แนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน และการประเมินศักยภาพการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์ โดยใช้โปรแกรม DOE-2

ศ.ดร. สุรพงศ์ จิริรัตนานนท์
หัวหน้าภาควิชาพลังงาน
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานและการประเมินศักยภาพการใช้พลังงานในอาคารพาณิชย์ 4 ประเภทได้แก่อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาลและศูนย์การค้า โดยใช้โปรแกรม DOE-2 และภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร

1. บทนำ

สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศในอาคารพาณิชย์มีค่าสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด[1] วิธีการที่จะลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศคือการลดภาระการปรับอากาศของอาคาร ภาระการปรับอากาศขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างซึ่งอาจเกิดจากปัจจัยภายในหรือภายนอกของอาคาร ส่วนของภาระการปรับอากาศที่เกิดจากปัจจัยภายในของอาคารรวมถึงความร้อนสัมผัสที่เกิดจากระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ส่วนความร้อนที่เกิดจากคนทำให้เกิดความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง ภาระของการปรับอากาศที่เกิดจากปัจจัยภายนอกของอาคารรวมถึงอากาศภายนอกที่เข้ามาในอาคารและความร้อนที่ผ่านเข้าทางกรอบอาคาร แต่อย่างไรก็ตามปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับภาระการปรับอากาศคือความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้าสู่อาคาร

ในการคำนวณหาค่าภาระความเย็น (Cooling Load) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Electrical Consumption) จากผลกระทบการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น กรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง อื่น ๆ วิธีการคำนวณค่อนข้างที่จะซับซ้อน ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมการวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารอยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน แต่ DOE-2 เป็นโปรแกรมคำนวณที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดและมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย โปรแกรม DOE-2 ใช้ทำนายการใช้พลังงานรายชั่วโมงและค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคารรวมทั้งช่วยในการวิเคราะห์การใช้พลังงานในการออกแบบอาคารและการอนุรักษ์พลังงาน

2. แนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน

บทความนี้กล่าวถึงแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานหลัก ๆ 4 ด้านดังนี้

1) การลดความร้อนจากภายนอกที่ผ่านเข้าสู่กรอบอาคารซึ่งรวมถึงการเพิ่มฉนวนที่ผนังและหลังคา การใช้ที่บังแดดรวมไปถึงการใช้กระจกสะท้อนแสงหรือกระจก 2 ชั้น เป็นต้น

2) การปรับปรุงระบบปรับอากาศได้แก่การเลือกใช้เครื่องปรับอากาศที่มีขนาดพอเหมาะกับโหลดในอาคาร การปรับอุณหภูมิน้ำเย็นที่จ่ายให้โหลด การลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น การใช้ถังกักเก็บความเย็น เป็นต้น

3) การปรับปรุงระบบแสงสว่างได้แก่การใช้หลอด Compact Fluorescent การใช้ Low-Loss Ballast หรือ Electronic Ballast เป็นต้น

4) การเปลี่ยนแปลงตารางการการทำงาน ซึ่งรวมถึงตารางการทำงานของคน ตารางการเปิด-ปิดอุปกรณ์และตารางการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง เป็นต้น

การศึกษานี้ได้พิจารณาอาคารพาณิชย์ทั้ง 4 ประเภทได้แก่อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาลและศูนย์การค้า ในขั้นตอนแรกคือการรวบรวมข้อมูลรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานเพื่อมาจำลองอาคารพาณิชย์ทั้ง 4 ประเภท หลังจากนั้นได้ศึกษาเกี่ยวกับมาตรการการอนุรักษ์พลังงานโดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) จำลองอาคารพาณิชย์โดยใช้ข้อมูลจากรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคารทั้ง 4 ประเภท

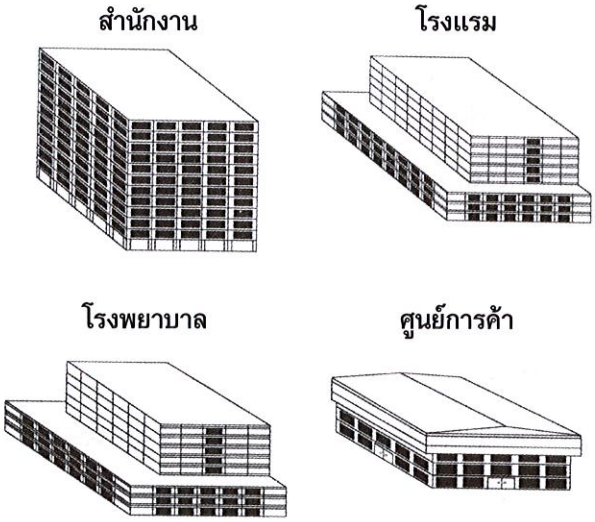
2) เลือกมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่เป็นไปได้ ซึ่งการศึกษานี้ได้เลือกมาตรการการปรับปรุงกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและตารางการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง

3) ระบุตัวแปรที่เปลี่ยนแปลงจากมาตรการที่เลือกโดยพิจารณาถึงแนวทางที่เป็นไปได้และเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในปัจจุบัน

4) ใช้โปรแกรม DOE-2 ในการทำนายค่าพลังงานไฟฟ้าก่อนปรับปรุงและหลังปรับปรุง นำผลที่ได้ไปใช้ในการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ลดลง

3. แบบจำลองอาคารพาณิชย์อ้างอิง

จากการรวบรวมข้อมูลรายงานการตรวจสอบการใช้พลังงานจำนวน 39 อาคารได้แก่ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ จำนวนคน ชั่วโมงทำงาน ลักษณะรูปร่างของอาคาร ชนิดและขนาดของระบบปรับอากาศ วัสดุของผนังทึบและกระจก เป็นต้น เพื่อมาจำลองอาคารพาณิชย์ทั้ง 4 ประเภทได้แก่อาคารสำนักงาน โรงพยาบาล โรงแรม และศูนย์การค้า ดังแสดงในรูปที่ 1 จะเห็นว่ากรอบอาคารมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมและมีพื้นที่ในด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกน้อยกว่าในทิศอื่นๆซึ่งช่วยลดความร้อนที่ผ่านกรอบอาคารให้น้อยลงและอาคารสำนักงานมีความสูงของอาคารสูงกว่าอาคารประเภทอื่นๆ ผนังทึบโดยทั่วไปของอาคารจะเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนและกระจกชั้นเดียว อาจมีการใช้กระจกสองชั้นบ้างในอาคารสำนักงาน ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการจำลองอาคารอ้างอิง



รูปที่ 1 แบบจำลองอาคารพาณิชย์อ้างอิง

ข้อมูลภูมิอากาศรายชั่วโมง (Hourly Weather Data)

โปรแกรม DOE-2 ใช้ทำนายการใช้พลังงานรายชั่วโมงและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ดังนั้นข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้เป็น

รายชั่วโมงด้วย ในการศึกษานี้เลือกภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ ค่ารายชั่วโมงของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) ความเร็วลม (Wind Speed) ทิศทางของลม (Wind Direction) รังสีอาทิตย์กระจาย (Diffuse Solar Radiation) รังสีอาทิตย์รวม (Global Horizontal Radiation) ปริมาณเมฆ (Cloud Cover) เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ได้นำมาเตรียมในรูปแบบ TRY (Test Reference Year) และใช้ DOE-2 weather processor ในการจัดทำข้อมูลสำหรับใช้ในโปรแกรม DOE-2

ตารางที่ 1 ข้อมูลที่ใช้ในการจำลองอาคารพาณิชย์อ้างอิง

ตัวแปร	สำนักงาน	โรงแรม	โรงพยาบาล	ศูนย์การค้า
จำนวนชั้น	12	8	8	3
WWR[a]	0.44	0.17	0.29	0.38
สัมประสิทธิ์บังแดดของหน้าต่าง (SC)	0.64	0.64	0.64	0.96
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ U_w (วัตต์ม.$^{-2}$ °ซ$^{-1}$)	2.957	2.957	2.957	2.957
สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา U_r (วัตต์ม.$^{-2}$ °ซ$^{-1}$)	1.845	1.845	1.845	1.845
สัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวด้านนอกของผนังทึบ h_o (วัตต์ม.$^{-2}$ °ซ$^{-1}$)	22.73	22.73	22.73	22.73
สัมประสิทธิ์การพาความร้อนที่ผิวด้านนอกของหลังคา h_r (วัตต์ม.$^{-2}$ °ซ$^{-1}$)	18.18	18.18	18.18	18.18
ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (วัตต์ม.$^{-2}$)	13.18	5.56	10.67	17.48
ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ (วัตต์ม.$^{-2}$)	12.88	2.3	3.364	25.05
อุณหภูมิภายใน (°ซ)	25	25	25	25
ค่าการดูดซึมรังสีอาทิตย์ของผนังทึบและหลังคา (α_w , α_r)	0.4	0.4	0.4	0.4
จำนวนวันทำงาน(ต่อสัปดาห์)	5	7	7	7
ชั่วโมงทำงาน	8:00-17:00	0:00-24:00	0:00-24:00	10:00-21:00
จำนวนคน[b] ต่อพื้นที่ 100 ม.^{2}	7	20	10	20

[a]WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมด

[b]ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat Gain) และความร้อนแฝง (Latent Heat Gain) ต่อคนมีค่าเท่ากับ 73 และ 59 วัตต์

4. มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

จากแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานดังกล่าวข้างต้น ในการศึกษานี้ได้เลือกมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน

แนวทาง	มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน	รายละเอียด
	<u>กรอบอาคาร</u>	
1	การปรับปรุงหลังคา	ปรับปรุงหลังคาที่มีอยู่แล้ว [คอนกรีต150 มม. + ช่องว่างอากาศ 400 มม. + ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.] โดยเพิ่ม [ใยแก้ว (fiber glass) หนา 25 มม.] มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
2	การปรับปรุงผนังทึบ	ปรับปรุงผนังทึบที่มีอยู่แล้ว [ปูน 20 มม. + อิฐ 80 มม. + ปูน 20 มม.] โดยเพิ่ม [ช่องว่างอากาศ 20 มม. + ยิบซั่มบอร์ด 9 มม.] มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
3	ลดรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก	ใช้ฟิล์มกรองแสงติดที่กระจกซึ่งทำให้ค่า SC มีค่าเท่ากับ 0.39 มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
4	ลดรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก	การปรับปรุงกระจกโดยเปลี่ยนจากกระจก 1 ชั้นเป็นกระจก 2 ชั้น ซึ่งทำให้ค่า SC มีค่าเท่ากับ 0.18 มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
	<u>ระบบปรับอากาศ</u>	
5	เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่จ่าย	เพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องทำความเย็น (Chiller) ซึ่งจ่ายให้กับโหลด จาก 6.2 °ซ เป็น 7.2 °ซ มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
6	ลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	ลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ออกจากหอผึ่งเย็น (Cooling Tower) จาก 32.2 °ซ เป็น 31.2 °ซ มาตรการนี้ใช้สำหรับทุกอาคาร
	<u>ระบบแสงสว่าง</u>	
7	เปลี่ยน Standard Ballast เป็น Low-Loss Magnetic Ballast	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเปลี่ยนเป็น 11.79 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับอาคารสำนักงาน, 5.26 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงแรม, 9.54 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงพยาบาลและ 15.76 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับศูนย์การค้า
8	เปลี่ยน Standard Ballast เป็น Electronic Ballast	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเปลี่ยนเป็น 10.96 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับอาคารสำนักงาน, 5.08 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงแรม, 8.87 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงพยาบาลและ 14.74 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับศูนย์การค้า
9	เปลี่ยนหลอด Incandescent เป็นหลอด Compact Fluorescent	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเปลี่ยนเป็น 12.87 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับอาคารสำนักงาน, 3.41 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงแรม, 10.42 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับโรงพยาบาลและ 16.13 วัตต์ม.$^{-2}$ สำหรับศูนย์การค้า
	<u>ตารางการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง</u>	
10	ปิดไฟช่วงกลางวันเวลา 12:00น.-13:00น.	มาตรการนี้ใช้สำหรับอาคารสำนักงานเท่านั้น

5. ผลการศึกษา

ตารางที่ 3 แสดง ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รายปีและดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index)ในอาคารพาณิชย์ อ้างอิงทั้ง 4 ประเภท จะเห็นว่าศูนย์การค้ามีดัชนีการใช้พลังงานสูงสุดมีค่าเท่ากับ 361 กิโลวัตต์-ชม.ต่อตารางเมตรต่อปีและรองลงมาคืออาคารสำนักงาน โรงแรมและโรงพยาบาลตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้รายปีและดัชนีการใช้พลังงาน

อาคาร	Base Case	
	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี)	ดัชนีการใช้พลังงาน (กิโลวัตต์-ชม.ต่อตารางเมตรต่อปี)
สำนักงาน	2,813,312	224
โรงแรม	1,958,014	171
โรงพยาบาล	2,489,809	144
ศูนย์การค้า	2,991,112	361

5.1 การปรับปรุงผนังและหลังคา

ความร้อนจากภายนอกที่ผ่านกรอบอาคารประกอบกันเป็นส่วนประกอบหลักของภาระปรับอากาศในอาคาร ตารางที่ 4 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการปรับปรุงหลังคา ผนังทึบและการปรับปรุงทั้ง 2 วิธีรวมกัน ตารางดังกล่าวยังแสดงช่วงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากรายงานการตรวจวัดในอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาลและศูนย์การค้า อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวคำนวณจากอาคารที่ได้ทำการตรวจวัดจริงซึ่งแตกต่างจากค่าที่คำนวณจากโปรแกรม DOE-2 ซึ่งใช้อาคารอ้างอิงในการคำนวณ ดังนั้นจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันโดยตรงได้

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานในโรงแรมและโรงพยาบาลมีค่าต่ำเมื่อเทียบกับศูนย์การค้าและอาคารสำนักงาน แต่ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงกลับมีค่ามากกว่าสาเหตุมาจากชั่วโมงการทำงานในโรงแรมและโรงพยาบาล (ทำงาน 24 ชั่วโมง) มากกว่านั่นเอง

ตารางที่ 4 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการปรับปรุงหลังคาและผนังทึบ

อาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 1[c]			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 2[c]			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 1+2[c]		
	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด
	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)
สำนักงาน	10,409	0.37	0.8-1.38	34,322	1.22	7.3	44,732	1.59	N/A
โรงแรม	35,244	1.80	1.72-1.73	123,355	6.30	15.06	160,949	8.22	N/A
โรงพยาบาล	59,257	2.38	3.44-3.80	86,645	3.48	11.66	152,127	6.11	N/A
ศูนย์การค้า	46,960	1.57	0.1-0.51	28,416	0.95	2	79,863	2.67	N/A

[c] ตารางที่ 2 รายละเอียดมาตราการการอนุรักษ์พลังงาน

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากการปรับปรุงกระจกโดยติดฟิล์มกรองแสงและการใช้กระจก 2 ชั้น ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดจากการใช้กระจก 2 ชั้น มีค่าสูงกว่าการติดฟิล์มกรองแสง แต่การรื้อถอนในกรณีการปรับปรุงโดยใช้กระจก 2 ชั้น ใช้เวลานานและมีผลกระทบมากกว่ารวมทั้งมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าด้วยเมื่อเทียบกับวิธีการปรับปรุงโดยการติดฟิล์มกรองแสง ตารางที่ 5 ยังแสดงถึงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้โดยการปรับปรุงหลังคา ผนังทึบและการติดฟิล์มกรองแสง จากผลการศึกษาพบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าจากการปรับปรุงกระจกในโรงแรมมีค่าลดลงค่อนข้างมาก เนื่องจากว่าอัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมด (WWR) มีค่าสูง ส่วนในกรณีของศูนย์การค้าก็เช่นเดียวกันพลังงานไฟฟ้าลดลงค่อนข้างสูง เนื่องจากว่าก่อนการปรับปรุงกระจกที่ใช้เป็นกระจกใส SC มีค่าเท่ากับ 0.96 แต่หลังจากการปรับปรุง SC มีค่า 0.39

ตารางที่ 5 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการปรับปรุงกระจก

อาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 3			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 4			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 1+2+3		
	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด
	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)
สำนักงาน	64,988	2.31	0.04-11.18	122,942	4.37	N/A	111,970	3.98	N/A
โรงแรม	63,244	3.23	N/A	111,803	5.71	N/A	222,039	11.34	N/A
โรงพยาบาล	103,078	4.14	N/A	188,728	7.58	N/A	262,924	10.56	N/A
ศูนย์การค้า	121,738	4.07	2.95	166,007	5.55	N/A	231,811	7.75	N/A

5.2 การปรับปรุงระบบอากาศ

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการปรับปรุงระบบอากาศ จะเห็นว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าลดลงค่อนข้างน้อยสำหรับอาคารทั้ง 4 ประเภท สืบเนื่องจากการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นที่จ่ายให้กับโหลดแลการลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นส่งผลให้ปั๊มน้ำเย็นและพัดลมของหอผึ่งเย็นทำงานมากขึ้น ดังนั้นมาตราการเหล่านี้จึงมีผลในแง่การประหยัดพลังงานไฟฟ้าค่อนข้างต่ำ

ตารางที่ 6 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการปรับปรุงระบบอากาศ

อาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 5			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 6			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 5+6		
	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด
	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)
สำนักงาน	7,596	0.27	0.55	8,159	0.29	0.12	15.473	0.55	N/A
โรงแรม	34,069	1.74	N/A	22,517	1.15	N/A	54,824	2.80	N/A
โรงพยาบาล	30,874	1.24	N/A	19,918	0.80	N/A	49,298	1.98	N/A
ศูนย์การค้า	37,389	1.25	N/A	24,527	0.82	N/A	61,318	2.05	N/A

5.3 การปรับปรุงระบบแสงสว่าง

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้ Low-Loss Magnetic Ballast หรือ Electronic Ballast แทนบาลาสต์ที่มีอยู่เดิม และใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent มาตรการการปรับปรุงระบบแสงสว่างเหล่านี้ค่อนข้างง่ายในการปรับปรุง ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent ในโรงแรมมีค่ามากกว่าอาคารพาณิชย์ประเภทอื่น เนื่องจากว่าจำนวนหลอด Incandescent ที่ใช้ในโรงแรมมีอัตราส่วนที่มากกว่านั่นเอง

ตารางที่ 7 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงในกรณีการปรับปรุงระบบส่องสว่าง

อาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 7			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 8			พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 9		
	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด	DOE-2 Simulation		รายงานการตรวจวัด
	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)	(%)
สำนักงาน	53,453	1.90	0.75-3.70	85,525	3.04	0.96-6.00	8,440	0.30	0.07-1.82
โรงแรม	20,363	1.04	0.63-5.60	34,265	1.75	1.49-11.18	139,998	7.15	0.85-8.07
โรงพยาบาล	76,437	3.07	2.45-4.48	123,246	4.95	4.04-5.48	16,184	0.65	0.35-0.40
ศูนย์การค้า	73,581	2.46	0.53-3.31	113,961	3.81	1.06-2.00	55,635	1.86	0.06-1.41

5.4 ตารางการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง

มาตรการนี้ใช้เฉพาะอาคารสำนักงานซึ่งไม่มีคนทำงานในเวลากลางวันปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากรายงานการตรวจวัดและจากโปรแกรม DOE-2 มีค่า 4 เปอร์เซ็นต์ และ 1.35 เปอร์เซ็นต์ (เท่ากับ 37,980 กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี) ตามลำดับ

ตารางที่ 8 แสดงพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมดในกรณีแนวทางที่ 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9 และ 10 จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงสำหรับโรงแรม โรงพยาบาลและศูนย์การค้าอยู่ในช่วง 16-23 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาคารสำนักงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้มีค่า 9.5 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 8 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงทั้งหมด

อาคาร	พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง แนวทางที่ 1+2+3+5+6+8+9+10	
	กิโลวัตต์-ชม.ต่อปี	(%)
สำนักงาน	267,265	9.50
โรงแรม	442,120	22.58
โรงพยาบาล	451,900	18.15
ศูนย์การค้า	482,466	16.13

6. สรุป

โปรแกรม DOE-2 ใช้ในการคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์การค้า การศึกษานี้ได้ครอบคลุมแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานทั้ง 4 แนวทางได้แก่การปรับปรุงกรอบอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและตารางการเปิด-ปิดระบบแสงสว่าง จะเห็นว่าการประเมินศักยภาพของพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกมาตรการการอนุรักษ์พลังงานสำหรับปรับปรุงอาคารพาณิชย์ทั้ง 4 ประเภทต่อไป

เอกสารอ้างอิง :

[1] Department of Energy Development and Promotion : DEDP, Energy Audit Reports (1994).