

การอนุรักษ์พลังงาน (ไฟฟ้า) ในอาคาร

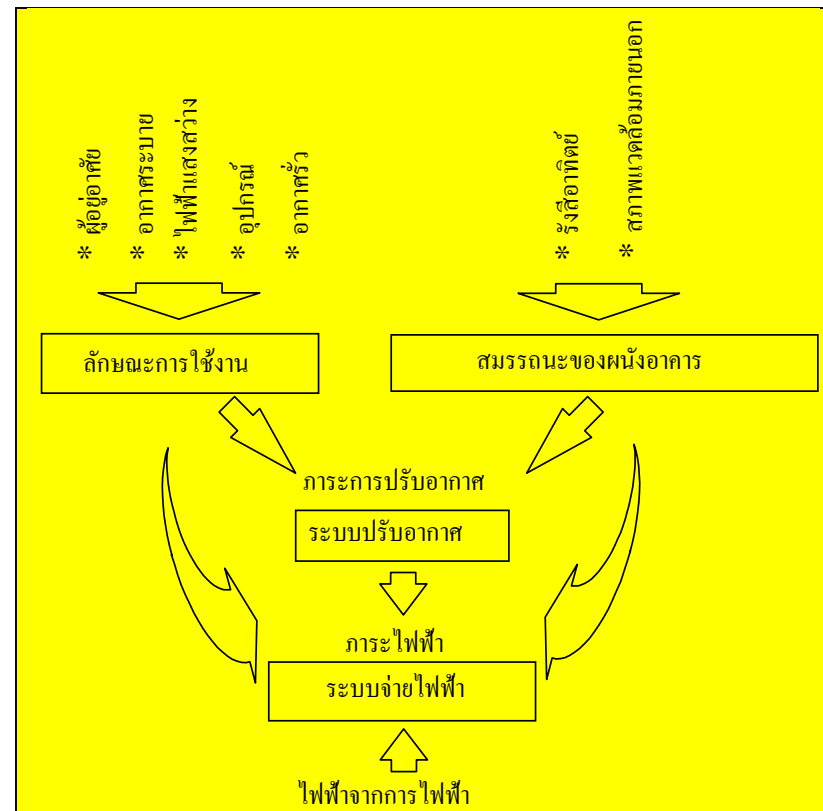
ศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์

ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

- ความร้อนจากภายนอกอาคารที่ถ่ายเทเข้าอาคารและความร้อนที่เกิดภายในอาคารประกอบกันเป็นภาระการปรับอากาศ
- แสงสว่างจากไฟฟ้าและอุปกรณ์ในอาคารใช้ไฟฟ้าโดยตรงและยังสร้างภาระการปรับอากาศ

ตารางแสดงสัดส่วนภาระการปรับอากาศ

ภาระการปรับอากาศ	สัดส่วน
กรอบอาคาร	57
ไฟฟ้าแสงสว่าง	22
ผู้ใช้อาคาร	7
การระบายอากาศ	4
อื่น ๆ	10
รวม	100



สัดส่วนการใช้พลังงาน(ไฟฟ้า)ในอาคารสำนักงานทั่วไป

รายละเอียด	การใช้พลังงานอาคาร		การใช้พลังงานอาคาร (kWh.m ⁻² .Y ⁻¹)
	พลังงาน (kWh.m ⁻² .Y ⁻¹)	ร้อยละ (%)	
การปรับอากาศ	114	60	110-160
การให้แสงสว่าง	38	20	25-50
การระบายอากาศ	10	4	8-15
อุปกรณ์สำนักงาน	10	4	1-10
ลิฟท์	11	4	10-20
อื่น ๆ	17	8	6-20
รวม	190	100	160-275

พัฒนาการของการดำเนินงานเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

พ.ศ. 2535



พ.ร.บ. การส่งเสริม
การอนุรักษ์พลังงาน

พ.ศ. 2538



พพ. ดำเนินการปรับปรุงข้อกำหนดการอนุรักษ์พลังงาน
ในอาคารควบคุม เพื่อบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาต
ก่อสร้าง เพื่อให้เป็นอาคารที่มีคุณภาพด้านพลังงาน
เสียตั้งแต่ต้น

- พ.ร.ก. กำหนดอาคารควบคุม
- กฎกระทรวงกำหนดให้อาคารควบคุมต้องสำรวจและจัดทำรายงานการใช้พลังงาน เพื่อกำหนดเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงาน

พ.ศ. 2544-2549



พ.ศ. 2550



พ.ร.บ. การส่งเสริม
การอนุรักษ์พลังงาน
ฉบับปรับปรุงใหม่

พ.ศ. 2552



ข้อกำหนด/ประกาศและมีผลบังคับใช้
พพ จัดอบรม การอนุรักษ์พลังงานใน
อาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่ เพื่อ
เตรียมความพร้อมบุคลากรที่จะรองรับ
การปฏิบัติตามกฎหมายใหม่

ลักษณะของมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร

- ใ้กับอาคารที่มีพื้นที่ใช้สอย **2000 ตร.ม. ขึ้นไป**
- **3 กลุ่มอาคาร**แบ่งตามช่วงเวลาการใช้งาน
 - ✓ อาคารสำนักงานและสถานศึกษา
 - ✓ อาคารสรรพสินค้า
 - ✓ อาคารประเภทโรงแรมหรือโรงพยาบาล
- มีเกณฑ์ประเมิน**ระบบอาคารหลัก**และส่งเสริมการใช้**พลังงานหมุนเวียน**
 - ✓ ระบบกรอบอาคาร
 - ✓ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
 - ✓ ระบบปรับอากาศ

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของกรอบอาคาร

ดัชนี	ประเภทอาคาร	ค่าขั้นต่ำ
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของผนัง (วัตต์/ตร.ม.) ⇒ OTTV	สำนักงานและสถานศึกษา	50
	โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	30
	ห้างสรรพสินค้า ไฮเปอร์มาร์เกต	40
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม ของหลังคา (วัตต์/ตร.ม.) ⇒ RTTV	สำนักงานและสถานศึกษา	15
	โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	10
	ห้างสรรพสินค้า ไฮเปอร์มาร์เกต	12

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ดัชนี	ประเภทอาคาร	ค่าขั้นต่ำ
ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่าง (วัตต์/ตร.ม.) ⇒ LPD	สำนักงานและสถานศึกษา	14
	โรงแรม โรงพยาบาล อาคารชุด	12
	ห้างสรรพสินค้า ไฮเปอร์มาร์เกต	18

ค่าเกณฑ์มาตรฐานฯ ของระบบปรับอากาศ

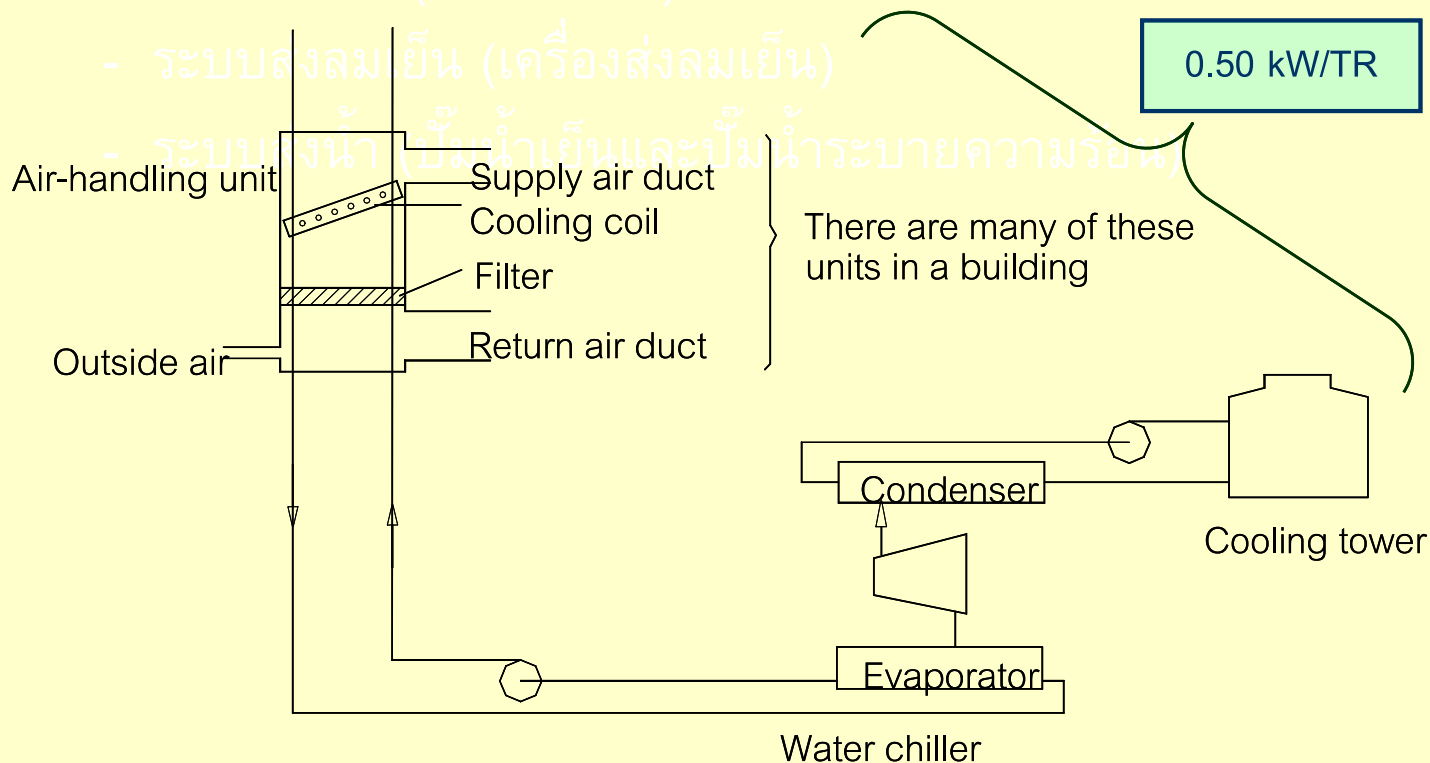
ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ COP [EER ($\text{Btu.h}^{-1}.\text{W}^{-1}$)]
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเป็นชุด (ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ)	
น้อยกว่า 3,500 วัตต์ (0.995 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
ตั้งแต่ 3,500 วัตต์ แต่ไม่เกิน 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
เกินกว่า 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.56 [8.74]
(ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ)	
ทุกขนาดทำความเย็น	3.99 [13.62]

- การใช้พลังงานของส่วนอื่น ๆ ของระบบ (ยกเว้น Chiller) มีประสิทธิภาพพลังงานไม่ต่ำกว่า 7.03 (0.5 kW/TR)

- ระบบส่งลมเย็น (เครื่องส่งลมเย็น)

- การใช้พลังงานของส่วนอื่น ๆ ของระบบ (ยกเว้น Chiller) มีศักยภาพพลังงานไม่ต่ำกว่า 7.03 (0.5 kW/TR)
- ระบบส่งน้ำ (ปั๊มน้ำเย็นและปั๊มน้ำระบายความร้อน)

- ระบบส่งลมเย็น (เครื่องส่งลมเย็น)



ผลของประสิทธิภาพของระบบอาคารต่อการใช้พลังงาน(ไฟฟ้า)ของอาคาร

ตารางนี้แสดงผลการปรับดัชนีของแต่ละระบบและผลต่อการใช้ไฟฟ้าของทั้งอาคาร

สดมภ์ →	1	2	3	4	5	6	7	8	9
แถว ↓	รายการ	ค่าที่กำหนดและผลที่ได้							
1	$OTTV, Wm^{-2}$	65	25	65	65	65	65	65	25
2	$A_w/A_p, m^2$	1	1	0.24	1	1	1	1	1
3	COP	2.2	2.2	2.2	3.5	2.2	2.2	2.2	3.5
4	LPD, Wm^{-2}	20	20	20	20	10	20	20	10
5	EQD, Wm^{-2}	30	30	30	30	30	30	30	30
6	OCCU	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1
7	VENT, l/s	1	1	1	1	1	1	2	1
8	$CCL, W_{th} m^{-2}$	140.6	100.6	91.2	140.6	132.2	152.3	162.2	92.2
9	Ext, %	46	25	17	46	49	43	40	27
10	Int, %	54	75	83	54	51	57	60	73
11	$AC_E, kWhm^{-2}Y^{-1}$	149.5	107.0	97.0	94.0	140.6	162.0	172.5	61.6
12	$L_E, kWhm^{-2}Y^{-1}$	39.3	39.3	39.3	39.3	19.7	39.3	39.3	19.7
13	$E_n, kWhm^{-2}Y^{-1}$	214.4	171.8	161.8	158.8	185.8	226.8	237.3	106.8
14	AC_E/E_n	69.8	62.3	59.9	59.2	75.7	71.4	72.7	57.7
15	L_E/E_n	18.3	22.9	24.3	24.8	10.6	17.3	16.6	18.4

ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

- ในระหว่างปี พ.ศ.2538 – 2549 มีกฎกระทรวงหนึ่งกำหนดว่าอาคารควบคุม (ที่ต้องการพลังงานแอมป์เกินกว่า 1,175 kVA) จะต้องจ้างที่ปรึกษาทำ energy audit
- พพ.นำผลสรุปจากผลของ energy audit ของอาคารจำนวนสองพันแห่ง เก็บไว้ใน Database 5 โดยแบ่งอาคารเป็น 8 ประเภท
- ในการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารเหล่านี้ มีการกำหนดอาคารตัวแทน/หรืออาคารอ้างอิงประเภทละหนึ่งอาคาร
- อาคารอ้างอิงแต่ละอาคารมีค่าดัชนีสมรรถนะของแต่ละระบบเท่ากับค่าเฉลี่ยของดัชนีระบบเดียวกันของอาคารประเภทเดียวกัน
- ตารางในหน้าถัดไปแสดงค่าดัชนีสมรรถนะของแต่ละระบบของอาคารอ้างอิง

ค่าดัชนีสมรรถนะของแต่ละระบบของอาคารอ้างอิง 8 ประเภท

Item	Unit		Office	Hotel	Hospital	Dept. store	School	Misc.	Condo	Hyper
1	AC energy/AC area,	kWhm ⁻² .Y ⁻¹	111.0	143.18	162.14	184.93	76.22	216.54	168.06	165.43
2	Light energy/used area ,	kWhm ⁻² .Y ⁻¹	27.1	27.02	24.07	56.20	11.05	26.02	12.23	84.77
3	Other energy/used area,	kWhm ⁻² .Y ⁻¹	46.2	27.95	25.83	76.74	6.29	43.16	16.65	136.17
4	Total energy/used area	kWhm ⁻² .Y ⁻¹	146.4	148.44	115.98	268.66	37.28	117.53	66.05	359.63
5	AC area/total area		0.36	0.65	0.41	0.68	0.27	0.32	0.26	0.72
6	AC energy/total energy		0.41	0.64	0.56	0.52	0.53	0.43	0.58	0.39
7	Lighting energy/total energy		0.22	0.19	0.22	0.22	0.32	0.20	0.22	0.24
8	OTTV	Wm ⁻²	55.54	51.40	57.21	43.6	55.61	60.58	49.97	36.26
9	RTTV	Wm ⁻²	33.86	23.35	31.01	17.6	29.09	27.53	17.37	22.91
10	WWR		0.29	0.29	0.26	0.22	0.26	0.32	0.20	0.20
11	Split type AC	kW/RFT	1.51	1.64	1.59	1.48	1.51	NA	NA	1.45
12	Package type Window type	kW/RFT	1.83	1.76	1.30	1.06	2.03	NA	NA	NA
13	Water chillers	kW/RFT	1.02	1.09	0.75	0.71	1.07	NA	NA	2.08

- อาคารเหล่านี้มีจำนวนมากที่มีพื้นที่ที่ไม่ปรับอากาศ เช่นอาคารสำนักงาน ดังนั้นจึงมีค่าดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ไม่สูง
- โครงการการจัดทำแผนปฏิบัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตามมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยผู้ให้บริการไฟฟ้า

ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

- ในการศึกษาศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานครั้งหนึ่งได้นำเสนอการเปรียบเทียบผลการอนุรักษ์เมื่อสมรรถนะพลังงานของระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศสูงกว่าค่าอ้างอิง 2 ระดับเรียกว่า code และ econ
- เพื่อให้สามารถเข้าใจความหมายของ code และ econ ในที่นี้จะนำเสนอตัวอย่างห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งม Ref=reference, Code=code compliant, Econ=economic

Item	Ref	Code	Econ
Envelope			
OTTV (W.m^{-2})	43.6	40.00	20.60
RTTV (W.m^{-2})	17.6	12.00	12.00
Air-conditioning			
Chiller, COP	4.95	5.87	7.03
Other part, COP	7.03	7.03	7.03
System, COP	2.91	3.20	3.52
Lighting			
Lighting power density fin A/C area, LPDo (W.m^{-2})	27.30	18.00	14.00
Diversity factor for A/C area lighting, Dflo	0.80	0.80	0.80
Lighting in un-conditioned space, LPDu (Wm^{-2})	6.26	6.26	5.00

ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

Item	Ref	Code	Econ
Equipment			
Equipment power density for A/C area, EQDo ($W.m^{-2}$)	19.50	19.50	18.00
Diversity factor for equipment in A/C space, Dfeo	0.90	0.90	0.90
Equipment power density for un-cond space, EQDo ($W.m^{-2}$)	5.00	5.00	5.00
Occupancy			
Occupant-A/C space ($W.m^{-2}$)	20.00	20.00	20.00
Diversity of occupants in A/C area, Dfoc	0.80	0.80	0.80
Ventilation ($l.m^{-2}.s^{-1}$)	1.00	1.00	1.00
Night (off-time) light & security power, Pn (W/m^{-2})	2.95	2.56	2.56
Light	2.25	2.00	2.00
Equipment	0.70	0.56	0.56
Work hours, Noh	4380.	4380.	4380.
Night (off-time) hours, Nnh	4380.	4380.	4380.

ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

ผลรวมการใช้ไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองอาคารสรรพสินค้า

Item	Base	Code	Economic
Power demand, kW	4036.0	2987.5	2813.9
Total kWh/used area	555.9	394.3	367.9
AC kWh/AC area	200.3	152.0	121.0
Light kWh/used area	129.6	63.2	44.7
Others kWh/used area	254.1	254.1	254.1

ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานของอาคารควบคุม

ผลรวมการใช้ไฟฟ้าที่ได้ในทำนองเดียวกันสำหรับอาคาร **8 ประเภท**

- การใช้ไฟฟ้าลดลงประมาณ **30%** สำหรับ **code compliant** และ **40%** สำหรับกรณี **economic**

Building type	Large buildings, kWh/m ²		
	Base	Code	Econ
Office	146.4	98.7	82.3
Hotel	173.2	117.0	101.7
Hospital	148.8	123.9	112.0
Dept store	556.0	394.3	368.0
School	94.0	79.3	67.2
Misc	139.7	117.2	100.0
Condo	118.4	105.3	92.7
Hyper	394.7	300.9	248.7