3	4	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	12	-	-	-	-	-	-
	7	ห้องฝ่ายสารสนเทศ (Server)	2	3	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	6	0	8	300	216	1.73	518.40
	8	ห้องฝ่ายสารสนเทศ (ส่วนทำงาน)	4	4	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	16	1	8	300	540	4.32	1,296.00
	9	ห้องบริการ Internet 2	4	48	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	192	8	8	300	6,624	52.99	15,897.60
			2	3	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	6	0	8	300	216	1.73	518.40
10	ห้องควบคุมไฟฟ้า	2	2	ติดลอย	ขาวขุ่น	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
11	ห้องน้ำหญิง (ข้างลิฟท์)	2	4	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	8	0	8	300	288	2.30	691.20	
12	ห้องน้ำชาย (ข้างลิฟท์)	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
13	ทางเดิน	4	9	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	36	2	8	300	952	7.62	2,284.80	
		2	16	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	14	32	0	8	300	448	3.58	1,075.20	

ตารางภาคผนวก ก.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	โคมไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				หลอดไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				จำนวนหลอดไฟที่เสีย	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน		
			จำนวนหลอดต่อโคม	จำนวนโคม	การติดตั้ง	ชนิดฝาครอบ	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวนหลอด	ชั่วโมงต่อวัน		วันต่อปี	kW	kWh	kWh/ปี	
3	1	ห้องวิทยานิพนธ์ 1	4	68	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	272	5	8	300	9,612	76.90	23,068.80	
	2	ห้องวิทยานิพนธ์ 2	4	43	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	172	3	8	300	6,084	48.67	14,601.60	
	3	ห้องอ่านหนังสือทั่วไป	4	257	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	1,028	17	8	300	28,308	226.46	67,939.20	
			2	1	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	2	0	8	300	56	0.45	134.40	
			2	6	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	14	12	0	8	300	168	1.34	403.20	
			2	40	ติดลอย	ตะแกรง	FL	36	80	38	8	300	1,512	12.10	3,628.80	
	4	ห้องเจ้าหน้าที่	4	16	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	64	1	8	300	1,764	14.11	4,233.60	
	5	ห้องถ่ายเอกสาร	4	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	8	0	8	300	288	2.30	691.20	
	6	ห้องควบคุมไฟฟ้า	2	9	ติดลอย	พีสี่เหลี่ยม	FL	36	18	0	8	300	648	5.18	1,555.20	
	7	ห้องน้ำหญิง	2	4	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	8	0	8	300	288	2.30	691.20	
	8	ห้องน้ำชาย	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
9	ทางเดิน	4	7	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	28	1	8	300	756	6.05	1,814.40		
		2	1	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	2	0	8	300	56	0.45	134.40		
		2	13	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	14	26	0	8	300	364	2.91	873.60		

ตารางภาคผนวก ก.1 แสดงระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านกำลังไฟฟ้า (ต่อ)

ชั้น	ลำดับ ที่	พื้นที่	โคมไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน				หลอดไฟฟ้าที่ใช้ปัจจุบัน			จำนวน หลอดไฟ ที่เสีย	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน		
			จำนวนหลอด ต่อโคม	จำนวน โคม	การ ติดตั้ง	ชนิดฝา ครอบ	ชนิด หลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน หลอด		ชั่วโมง ต่อวัน	วัน ต่อปี	kW	kWh	kWh/ปี
4	1	ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ	4	35	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	140	8	8	300	4,752	38.02	11,404.80
	2	ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ	4	57	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	228	5	8	300	6,244	49.95	14,985.60
			3	3	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	9	0	8	300	252	2.02	604.80
			2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	14	4	0	8	300	56	0.45	134.40
	3	ห้องประชุม 1	4	21	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	84	-	-	-	-	-	-
	4	ห้องประชุม 2	3	6	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	18	-	-	-	-	-	-
			3	3	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	14	9	-	-	-	-	-	-
	5	ห้องประชุม 3 ห้องเตรียมอุปกรณ์	4	6	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	24	-	-	-	-	-	-
			3	20	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	60	3	8	300	1,596	12.77	3,830.40
	6	ห้องว่าง (ส่วนรับรองแขก)	3	10	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	30	-	-	-	-	-	-
			3	20	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	60	-	-	-	-	-	-
	7	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	4	15	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	60	2	8	300	2,088	16.70	5,011.20
	8	ห้องซ่อมหนังสือ	4	11	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	44	7	8	300	1,332	10.66	3,196.80
9	ห้องผู้อำนวยการ	3	6	ฝังฝ้า	ตะแกรง	T5	28	18	0	8	300	504	4.03	1,209.60	
10	ห้องควบคุมไฟฟ้า	2	9	ติดลอย	พลีสเม ติก	FL	36	18	1	8	300	612	4.90	1,468.80	
11	ห้องน้ำหญิง	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
12	ห้องน้ำชาย	2	2	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	36	4	0	8	300	144	1.15	345.60	
13	ทางเดิน	2	36	ฝังฝ้า	ตะแกรง	FL	18	72	7	8	300	1,170	9.36	2,808.00	
		2	1	ติดลอย	ขาวขุ่น	FL	32	2	1	8	300	32	0.26	76.80	
รวม (ทุกชั้น)									4,873	252	8	300	141,850	1,134.80	340,440.00

ตารางภาคผนวก ก.2 แสดงระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านความส่องสว่าง

ชั้น	ลำดับที่	สถานที่	บริเวณกลางห้อง								กึ่งกลางซ้ายและขวาของห้อง				กึ่งกลางบนและล่างของห้อง				มุมของห้อง		N	M	R	T	Q	P	Eav	
			r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	t1	t2	t3	t4	q1	q2	q3	q4	p1	p2								
1	1	โถงอ่านวารสาร-หนังสือพิมพ์																										
		Zone 1	290	281	278	269	244	279	305	296	160	226	90	184	240	260	105	261	38	160	9	12	280.25	165.00	216.50	99.00	262.11	
		Zone 2	116	148	62	108	202	72	196	68	154	218	24	22	211	53	105	23	78	213	3	15	121.50	104.50	98.00	145.50	115.70	
		Zone 3	290	281	64	226	433	168	374	216	367	148	415	11	108	281	196	553	75	371	3	12	256.50	235.25	284.50	223.00	250.63	
	Zone 4	494	120	157	169	541	19	40	549	11	541	392	956	294	87	378	244	85	436	8	3	261.13	475.00	250.75	260.50	275.90		
	2	โถง (ส่วนต่อเติม)																										
		Zone 1	10	306	26	76	60	330	165	289	23	103	138	437	385	38	327	8	498	369	8	3	157.75	175.25	189.50	433.50	179.96	
		Zone 2	60	27	22	26	55	49	5	119	106	296	97	15	61	128	75	95	227	72	9	3	45.38	128.50	89.75	149.50	68.54	
		Zone 3	20	60	88	173	218	70	52	52	336	47	82	382	429	298	87	680	146	334	15	3	91.63	211.75	373.50	240.00	187.96	
		3	ห้องบริการ Internet	431	397	276	381	246	251	278	198	316	332	231	204	198	164	221	256	119	164	4	6	307.25	270.75	209.75	141.50	280.55
		4	ห้องอ่านหนังสือ																									
			Zone 1	165	218	245	315	183	296	313	179	178	164	183	215	351	299	263	301	83	61	3	10	239.25	185.00	303.50	72.00	221.68
		Zone 2	218	284	254	269	374	491	251	367	215	187	612	356	215	179	542	213	115	203	4	9	313.5	342.5	287.25	159	313.47	
	5	ทางเดิน	267	349	451	276	672	198	512	234	-	-	-	-	-	-	-	67	196	7	-	369.88	-	-	131.5	317.04		

ตารางภาคผนวก ก.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านความส่องสว่าง (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	สถานที่	บริเวณกลางห้อง								กึ่งกลางซ้ายและขวาของห้อง				กึ่งกลางบนและล่างของห้อง				มุมของห้อง		N	M	R	T	Q	P	Eav
			r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	t1	t2	t3	t4	q1	q2	q3	q4	p1	p2							
2	1	ห้องนิทรรศการแบบจำลอง	721	653	981	976	927	498	437	988	972	889	1105	429	429	978	913	731	364	415	4	4	772.63	848.75	762.75	389.50	761.10
	2	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	1865	1139	1051	872	38	912	112	76	415	152	595	1793	177	31	619	785	730	661	6	3	758.13	738.75	403.00	695.50	653.85
	3	ห้องประชุม 1	485	495	413	547	513	419	771	426	218	322	378	360	214	186	254	365	298	485	3	3	508.63	319.50	254.75	391.50	397.17
	4	ห้องประชุม 2	469	519	498	548	522	368	358	485	476	532	199	485	423	542	436	548	211	103	2	2	470.88	423.00	487.25	157.00	384.53
	5	ห้องประชุม 3	613	546	496	369	478	421	412	542	522	524	532	218	198	478	254	365	158	310	2	2	484.63	449.00	323.75	234.00	372.84
	6	ห้อง Server ฝ่ายสารสนเทศ	112	431	406	569	503	76	192	34	424	440	446	406	159	241	171	402	790	641	4	4	290.38	429.00	243.25	715.50	334.10
	7	ห้องเจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศ	990	761	420	927	909	855	421	102	152	661	199	821	689	421	159	101	132	152	4	4	673.13	458.25	342.50	142.00	537.65
	8	ห้องบริการ Internet 2	965	511	491	465	742	1040	493	401	213	403	150	449	422	579	631	132	904	451	3	8	638.50	303.75	441.00	677.50	526.03
	9	พื้นที่บริเวณหน้าลิฟท์	1201	894	1138	1009	987	946	1113	841	314	451	416	306	415	392	423	396	291	614	3	3	1016.13	371.75	406.50	452.50	674.83
	10	ทางเดิน	785	489	594	516	493	732	810	543	-	-	-	-	-	-	-	-	265	541	8	-	620.25	-	-	403.00	542.72



ตารางภาคผนวก ก.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่วัดได้จริงด้านความส่องสว่าง (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	สถานที่	บริเวณกลางห้อง								กึ่งกลางซ้ายและขวาของห้อง				กึ่งกลางบนและล่างของห้อง				มุมของห้อง		N	M	R	T	Q	P	Eav
			r1	r2	r3	r4	r5	r6	r7	r8	t1	t2	t3	t4	q1	q2	q3	q4	p1	p2							
4	1	ฝ่ายพัฒนาศักยภาพการสาธารณสุข	549	879	677	649	848	697	715	702	298	836	445	496	1159	813	1314	938	422	798	5	6	714.50	518.75	1056.00	610.00	723.93
	2	ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสาธารณสุข 1	481	321	381	559	761	642	537	521	559	575	334	378	240	330	108	175	734	219	5	6	525.38	461.50	213.25	476.50	471.48
	3	ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสาธารณสุข 2	355	365	412	561	840	801	749	753	355	378	512	571	211	391	478	432	136	173	3	6	604.50	454.00	378.00	154.50	512.53
	4	ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสาธารณสุข 3	909	874	865	926	593	674	785	674	1160	846	677	614	825	764	659	715	910	475	3	6	787.50	824.25	740.75	692.50	787.24
	5	ห้องประชุม 1	684	887	685	1002	641	545	468	498	1212	533	698	255	695	563	254	254	485	368	7	3	676.25	674.50	441.50	426.50	597.12
	6	ห้องประชุม 2	584	845	585	688	785	855	785	982	1022	858	940	454	555	684	775	369	526	485	3	3	763.63	818.50	595.75	505.50	709.83
	7	ห้องประชุม 3	698	785	484	785	786	985	995	486	756	1035	485	846	558	585	685	362	546	452	3	3	750.50	780.50	547.50	499.00	684.11
	8	ห้องซ่อมหนังสือ	671	635	512	502	197	261	415	479	535	567	481	411	805	681	458	437	432	498	6	6	459.00	498.50	595.25	465.00	483.58
	9	ห้องทำงานเจ้าหน้าที่	461	516	491	472	742	651	493	401	213	403	294	449	422	579	631	132	436	451	3	5	528.38	339.75	441.00	443.50	460.77
	10	ทางเดิน																									
	ทางเดินหลัก	489	526	548	512	452	635	542	612	-	-	-	-	-	-	-	-	365	345	8	-	539.50	-	-	355.00	472.06	
	หน้าห้องฝ่ายพัฒนา	215	548	552	698	325	598	485	482	-	-	-	-	-	-	-	-	426	315	6	-	487.88	-	-	370.50	406.56	
	หน้าห้องประชุม	486	365	459	236	350	314	358	487	-	-	-	-	-	-	-	-	275	369	3	-	381.88	-	-	322.00	254.58	
	หน้าห้องเจ้าหน้าที่	584	448	362	332	256	353	154	384	-	-	-	-	-	-	-	-	186	210	8	-	359.13	-	-	198.00	314.23	

ภาคผนวก ข

ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศ

ตารางภาคผนวก ข.1 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด Split-Type

ชั้น	ลำดับ ที่	สถานที่/เลขครุภัณฑ์	ขนาดพิกัด (BTU/h)	ผู้ผลิต	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P(kW)	PF	%EER
					CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)			
1		โถงชั้น 1													
	1	55สห.0100094700000-1	30,000	Tasaki	821	767	65.4	20.4	63.7	21.3	16.9	22.8	2.09	0.999	10.4
	2	55สห.0100094700000-2	30,000	Tasaki	837	782	58.1	22.6	56.7	23.0	17.5	22.9	2.09	0.998	9.7
	3	55สห.0100094700000-3	30,000	Tasaki	858	802	63.6	17.8	70.6	19.2	17.1	23.4	2.1	0.999	11.6
	4	55สห.0100094700000-4	30,000	Tasaki	722	675	60.9	21.8	61.5	22.2	17.9	23.7	2.08	0.998	9.1
	5	55สห.0100094700000-5	30,000	Tasaki	880	822	78.7	19.1	66.4	20.7	17.1	22.7	2.1	0.999	10.6
	6	55สห.0100094700000-6	30,000	Tasaki	1,072	1002	72	15.3	64.5	20.4	16.7	21.1	2.1	0.999	10.1
	7	55สห.0100094700000-7	30,000	Tasaki	841	786	54.4	23.6	54.9	23.9	17.4	23.2	2.08	0.999	10.6
	8	55สห.0100094700000-8	30,000	Tasaki	779	728	55.4	23.7	54.9	23.8	19.4	24.5	2.09	0.997	8.6
	9	55สห.0100094700000-9	30,000	Tasaki	929	868	56.8	23.1	57.3	23.2	19.7	24.2	2.09	0.998	9.0
	10	55สห.0100094700000-10	30,000	Tasaki	837	782	58.1	22.6	56.7	23.0	19.1	23.9	2.1	0.995	8.6
	11	55สห.0100094700000-11	30,000	Tasaki	891	833	57.2	21.9	57.6	22.2	18.2	24.1	2.09	0.994	11.3
	12	55สห.0100094700000-12	30,000	Tasaki	807	754	62.6	20.2	61.3	21.0	17.9	23.4	2.09	0.994	9.6
	13	55สห.0100094700000-13	30,000	Tasaki	656	613	73.4	15.8	71.1	17.5	15.8	22.7	2.07	0.997	9.8
	14	55สห.0100094700000-14	30,000	Tasaki	929	868	56.8	23.1	57.3	23.2	17.7	22.9	2.09	0.995	10.4
	15	55สห.0100094700000-15	30,000	Tasaki	951	889	77.6	17.5	67.4	19.0	17.9	22.3	2.08	0.998	9.0

ตารางภาคผนวก ข.1 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด Split-Type (ต่อ)

ชั้น	ลำดับ ที่	สถานที่/เลขครุภัณฑ์	ขนาด พิกัด (BTU/h)	ผู้ผลิต	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P(kW)	PF	%EER
					CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)			
1		โถงชั้น 1													
	16	55สห.0100094700000-16	30,000	Tasaki	837	782	66.2	17.2	66	19.0	16.0	22.5	2.1	0.999	11.6
	17	55สห.0100094700000-17	30,000	Tasaki	948	886	67.8	16.6	70.7	18.1	16.4	22.6	2.09	0.999	12.7
	18	55สห.0100094700000-18	30,000	Tasaki	908	849	78.4	14	73.5	16.4	15.8	21.3	2.09	0.999	10.8
	19	55สห.0100094700000-19	30,000	Tasaki	887	829	53.4	23.8	56.3	23.2	16.4	23.2	2.09	0.994	13.0
	20	55สห.0100094700000-20	30,000	Tasaki	710	664	77.5	18.9	61.4	21.5	19.4	24.8	2.08	0.994	8.2
	21	55สห.0100094700000-21	30,000	Tasaki	689	644	72.8	18.8	76.3	19.4	17.6	23.5	2.06	0.994	8.9
	22	55สห.0100094700000-22	30,000	Tasaki	951	889	77.6	17.5	67.4	19.0	17.9	22.4	2.08	0.998	9.2
	23	55สห.0100094700000-23	30,000	Tasaki	899	840	71.2	17.1	65.8	20.4	16.7	22.4	2.08	0.999	11.2
	24	55สห.0100094700000-24	30,000	Tasaki	775	724	75.2	15.4	68.4	19.6	15.4	21.9	2.07	0.998	11.0
	25	55สห.0100094700000-25	30,000	Tasaki	853	797	74.2	16.5	61.8	21.4	16.5	21.7	2.07	0.998	9.7
	26	55สห.0100094700000-26	30,000	Tasaki	893	835	71.5	18.1	60.4	21.8	17.5	22.6	2.08	0.995	9.8
	27	55สห.0100094700000-27	30,000	Tasaki	899	840	71.2	17.1	65.8	20.4	16.7	22.9	2.08	0.999	12.1
	28	55สห.0100094700000-28	30,000	Tasaki	782	731	72.3	18.5	68	20.0	15.9	22.6	2.07	0.997	11.4
	29	55สห.0100094700000-29	30,000	Tasaki	722	675	66.6	20.2	61.9	22.2	17.8	22.9	2.07	0.996	8.0
	30	55สห.0100094700000-30	30,000	Tasaki	874	817	56.7	23	58.2	23.1	17.8	23.2	2.08	0.999	10.2

ตารางภาคผนวก ข.1 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด Split-Type (ต่อ)

ชั้น	ลำดับ ที่	สถานที่/เลขครุภัณฑ์	ขนาด พิกัด (BTU/h)	ผู้ผลิต	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P(kW)	PF	%EER
					CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)			
1		โถงชั้น 1													
	31	55สท.0100094700000-31	30,000	Tasaki	851	795	71.1	18.8	65.5	21.2	17.7	23.3	2.1	0.999	10.2
	32	55สท.0100094700000-32	30,000	Tasaki	823	769	55.3	22.7	57.3	23.3	18.1	23.9	2.06	0.999	10.4
	33	55สท.0100094700000-33	30,000	Tasaki	796	744	56.8	23	58.8	23.4	17.8	23.4	2.09	0.998	9.6
	34	55สท.0100094700000-34	30,000	Tasaki	724	677	55.3	23.3	57.3	23.4	18.1	24.1	2.09	0.997	9.4
	35	55สท.0100094700000-35	30,000	Tasaki	717	670	61.2	20.8	58.1	22.1	17.2	22.9	2.08	0.995	8.8
	36	55สท.0100094700000-36	30,000	Tasaki	669	625	54.3	23.1	55.3	22.9	17.2	22.8	2.08	0.995	8.1
	37	55สท.0100094700000-37	30,000	Tasaki	779	728	67.6	19.2	60.8	20.9	18.2	23.2	2.08	0.997	8.5
	38	55สท.0100094700000-38	30,000	Tasaki	653	610	51.1	22.3	53	21.2	16.5	23.7	2.08	0.999	10.2
	39	55สท.0100094700000-39	30,000	Tasaki	804	751	52	21.7	53	21.2	16.5	23.5	2.08	0.999	12.2
	40	55สท.0100094700000-40	30,000	Tasaki	1,041	973	53.6	22	54.6	22.0	16.2	21.2	2.1	0.994	11.0
	41	55สท.0100094700000-41	30,000	Tasaki	908	849	78.4	14	73.5	16.4	17.2	21.9	2.09	0.997	9.2
	42	55สท.0100094700000-42	30,000	Tasaki	675	631	70.6	18	71.1	20.3	16.8	23.4	2.09	0.997	9.6
	43	55สท.0100094700000-43	30,000	Tasaki	809	756	69.9	19.8	69.1	20.6	16.3	24.7	2.07	0.999	14.8
	44	55สท.0100094700000-44	30,000	Tasaki	779	728	63.7	21.4	63.3	21.6	16.7	23.5	2.06	0.999	11.6
	45	55สท.0100094700000-45	30,000	Tasaki	860	804	60.9	18.2	79.4	18.3	17.7	24.1	2.06	0.999	12.0
	46	55สท.0100094700000-46	30,000	Tasaki	632	591	65.9	18.6	70.6	19.4	16.5	23.5	2.08	0.997	9.6

ตารางภาคผนวก ข.2 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด AHU

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	ขนาดพิกัด	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P (kw)	PF	%EER	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน	
				CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)				ชั่วโมง	วันต่อปี	kWh	kWh/ปี
1	1	ห้องอ่านหนังสือ	60,000	980.40	860	56.9	20.9	61.3	23.0	28.0	29.0	4.7	0.764	1	8	300	37.60	11,280.00
			60,000	855.00	750	60.5	22.0	57.3	23.2	28.1	29.5	4.8	0.764	1	8	300	38.40	11,520.00
			60,000	1,040.82	913	55.7	20.3	62.0	21.4	25.8	28.0	4.8	0.783	2	8	300	38.40	11,520.00
			122,000	827.64	726	60.8	21.9	57.1	22.8	27.2	28.5	5.9	0.632	1	8	300	47.20	14,160.00
			122,000	905.16	794	60.4	22.0	57.1	23.2	27.4	28.3	6.1	0.632	1	8	300	48.80	14,640.00
	2	ห้องบริการอินเทอร์เน็ต	84,000	800.28	702	56.3	21.7	54.9	23.6	27.0	28.7	5.8	0.687	1	8	300	46.40	13,920.00
			84,000	719.34	631	63.2	21.3	56.1	22.4	26.5	27.7	5.2	0.687	1	8	300	41.60	12,480.00
	3	ห้องวารสารฉบับล่วงหน้า	38,000	874.38	767	65.4	20.4	63.7	21.3	16.9	22.8	3.3	0.998	7	8	300	26.40	7,920.00
	4	ฝ่ายวารสาร และเอกสาร	38,000	937.08	822	78.7	19.1	65.4	21.7	17.1	22.7	3.4	0.999	7	8	300	27.20	8,160.00
	5	ห้องพักเจ้าหน้าที่	72,000	927.96	814	60.4	21.4	56.7	23.0	27.3	28.7	4.7	0.645	1	8	300	37.60	11,280.00

ตารางภาคผนวก ข.2 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด AHU (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	ขนาดพิกัด	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P (kw)	PF	%EER	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน	
				CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)				ชั่วโมง	วันต่อปี	kWh	kWh/ปี
2	1	หอเท็ดพระเกียรติ	90,000	764.94	671	55.7	21.2	53.3	22.9	26.4	28.0	6.7	0.781	1	8	300	53.60	16,080.00
		หอเท็ดพระเกียรติ	90,000	625.86	549	63.2	21.3	56.9	24.2	27.9	30.1	6.7	0.781	1	8	300	53.60	16,080.00
		หอเท็ดพระเกียรติ	90,000	874.38	767	67.8	23.1	69.4	24.2	30.8	32.7	7.0	0.739	1	8	300	56.00	16,800.00
	2	ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	60,000	761.52	668	64.0	21.0	60.2	22.3	27.7	28.5	4.2	0.799	1	8	300	33.60	10,080.00
		ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	60,000	831.06	729	60.1	21.8	57.3	23.2	26.8	29.1	4.5	0.897	2	8	300	36.00	10,800.00
		ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	60,000	855	750	60.5	22.0	57.3	23.2	27.8	29.3	4.5	0.713	1	8	300	36.00	10,800.00
		ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	60,000	815.1	715	63.5	21.4	61.1	22.4	27.8	28.6	4.7	0.713	1	8	300	37.60	11,280.00
		ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	90,000	938.22	823	63.0	21.4	57.2	24.5	27.4	28.7	6.3	0.810	1	8	300	50.40	15,120.00
	3	ห้อง Server ฝ้ายเทคโนโลยีสารนิเทศ	60,000	824.22	723	54.2	23.1	59.8	24.6	26.3	29.2	3.9	0.851	3	8	300	31.20	9,360.00
	4	หอดจดหมายเหตุ	72,000	778.62	683	72.4	24.2	75.4	26.2	27.2	29.1	4.7	0.615	1	8	300	37.60	11,280.00
หอดจดหมายเหตุ		105,000	824.22	723	54.2	23.1	59.8	24.6	27.0	28.9	6.1	0.615	1	8	300	48.80	14,640.00	

ตารางภาคผนวก ข.2 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด AHU (ต่อ)

ชั้น	ลำดับที่	พื้นที่	ขนาดพิกัด	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ		Enthalpy		P (kw)	PF	%EER	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน	
				CFM	ความเร็วลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)				ชั่วโมง	วันต่อปี	kWh	kWh/ปี
3	1	ห้องวิทยานิพนธ์	60,000	771.78	677	72.9	24.2	75.4	26.2	27.2	28.9	4.2	0.784	1	8	300	33.60	10,080.00
		ห้องวิทยานิพนธ์	60,000	874.38	767	67.8	26.1	69.4	27.2	26.4	29.1	4.4	0.824	2	8	300	35.20	10,560.00
		ห้องวิทยานิพนธ์	60,000	1040.82	913	72.1	24.0	75.9	25.1	27.2	28.8	4.4	0.786	2	8	300	35.20	10,560.00
		ห้องวิทยานิพนธ์	90,000	821.94	721	64.1	21.0	60.2	22.3	26.9	29.0	7.2	0.819	1	8	300	57.60	17,280.00
	2	ห้องหนังสืออ้างอิง	60,000	497.04	436	62.9	22.1	57.3	23.9	26.4	27.8	4.7	0.714	1	8	300	37.60	11,280.00
		ห้องหนังสืออ้างอิง	90,000	783.18	687	56.3	21.7	54.9	23.6	26.2	28.9	6.8	0.869	1	8	300	54.40	16,320.00
		ห้องหนังสืออ้างอิง	90,000	625.86	549	63.2	21.3	56.1	22.4	26.3	28.7	7.1	0.846	1	8	300	56.80	17,040.00
		ห้องหนังสืออ้างอิง	90,000	764.94	671	55.7	21.2	53.3	22.9	26.7	29.0	7.1	0.865	1	8	300	56.80	17,040.00
		ห้องหนังสืออ้างอิง	90,000	751.26	659	60.2	23.3	55.8	24.5	26.3	28.8	7.4	0.846	1	8	300	59.20	17,760.00
	3	ห้องอ่านหนังสือทั่วไป	54,000	497.04	436	62.9	22.1	55.8	23.1	26.5	28.7	2.9	0.613	2	8	300	23.20	6,960.00
		ห้องอ่านหนังสือทั่วไป	95,000	625.86	549	63.2	21.3	56.9	24.2	25.4	29.8	7.4	0.613	2	8	300	59.20	17,760.00
		ห้องอ่านหนังสือทั่วไป	105,000	783.18	687	56.3	21.7	58.4	22.3	25.1	28.5	4.2	0.515	3	8	300	33.60	10,080.00
		ห้องอ่านหนังสือทั่วไป	105,000	800.28	702	54.2	23.1	59.8	24.6	25.6	28.9	4.7	0.515	3	8	300	37.60	11,280.00
ห้องอ่านหนังสือทั่วไป		105,000	682.86	599	60.1	22.1	62.1	23.6	25.3	28.9	5.3	0.692	2	8	300	42.40	12,720.00	
ห้องอ่านหนังสือทั่วไป		105,000	811.68	712	57.8	22.8	60.1	26.8	25.4	28.7	5.3	0.692	2	8	300	42.40	12,720.00	
ห้องอ่านหนังสือทั่วไป		105,000	638.4	560	59.2	23.4	60.2	24.2	25.4	28.7	6.1	0.692	2	8	300	48.80	14,640.00	

ตารางภาคผนวก ข.2 ค่าประสิทธิภาพที่วัดได้จริงของระบบปรับอากาศชนิด AHU (ต่อ)

ชั้น	ลำดับ ที่	พื้นที่	ขนาดพิกัด	อากาศด้านจ่าย				อากาศด้านกลับ			Enthalpy		P (kw)	PF	%EER	เวลาทำงาน		การใช้พลังงาน	
				CFM	ความเร็ว ลม (ft/m)	%RH	Temp (°C)	%RH	Temp (°C)	Hs (Btu/lb)	Hr (Btu/lb)	ชั่วโมง				วันต่อปี	kWh	kWh/ปี	
4	1	ห้องซ่อมหนังสือ	38,000	790.02	693	54.1	18.0	61.0	22.0	20.8	24.8	3.7	0.839	4	8	300	29.60	8,880.00	
		ห้องซ่อมหนังสือ	38,000	800.28	702	57.3	19.0	62.1	20.4	21.1	24.7	3.7	0.839	4	8	300	29.60	8,880.00	
	2	ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ	60,000	1005.48	882	71.8	24.2	76.0	25.8	25.1	27.8	4.4	0.615	3	8	300	35.20	10,560.00	
		ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ	84,000	867.54	761	72.1	24.0	75.9	25.1	24.9	27.6	7.2	0.745	1	8	300	57.60	17,280.00	
		ฝ่ายวิเคราะห์ทรัพยากรสารสนเทศ	84,000	1040.82	913	72.1	25.1	75.9	26.8	25.3	28.7	7.2	0.796	2	8	300	57.60	17,280.00	
	3	ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ	46,200	642.96	564	57.8	19.4	68.0	21.5	20.2	25.4	4.4	0.912	3	8	300	35.20	10,560.00	
		ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ	95,000	989.52	868	56.8	23.1	57.3	23.2	23.4	26.7	7.1	0.895	2	8	300	56.80	17,040.00	
		ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ	95,000	891.48	782	58.1	22.6	56.7	23	23.4	27.3	7.2	0.895	2	8	300	57.60	17,280.00	
		ฝ่ายพัฒนาทรัพยากรสารสนเทศ	105,000	1130.88	992	67.8	16.6	70.7	18.1	23.6	27.3	7.9	0.895	2	8	300	63.20	18,960.00	
	4	ห้องประชุม 1	84,000	756.96	664	77.5	18.9	61.4	21.5	19.4	24.8	7.1	0.945	3	8	300	56.80	17,040.00	
		ห้องประชุม 1	90,000	810.54	711	72.8	18.8	76.3	19.4	17.6	23.5	7.6	0.945	3	8	300	60.80	18,240.00	
	5	ห้องประชุม 2	46,200	989.52	868	56.8	23.1	57.3	23.2	17.7	22.9	4.4	0.945	5	8	300	35.20	10,560.00	
	6	ห้องประชุม 3	46,200	967.86	849	78.4	14	73.5	16.4	15.8	21.3	4.2	0.897	6	8	300	33.60	10,080.00	
	7	สำนักงานผู้อำนวยการ	95,000	861.84	756	69.9	19.8	69.1	20.6	19.7	24.7	7.3	0.812	3	8	300	58.40	17,520.00	
สำนักงานผู้อำนวยการ		95,000	829.92	728	63.7	21.4	63.3	21.6	22.1	25.9	7.6	0.793	2	8	300	60.80	18,240.00		
สำนักงานผู้อำนวยการ		95,000	916.56	804	60.9	18.2	79.4	18.3	20.3	25.9	7.6	0.793	3	8	300	60.80	18,240.00		
รวม (ทุกชั้น)															8	300	2,366.40	709,920.00	

ภาคผนวก ค  
บทความวิชาการ

## การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลาง

### สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### Electrical Energy Management and Safety for Central Library of

#### King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

สุภัทรา ทศพรพิทักษ์กุล สุภวนาท ตั้งเลิศอรุณ หยาดรุ่ง แซ่ท้าว

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย คลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925

E-Mail:supattra.todsapon@gmail.com, the\_gunners\_champion@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวเกี่ยวกับ การตรวจวัดและวิเคราะห์ทางพลังงานและความปลอดภัยในอาคารหอสมุดกลาง ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระบบที่ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ รวมถึงการตรวจสอบความปลอดภัยตามมาตรฐาน จากนั้นจะนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้มาเปรียบเทียบ ระหว่างปีที่ผ่านมา จนถึงปัจจุบัน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อตัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป โครงการนี้จะช่วยตัดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นออกไป และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น ทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความปลอดภัยในการทำงาน

**คำสำคัญ:** การตรวจวัดวิเคราะห์, พลังงาน, ความปลอดภัย

#### Abstract

This project aims to measure and analyze energy consumption in Central Library of King Mongkut's institute of technology Ladkrabang consists of 3 systems. There are Power system, Lighting and air conditioning system. The methodology comprises: 1) To study standard for the Power Systems Installation, theory for the measurement of each systems and the equipment used, 2) To measure real energy consumption along with compare the energy used and trends each year, 3) To analysis of the survey results to determine the energy consumption should be modified. The project has found that air conditioning system still wastes power. In addition, this project also presented approach ways to save more energy, more efficiency and more safety.

**Keywords:** measure and analyze, energy, safety

#### 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ทั่วโลกมีประชากรประมาณ เจ็ดพันล้านคน และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในทุกปีจากข้อมูลสถิติที่ผ่านมา เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ต่างกับพลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งมนุษย์เป็นต้นเหตุในการทำลายแหล่งพลังงานธรรมชาติ ทำให้การหาแหล่งพลังงานเป็นไปได้อย่างยิ่งยั้ง จากผลงานวิจัยต่างประเทศ เรื่อง A review on buildings energy consumption information [1] เป็น ผลงานวิจัยที่วิจัยเกี่ยวกับการใช้พลังงานที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยจากสถิติบอกว่า แถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันออกกลาง อเมริกาใต้ และ แอฟริกา มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 3.2% ต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ส่วนแถบประเทศอเมริกาเหนือ ยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 1.1% ต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จะเห็นว่าทั่วโลกมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อีกทั้งการหาแหล่งพลังงานในปัจจุบันสามารถหาแหล่งพลังงานทดแทนได้ยาก ซึ่งทางแก้ไขก็คือต้องหาวิธีการลดการใช้พลังงาน โดยการออกแบบ อุปกรณ์ หรืออาคาร โดยการใช้พลังงานทดแทน และลดการใช้พลังงานได้

ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ที่สูงมาก จากสถิติการเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี 2512 ประเทศไทยมีกำลังผลิตรวมทั้งประเทศเพียง 907.07 เมกกะวัตต์ ต่อมาในปี 2534 มีการผลิตไฟฟ้า 9,629.56 เมกกะวัตต์ ซึ่งคิดเป็น 10 เท่าในระยะเวลาเพียง 22 ปี [2]

โดยในประเทศไทยได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องการประหยัดพลังงาน โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการวิจัยการใช้พลังงานของ ห้องสมุดสีเขียว (Green Library) [3] จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และในปัจจุบันนี้ได้มีการทำขึ้นมาแล้วจริง ซึ่งเกิดมาจากการต่อยอดงานวิจัยนั่นเอง โดยโครงการนี้ได้มีการจัดวางต้นไม้ไว้ภายในห้องสมุดเพื่อเป็นการดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย นอกจากนั้นมีการติดตั้งฉนวนหลังคาเพื่อลดความร้อนที่ความหนาถึง 2 นิ้ว เพื่อลดการรั่วไหลของความเย็นภายในอาคาร จุดนี้ช่วยแบ่งเบาภาระของการทำงานของเครื่องปรับอากาศไว้ได้

มาก การเปลี่ยนมาใช้หลอด T5 ทั้งหมด จัดสรรพื้นที่การให้บริการให้เป็นส่วนเพื่อให้ระบบส่องสว่างได้ทำงานได้เต็มที่ ทั้งนี้สามารถลดการใช้พลังงาน ลดค่าไฟฟ้าได้ โดยจากสถิติที่บันทึกเทียบเดือนต่อเดือนหลังมีการเปลี่ยนแปลง จะเห็นว่าสามารถประหยัดค่าไฟไปได้เฉลี่ยเดือนละ 24.24% ซึ่งได้แสดงให้เห็นชัดว่าสามารถลดการใช้พลังงาน และประหยัดค่าไฟฟ้าได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับกฎกระทรวงที่ได้กำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. ๒๕๕๒ [4] ได้กำหนดให้ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

โดยที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ทำโครงการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร โดยที่ในโครงการนี้จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของสำนักหอสมุดกลาง ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าสำนักหอสมุดกลาง มีการใช้ไฟฟ้าคิดเป็น 7.06% ของทั้งหมด หรือคิดเป็นลำดับส่วนที่ 6 ของสถาบัน และรวมทุกส่วนแล้วมีการใช้มากถึงเกือบ 30 ล้านหน่วยต่อปี โดยยังมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ต่อไปอีก และรูปที่ 1 จะเห็นว่า มีแนวโน้มการใช้ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งเกิดจากการขยายพื้นที่การใช้งานซึ่งเพิ่มภาระทางโหลดมาก เพื่อให้เพียงพอต่อการให้บริการ



รูปที่ 1 แสดงปริมาณค่าไฟฟ้า ตั้งแต่ปี 2550 ถึงปี 2555 ของสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ

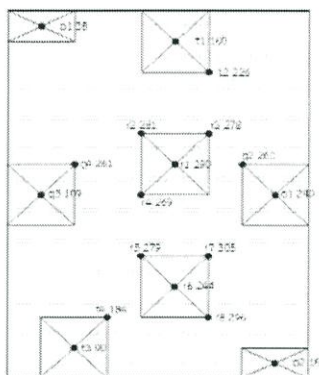
โดยในโครงการนี้ จะทำการการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานจริงภายในอาคารหอสมุดกลาง ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อนำมาเปรียบเทียบหาแนวโน้ม

ระหว่างปีที่ผ่านมา มาจนถึงปัจจุบัน วิเคราะห์หามาตรการในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งโครงการนี้จะช่วยจัดสรรการใช้พลังงานใหม่ให้มีคุณภาพการใช้งานที่มากขึ้น และช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าให้มากขึ้นอีกด้วย โดยสอดคล้องกับกฎกระทรวงอาคารอนุรักษ์พลังงานตามมาตรฐานความปลอดภัย

## 2. วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ

### 2.1 ระบบแสงสว่าง

การตรวจวัดระบบแสงสว่างภายในห้อง จะต้องมีการวางแผนการตรวจวัด โดยการแบ่งพื้นที่จุดวัดตามหลักทฤษฎีดังรูปที่ 2 เพื่อคำนวณค่าความเข้มแสงเฉลี่ยภายในห้อง และนำมาวิเคราะห์ต่อไป



รูปที่ 2 แสดงตัวอย่างการแบ่งจุดวัดแสงสว่าง

จากนั้นใช้ลักซ์ มิเตอร์วัดค่าความเข้มแสงที่ระดับการใช้งานจริง (Mounting High) ตามจุดต่างๆ ที่ได้วางแผนไว้ ดังรูปที่ 3 โดยให้ระดับอ้างอิงอยู่ที่ประมาณความสูงของโต๊ะ (85-90 cm.) เพราะเป็นระดับสายตาขณะอ่านหนังสือ



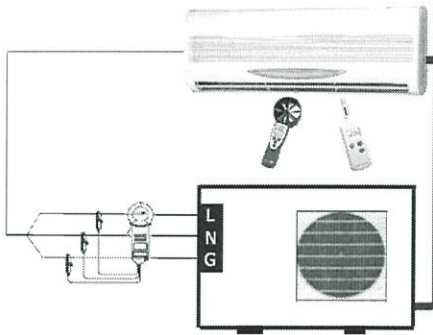
รูปที่ 3 แสดงการวัดค่าความเข้มแสงด้วยลักซ์มิเตอร์

ต่อมานำค่าที่ได้ มาคำนวณหาความเข้มแสงเฉลี่ยภายในห้อง จากสมการตามทฤษฎี ดังนี้

$$E_{av} = \frac{R(N - 1)(M - 1) + Q(N - 1) + T(M - 1) + P}{NM} \quad (1)$$

2.2 ระบบปรับอากาศ

การตรวจวัดระบบปรับอากาศนั้นสำคัญมาก เนื่องจากพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ส่วนใหญ่ภายในอาคารคือเครื่องปรับอากาศ โดยการตรวจวัดระบบเครื่องปรับอากาศนั้น จะทำการตรวจวัดความเร็วลมง่ายและลมกลับ ความชื้นสัมพัทธ์ที่ลมง่าย ลมกลับ อุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 4 เพื่อนำไปหาค่า Enthalpy



รูปที่ 4 การตรวจวัดค่าต่างๆ เพื่อนำมาหาค่า %EER ของเครื่องปรับอากาศ

จากนั้นนำไปคำนวณหาความสามารถในการทำความร้อน (Qc) จากสมการดังนี้

$$Q_c = 4.5 \times CFM \times (H_r - H_s) \quad (2)$$

และจะสามารถนำไปคำนวณหาค่า %EER ได้จากสมการ

$$EER = \frac{Q_c}{W} \quad (3)$$

เปรียบเทียบค่า % EER กับตารางมาตรฐาน ทำให้ทราบว่าเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้น เป็นเครื่องปรับอากาศที่อยู่ในมาตรฐานการประหยัดพลังงานหรือไม่ และอยู่ในช่วงใด

ตารางที่ 1 ระดับประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศของสำนักหอสมุดกลาง

No.	EER	เกณฑ์	จำนวน (ตัว)
5	11.6 ขึ้นไป	ดีมาก	9
4	10.6 – 11.6	ดี	10
3	9.6 – 10.6	ปานกลาง	13
2	8.6 – 9.6	พอใช้	9
1	ต่ำกว่า 8.6	ต่ำ	5

3.ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์พลังงาน

จากการสำรวจตรวจวัดในระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศของสำนักหอสมุดกลาง นำมาวิเคราะห์ผลจากการวัดโดยใช้โปรแกรม BEC ในการจำลองระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยส่วนใหญ่ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างต่อพื้นที่ใช้งาน มีค่าเกินมาตรฐาน ดังนั้นจึงหามาตรการที่ทำให้อาคารสำนักหอสมุดกลางสามารถประหยัดพลังงานได้ โดยแบ่งออกเป็นมาตรการหลักๆ ดังนี้

3.1 มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5

ตารางที่ 2 ผลของมาตรการการเปลี่ยนเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	24 วัตต์/โคม
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี	143,523.84 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี	688,914.432 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	1,392,640 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ	2.02 ปี

3.2 มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ LED

ตารางที่ 3 ผลของมาตรการการเปลี่ยนเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ LED

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้	21 วัตต์/หลอด
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมด	251,166.72 กิโลวัตต์
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี	1,205,600.256 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	6,142,500 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ	5.1 ปี

3.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงานโดยการบำรุงรักษาทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางที่ 4 ผลการลดการใช้พลังงาน โดยการทำมาสะอาด และบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type)

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ต่อเครื่อง	0.2 kWh
ปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ลดไปได้ทั้งหมดต่อปี	26.864 kWh
ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ต่อปี	128,948 บาท
ค่าใช้จ่ายในการลงทุน	23,000 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ	0.17 ปี

#### 4. สรุป และข้อเสนอแนะ

สำนักหอสมุดกลางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นหน่วยงานส่วนกลาง ซึ่งมีการให้บริการกับบุคคลทุกคน ไม่ว่าจะเป็นนักศึกษา อาจารย์ บุคลากรภายในสถาบัน หรือบุคคลภายนอก โดยหลังจากการทดลองเกี่ยวกับสำรวจ วัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคารทางสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ นั้นจะได้ว่า

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่างของทางสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ ผ่านมาตรฐานตามพระราชบัญญัติออกแบบอาคารและแสงสว่างตาม แต่ไม่ผ่านมาตรฐานการประหยัดพลังงาน โดยต้องมีแนวทาง มาตรการการแก้ไขเพื่อให้ประหยัดพลังงาน โดยการเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้งานและ เปลี่ยนชนิดอุปกรณ์ของหลอดไฟต่างๆ ซึ่งมาตรการนี้จะสามารถทำให้ผ่านมาตรฐานการติดตั้ง [5] และมาตรฐานการประหยัดพลังงาน ก็คือการเปลี่ยนจาก T8 เป็นหลอด T5 ซึ่งจะช่วยให้การประหยัดพลังงานได้ 97,761.6 kWh ต่อปี โดยมีการลงทุนประมาณ 381,150 บาท แต่จะคืนทุนในระยะเวลา 0.8 ปี หรือจะใช้การเปลี่ยนเป็นชนิดหลอดจากฟลูออเรสเซนต์เป็น LED ซึ่งจะช่วยให้การประหยัดพลังงานไปได้ 200,779.2 kWh ต่อปี มีการค่าใช้จ่ายในการลงทุนประมาณ 6,358,500 บาท ซึ่งจะเห็นว่าถึงแม้ชนิดหลอดแบบ LED จะประหยัดพลังงานได้มากกว่าแต่ใช้เงินการลงทุนเยอะมาก จึงไม่เหมาะกับการเปลี่ยนหลอดไฟทั้งหมดให้เป็นแบบ LED อาจจะมีการเปลี่ยนเฉพาะบางพื้นที่การใช้งาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ส่วนระบบอากาศก็เช่นเดียวกัน ผ่านมาตรฐานการติดตั้งไม่ผ่านมาตรฐานการประหยัดพลังงาน ซึ่งแนวทางที่ได้เสนอแนะไว้ให้เน้นทั้งการบำรุงรักษา พฤติกรรมการการใช้งานเครื่องปรับอากาศ การเอาใจใส่อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ตลอดเวลา สามารถช่วยประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างมาก และช่วยให้อุปกรณ์และระบบ มีอายุการใช้งานคุ้มค่ากับการลงทุนอีก และจะทำให้ผ่านการติดตั้งตามกฎกระทรวงกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552 [6]

ระบบไฟฟ้าและความปลอดภัยสำนักหอสมุดกลางสถาบันฯ ก็เช่นเดียวกัน พื้นที่ส่วนใหญ่มีความปลอดภัย แต่ในบางพื้นที่ยังคงมีอันตรายอยู่เช่น การลอสายไฟเปลือยเอาไว้ การนำสิ่งของปิดกั้นทางเดิน ทำให้ไม่สามารถเดินได้สะดวก กั้นประตูทางเข้า ทำให้ไม่สามารถเปิดประตูออกได้ และมีการเอาสิ่งของที่ไม่ใช่แล้วไปวางไว้ในห้องที่มีตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก ซึ่งตามหลักแล้วไม่ควรนำสิ่งของไปวางไว้ เพราะถ้าหากเกิดอุบัติเหตุทางไฟฟ้าไม่จะเป็นการลัดวงจรทางไฟฟ้า หรือการใช้โหลดเกินกำลัง อาจก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ ซึ่งต้องมีการจัดการสิ่งของที่วางอยู่ไว้เรื่อยๆ เป็นระเบียบ ส่วนสายไฟที่ลอสายอยู่นั้นต้องตรวจสอบอยู่เสมอเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้งาน ฝ่ายเทคนิคที่ซำรดต้องมีการซ่อมแก้ไข อย่างรวดเร็ว เพราะสายไฟฟ้าที่เดินอยู่บนฝ้าภายในห้อง อาจจะทำให้สายขาดตกลงมาภายในห้องพื้นที่การใช้งาน ก่อให้เกิด

อันตรายได้ ห้องเครื่องลิฟต์ควรมีการซ่อมบำรุงอย่างต่อเนื่องตามมาตรฐานที่บริษัทผู้จำหน่ายได้กำหนดไว้ เพื่อความปลอดภัย ความสบายใจของผู้ใช้งานซึ่งถ้าหากปฏิบัติตามแนวทางการแก้ไข มาตรการต่าง จะทำให้ลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นและเกิดความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานด้วย

ตารางที่ 5 สรุปแนวทางการประหยัดพลังงานทั้งหมดประกอบไปด้วย การเปลี่ยนชนิดหลอดไฟฟ้าและการซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูง

แนวทางการประหยัด	ประหยัดพลังงาน (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)
เปลี่ยน T8 เป็น T5 (36W)	147,737.6	709,097.5	1,445,740	2.6
เปลี่ยน T8 เป็นชนิด LED (20W)	257,999.5	1,238,397.7	6,358,500	6.6
ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ	26,864	128,948	23,000	0.17
รวม	432,601.1	2,076,443.2	7,827,240	4.76

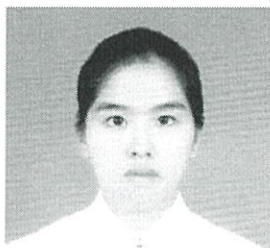
#### เอกสารอ้างอิง

- [1] สถิติการใช้ไฟฟ้าการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, [www.egat.co.th/index.php?option=com\\_content&view=article&id=77&Itemid=200](http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id=77&Itemid=200).
- [2] บทความเรื่อง A review on buildings energy consumption information, [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778807001016](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778807001016).
- [3] โครงการห้องสมุดสีเขียว (Green Library), [www.ku.ac.th](http://www.ku.ac.th).
- [4] กฎกระทรวงประเภท หรือขนาดของอาคารมาตรฐานและหลักเกณฑ์และวิธีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552.
- [5] กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย, มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป พ.ศ. 2551.
- [6] กฎกระทรวงกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552.

#### กิตติกรรมประกาศ

บทความวิชาการฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบคุณการสนับสนุนจากคณะอาจารย์ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะ และข้อคิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่อาคารสำนักหอสมุดกลางได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการตรวจวัดตลอดการทำโครงงานนี้

## ประวัติผู้เขียน



นางสาว สุภัทรา ทศพรพิทักษ์กุล

เกิดวันที่ 29 ตุลาคม พ.ศ. 2534

บ้านเลขที่ 363/8 หมู่ 10 ต. หนองปรือ อ. บางละมุง จ. ชลบุรี 20150

Email : supattra.todsapon@gmail.com

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์



นาย สุภูวนาท ตั้งเลิศอรุณ

เกิดวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2534

บ้านเลขที่ 2/3 ซ.9 พิสุทธิ-พานี ถ.กาญจนวนิช 8 ต.คอหงส์  
อ. หาดใหญ่ จ.สงขลา 90110

Email : the\_gunners\_champion@hotmail.com

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์



นางสาว หยาดรุ้ง แซ่พั้ว

เกิดวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2535

บ้านเลขที่ 231 ถ. สาครมงคล 2 อ. หาดใหญ่ จ. สงขลา 90110

Email : icezu47@gmail.com

สาขาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์