บรรณานุกรมอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานการวิเคราะห์และแนวทางลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน . กรุงเทพมหานคร , 2540.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานพลังงานของประเทศไทย ๒๕๔๐ . กรุงเทพมหานคร , 2541.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ๒๕๔๐ . กรุงเทพมหานคร , 2541.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. เอกสารเผยแพร่หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2539.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . เอกสารเผยแพร่ การเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2539.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . เอกสารเผยแพร่ บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2539.

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย . เอกสารเผยแพร่โครงการมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง . ไม่ระบุสถานที่และปีที่พิมพ์.

ไชยะ แช่มช้อย . 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร : บ.เอ็มแอนด์อี จก. , 2535.

บริษัท เอ็มแอนด์อี จำกัด . คู่มือวิศวกรไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร : หจก. นำอักษรการพิมพ์ , ไม่ระบุปีที่พิมพ์.

พงษ์เดช คุณะสาวพันธ์ . 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร : บ.เอ็มแอนด์อี จก. , 2535.

พิบูลย์ ดิษฐอุดม . การออกแบบระบบแสงสว่าง . กรุงเทพมหานคร : บ.เอช.เอ็น.กรุ๊ป จก. , 2537.

วันชัย ริจิรวนิช , ชอุ่ม พลอยมีค่า . เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม . กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2539.

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ . เทคนิคการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม . กรุงเทพมหานคร : หจก. นำอักษรการพิมพ์ , 2538.

ภาคผนวก ก.

ตารางการผลิตพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย ปี พ.ศ.2540

ตารางที่ ก.1 Consumption / Installation / Generation and Line Loss

ตารางที่ ก.2 Electric Consumption by Sector

ตารางที่ ก.3 National Grid Generation by Types of Power Plants

ตารางที่ ก.4 National Grid Generation by Energy Sources

ตารางที่ ก.5 Estimated Air Pollutant Emissions By Types From Energy Consumption For Power Generation in 1997

ตารางที่ ก.6 ต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 Consumption / Installation / Generation and Line Loss

Items	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1. Electric Consumption (Gwh)	28,253	32,834	38,342	43,398	49,304	56,279	62,510	71,225	77,354	82,429
2. National Grid Installed Capacity (MW)	6,997	7,366	8,745	9,707	11,732	12,734	13,075	14,912	16,513	17,805
3. Installed Capacity of Private Generation For Own Use (MW)	875	948	1,002	1,064	1,074	1,127	2,028	2,632	2,000	2,554
4. Peak Generation of National Grid (MW)	5,414	6,208	7,167	7,990	8,828	9,735	10,911	12,168	13,661	14,924
5. EGAT's Peak Generation (MW)	5,373	4,822	7,123	7,941	8,784	9,691	10,863	10,692	11,638	12,529
6. National Grid Generation (Gwh)	32,464	37,406	44,175	50,186	57,098	63,405	71,177	80,060	87,467	93,253
7. Population (Thousand)	54,961	55,888	56,303	56,961	57,789	58,336	59,095	59,460	60,116	60,816
8. Consumption per Capita (kWh/Capita)	514	587	681	762	853	965	1,058	1,198	1,287	1,355
9. Average Thermal Efficiency at Sending End of National Grid (%)	37.95	37.95	36.50	34.44	36.61	37.47	37.43	37.39	35.50	35.58
10. Line Loss of National Grid (%)	10.21	9.97	10.56	10.77	10.32	8.15	9.65	8.12	8.69	8.67

ที่มา : รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ๒๕๔๐ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ ก.2 Electric Consumption by Sector

Unit : Gwh

Year	Residential	Commercial	Industrial	Agriculture	Other	Total
1988	6,253.5	8,847.6	12,951.8	67.4	132.4	28,252.7
1989	7,024.6	10,108.2	15,431.0	89.7	180.3	32,833.8
1990	8,087.6	11,982.8	17,928.0	96.2	247.6	38,342.2
1991	9,152.1	13,975.5	19,813.3	93.8	362.9	43,397.6
1992	10,258.8	18,049.1	20,406.1	117.6	472.1	49,303.7
1993	11,932.7	21,448.3	22,372.8	129.9	395.7	56,279.4
1994	12,893.8	20,116.6	28,920.1	95.7	484.2	62,510.4
1995	14,621.5	23,026.3	32,859.0	102.8	615.3	71,224.9
1996	16,047.4	25,782.4	34,645.3	124.4	754.8	77,354.3
1997	17,666.5	29,203.8	34,541.7	165.4	852.0	82,429.4

ที่มา : รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ๒๕๔๐ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ ก.3 National Grid Generation by Types of Power Plants

Unit : Gwh

Year	Hydro	Thermal (Steam)	Gas Turbine	Combined Cycle	Diesel	Other	Total
1988	3,779.0	22,966.8	763.7	4,934.0	20.9	0.0	32,464.4
1989	5,570.8	25,961.3	786.7	5,077.8	10.3	0.0	37,406.9
1990	4,975.5	32,185.6	1,982.7	4,997.2	32.9	1.1	44,175.0
1991	4,586.5	32,265.4	8,303.8	5,010.1	19.0	1.1	50,185.9
1992	4,238.5	36,832.2	998.9	15,006.5	21.0	1.3	57,098.4
1993	3,700.1	38,827.4	1,111.1	19,743.3	21.6	1.3	63,404.8
1994	4,513.7	39,433.8	1,107.5	26,098.5	22.1	1.1	71,176.7
1995	6,712.9	43,220.5	2,062.2	28,020.3	43.1	1.2	80,060.2
1996	7,340.7	46,494.5	2,890.3	30,688.5	51.5	1.5	87,467.0
1997	7,199.8	45,527.9	2,597.7	37,865.8	60.5	1.6	93,253.3

ที่มา : รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ๒๕๔๐ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ ก.4 National Grid Generation by Energy Sources

Unit : Gwh

Year	Hydro	Fuel Oil	Diesel Oil	Coal & Lignite	Natural Gas	Others	Total
1988	3,779.0	3,142.2	23.8	6,799.5	18719.9	0.0	32,464.4
1989	5,570.8	4,738.8	23.4	7,878.6	19,194.8	0.0	37,406.4
1990	4,975.5	10,012.6	365.4	11,052.8	17,767.6	1.1	44,175.0
1991	4,586.5	12,636.4	125.5	13,036.5	19,799.9	1.1	50,185.9
1992	4,238.5	14,928.9	171.7	14,815.0	22,943.0	1.3	57,098.4
1993	3,700.1	17,494.5	751.9	13,503.8	27,953.2	1.3	63,404.8
1994	4,513.7	19,644.4	1,476.9	14,130.9	31,409.7	1.1	71,176.7
1995	6,712.9	21,714.6	2,688.1	14,779.6	33,899.5	1.2	79,795.9
1996	7,340.7	20,976.5	4,627.2	17,507.2	36,748.9	1.5	87,202.0
1997	7,199.8	19,303.6	2,486.5	18,924.6	43,179.2	1.6	91,095.3

ที่มา : รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย ๒๕๔๐ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ ก.5 Estimated Air Pollutant Emissions By Types From Energy Consumption For Power Generation in 1997

Unit : Thousand Tons

ชนิดมลภาวะ	ปริมาณ
Carbon Dioxide	67,691
Carbon Monoxide	20
Nitrogen Oxide	226
Methane	3
Sulphur Dioxide	1,294
Suspended Particulate Matter	1,288

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย ๒๕๔๐ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ตารางที่ ก.6 ต้นทุนเฉลี่ยในการผลิตพลังงานไฟฟ้า

Long Run Marginal Cost	Economic Term	
	B./ kW.	B./ kWh.
1. Marginal Capacity Cost		
Generation	46,866.07	0.744
Transmission	9,573.30	0.255
Total	56,439.37	0.999
2. Marginal Energy Cost	0.00	1.033
Total	56,439.37	2.032

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ภาคผนวก ข.

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรม

การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงแรม อาจแบ่งแยกได้ 2 ส่วน ดังนี้คือ

1. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบรวม ซึ่งประกอบด้วย
   - การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด
   - การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์
2. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย
   - ระบบแสงสว่าง
   - หม้อแปลงไฟฟ้า
   - มอเตอร์ไฟฟ้า
   - ระบบปรับอากาศ

1. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าเกี่ยวกับระบบรวม

การควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

การใช้พลังไฟฟ้าของอาคารธุรกิจทั่วๆไปมีองค์ประกอบที่มีผลต่ออัตราค่าไฟฟ้าดังนี้คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ความต้องการพลังไฟฟ้าและเพาเวอร์แฟคเตอร์ จากองค์ประกอบเหล่านี้การไฟฟ้าจะเรียกเก็บเงินจากลูกค้าโดยระบุค่าธรรมเนียมต่างๆไว้ดังนี้ คือ

ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าใน1เดือน โดยมีอัตราที่แตกต่างกันแต่ละประเภทผู้ใช้ไฟ

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) เป็นค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดของเดือนนั้น

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มี Lagging Power Factor ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอคตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุด (Maximum 15 minute Kilovar Demand) เกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเมื่อคิดเป็นกิโลวัตต์ (Maximum 15 minute kilowatt Demand) แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอัตรา Kvar ละ 15.00 บาท สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะไม่เสียค่าธรรมเนียมในส่วนนี้

เนื่องจากการไฟฟ้าคิดว่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาทีของแต่ละเดือนด้วย โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับระยะเวลาใช้งานว่าจะมากน้อยยาวนานเพียงใด จะมีค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบ 1 เดือนก็ตาม ก็จะคิดค่า

ไฟฟ้าส่วนนี้เท่ากัน ดังนั้นเพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มค่ากับเงินที่จะต้องจ่ายส่วนนี้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

แนวทางในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีคำจำกัดความดังนี้

$$\text{ตัวประกอบโหลด (Load Factor)} = \frac{\text{จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมงที่ใช้ทั้งหมดต่อเดือน x 100}}{\text{กิโลวัตต์สูงสุด x จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น}}$$

พิจารณาสมการตัวประกอบโหลดจะเห็นว่า ตัวแปรที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ตัวประกอบโหลดสูงหรือต่ำจะมีอยู่ 2 ตัวคือ จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์-ชั่วโมง) และจำนวนกิโลวัตต์สูงสุดหรือความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ดังนั้นเราสามารถที่จะเพิ่มค่าประกอบโหลดให้สูงขึ้นได้ 2 วิธีคือ

1. ลดจำนวนกิโลวัตต์สูงสุด (Peak Demand) ลง

2. ลดการใช้จำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Unit) ลง เพื่อให้สมดุลกับจำนวน Peak Demand ที่ลดลงอันจะมีผลทำให้อัตราส่วนของค่าทั้ง 2 เพิ่มขึ้น แต่การลดจำนวนกิโลวัตต์-ชั่วโมง (Unit) จะมีผลต่อการเพิ่มค่าตัวประกอบโหลดไม่มากนัก แต่จะส่งผลโดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อต่อไป

โดยปกติทั่วไปสถานประกอบการทีทำงาน 24 ชั่วโมง/วัน ตัวประกอบโหลดควรจะประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ หรือการที่ทำงานที่ 16 และ 8 ชั่วโมงตัวประกอบโหลดควรจะประมาณ 53 และ 26 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาค่าตัวประกอบโหลดจากใบเสร็จค่าไฟได้ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบดู ถ้ามีผลที่ต่ำกว่าค่าที่กล่าวมาแสดงว่าอาคารธุรกิจนั้นมีศักยภาพที่จะสามารถลดค่า Peak Demand ลงได้

<u>การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์</u>

อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้งานอยู่ในกิจกรรมต่างๆจะเป็นชนิดต้องการกำลังงานรีแอคตีฟจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า มีเพียงเครื่องจักรซิงโครนัส (Synchronous Machines) และคาปาซิเตอร์กำลัง (Power Capacitor) เท่านั้นที่สามารถจ่ายกำลังงานรีแอคตีฟให้กับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังงานรีแอคตีฟได้ ดังนั้นการติดตั้งคาปาซิเตอร์กำลังไม่ว่าจะเป็นคาปาซิเตอร์กำลังที่ใช้กับระบบแรงดันต่ำ (แรงดันไม่เกิน 1,000 โวลต์) หรือระบบแรงดันสูงเพิ่มเติมเข้าไปในระบบไฟฟ้า จึงเป็นวิธีการที่ประหยัดที่สุดในการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบไฟฟ้าที่กำลังใช้งานอยู่และมีเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ

ตัวคาปาซิเตอร์กำลังมีคุณสมบัติที่ดีอยู่หลายอย่างคือ นอกจากจะมีราคาถูกกว่าเครื่องจักรซิงโครนัสมากแล้วยังติดตั้งใช้งานได้ง่าย ในทางปฏิบัติแทบจะไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลยเพราะ

ไม่มีส่วนที่มีการเคลื่อนไหว และประการสำคัญคือ มีกำลังงานสูญเสียในตัวเองต่ำมาก ในปัจจุบันสามารถผลิตคาปาซิเตอร์กำลังให้มีกำลังงานสูญเสียได้ต่ำกว่า 0.5 วัตต์ต่อกิโลวาร์ และมีให้เลือกใช้งานหลายขนาดเพื่อให้เหมาะกับการติดตั้งใช้งานในแต่ละแห่ง สำหรับขนาดใหญ่ (กิโลวาร์สูงๆ) จะได้จากการนำเอาคาปาซิเตอร์ตัวเล็กๆมาต่อรวมกันเป็นกลุ่มแล้วบรรจุลงในภาชนะรองรับ สาเหตุที่ไม่ผลิตเป็นตัวใหญ่ๆเลยเพราะเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรม

การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้นจะมีผลดีต่อระบบไฟฟ้าหลายประการ เช่น

1. ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรตั้งแต่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจนถึงตำแหน่งที่ติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์กำลัง

2. ลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าลง ซึ่งจะมีผลดีต่ออุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าต่างๆเช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล สวิตช์ เป็นต้น

3. ลดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบไฟฟ้าลง ทำให้ระดับของแรงดันไฟฟ้ามีความมั่นคงขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งปลายสุดของสายป้อนไม่ตกมาก ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง

4. เพิ่มขีดความสามารถในการรับหรือจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายการใช้ไฟฟ้าหรือเพิ่มโหลดได้โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์รับ จ่ายกำลังไฟฟ้า

5. ลดค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้การไฟฟ้าฯอยู่ทุกเดือน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เฉพาะส่วนที่เป็นพลังงานสูญเสียที่ลดลง และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ เมื่อมีค่าต่ำกว่า 0.85

การติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์กำลังเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้น นอกจากจะมีผลดีแล้วก็อาจเกิดผลเสียได้ถ้าไม่ได้ทำการพิจารณากันอย่างรอบคอบเช่น อาจเกิดฮาร์โมนิกขึ้นในระบบไฟฟ้า เกิดแรงดันเกินพิกัด (Over Voltage) เป็นต้น ดังนั้นการติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์กำลังเข้ากับระบบไฟฟ้าเพื่อการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จึงต้องพิจารณาทั้งขนาดที่ใช้ ตำแหน่งที่ติดตั้ง ตลอดจนการต่อวงจรและขนาดของอุปกรณ์ป้องกันต่างๆ

สำหรับข้อดีต่างๆที่กล่าวมานั้น จะได้ผลมากที่สุดก็ต่อเมื่อตำแหน่งที่ติดตั้งคาปาซิเตอร์อยู่ติดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำๆเท่านั้นเช่น มอเตอร์เหนี่ยวนำกระแสสลับ หลอด Fluorescent เป็นต้น

เพื่อความสะดวกในการใช้งานโดยไม่ต้องคำนวณ จึงมีการนำสมการด้านบนไปทำเป็นตาราง ดังแสดงในตารางที่ ข.1

เพาเวอร์แฟคเตอร์	เพาเวอร์แฟคเตอร์ใหม่ที่ต้องการ																			
	0.80	0.81	0.82	0.83	0.84	0.85	0.86	0.87	0.88	0.89	0.90	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00
0.50	0.982	1.008	1.034	1.060	1.086	1.112	1.139	1.163	1.192	1.220	1.248	1.276	1.206	1.237	1.269	1.403	1.440	1.481	1.529	1.537	1.232
0.51	0.927	0.962	0.987	1.015	1.041	1.067	1.084	1.120	1.147	1.176	1.203	1.231	1.261	1.292	1.324	1.358	1.385	1.436	1.484	1.544	1.487
0.52	0.893	0.819	0.945	0.971	0.997	1.023	1.050	1.076	1.103	1.131	1.159	1.187	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
0.53	0.850	0.876	0.903	0.924	0.954	0.980	1.007	1.033	1.060	1.088	1.116	1.144	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.437	1.600
0.54	0.809	0.835	0.861	0.887	0.913	0.939	0.966	0.993	1.019	1.047	1.075	1.103	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.304	1.356	1.416	1.559
0.55	0.769	0.795	0.821	0.847	0.873	0.899	0.926	0.852	0.879	1.007	1.035	1.063	1.093	1.124	1.156	1.180	1.227	1.268	1.316	1.376	1.519
0.56	0.750	0.756	0.782	0.808	0.834	0.860	0.887	0.913	0.940	0.968	0.896	1.024	1.054	1.085	1.117	1.151	1.188	1.229	1.277	1.337	1.480
0.57	0.692	0.718	0.744	0.770	0.796	0.822	0.849	0.875	0.902	0.930	0.858	0.986	1.016	1.047	1.079	1.113	1.150	1.191	1.238	1.299	1.442
0.58	0.455	0.681	0.707	0.753	0.759	0.785	0.812	0.438	0.865	0.893	0.821	0.949	0.979	1.010	1.042	1.076	1.113	1.154	1.202	1.262	1.405
0.59	0.619	0.643	0.671	0.697	0.723	0.749	0.776	0.802	0.829	0.857	0.885	0.913	0.943	0.974	1.006	1.040	1.077	1.118	1.166	1.224	1.369
0.60	0.583	0.609	0.635	0.661	0.687	0.713	0.740	0.766	0.793	0.821	0.849	0.877	0.907	0.938	0.970	1.004	1.041	1.082	1.130	1.190	1.333
0.61	0.549	0.573	0.601	0.627	0.653	0.679	0.706	0.732	0.759	0.787	0.815	0.843	0.873	0.904	0.936	0.970	1.007	1.048	1.096	1.154	1.299
0.62	0.516	0.542	0.568	0.594	0.620	0.646	0.673	0.699	0.726	0.754	0.782	0.810	0.840	0.871	0.903	0.937	0.974	1.015	1.043	1.123	1.266
0.63	0.483	0.509	0.535	0.561	0.587	0.613	0.640	0.666	0.693	0.721	0.749	0.777	0.807	0.838	0.870	0.904	0.941	0.982	1.030	1.090	1.233
0.64	0.451	0.474	0.500	0.529	0.555	0.581	0.608	0.634	0.661	0.689	0.717	0.745	0.775	0.806	0.939	0.872	0.909	0.950	0.998	1.058	1.201
0.65	0.419	0.445	0.271	0.497	0.523	0.549	0.576	0.602	0.629	0.657	0.685	0.713	0.743	0.774	0.806	0.840	0.877	0.913	0.966	1.024	1.169
0.66	0.388	0.414	0.440	0.466	0.492	0.518	0.545	0.571	0.598	0.626	0.654	0.682	0.712	0.743	0.775	0.809	0.846	0.887	0.935	0.985	1.135
0.67	0.358	0.384	0.410	0.436	0.482	0.488	0.515	0.541	0.568	0.596	0.624	0.652	0.682	0.713	0.745	0.779	0.814	0.857	0.906	0.965	1.108
0.68	0.328	0.254	0.380	0.406	0.432	0.438	0.485	0.511	0.538	0.566	0.594	0.622	0.652	0.683	0.715	0.749	0.786	0.827	0.875	0.935	1.078
0.69	0.299	0.325	0.351	0.377	0.403	0.429	0.456	0.482	0.509	0.537	0.565	0.583	0.623	0.654	0.686	0.720	0.757	0.786	0.846	0.906	1.049
0.70	0.270	0.286	0.322	0.342	0.374	0.400	0.427	0.453	0.480	0.508	0.536	0.504	0.594	0.625	0.657	0.891	0.226	0.769	0.817	0.877	1.020
0.71	0.242	0.268	0.294	0.220	0.346	0.372	0.399	0.425	0.452	0.480	0.508	0.536	0.566	0.597	0.629	0.663	0.700	0.741	0.788	0.849	0.992
0.72	0.214	0.240	0.266	0.292	0.318	0.364	0.371	0.397	0.424	0.452	0.480	0.508	0.538	0.569	0.601	0.635	0.672	0.713	0.761	0.821	0.964
0.73	0.186	0.212	0.238	0.264	0.290	0.316	0.343	0.369	0.396	0.424	0.452	0.480	0.510	0.541	0.573	0.607	0.644	0.643	0.733	0.793	0.934
0.74	0.159	0.185	0.211	0.237	0.243	0.269	0.316	0.342	0.369	0.397	0.425	0.453	0.483	0.514	0.346	0.580	0.617	0.658	0.706	0.766	0.909
0.75	0.132	0.138	0.184	0.210	0.236	0.262	0.289	0.316	0.342	0.370	0.398	0.246	0.456	0.487	0.519	0.553	0.590	0.631	0.672	0.739	0.882
0.76	0.105	0.131	0.157	0.183	0.209	0.235	0.262	0.288	0.315	0.343	0.371	0.399	0.429	0.460	0.482	0.526	0.563	0.604	0.652	0.712	0.855
0.77	0.079	0.105	0.121	0.157	0.163	0.209	0.236	0.262	0.289	0.317	0.345	0.373	0.403	0.434	0.466	0.500	0.537	0.578	0.626	0.686	0.829
0.78	0.052	0.076	0.104	0.130	0.156	0.182	0.209	0.233	0.262	0.290	0.318	0.346	0.376	0.407	0.439	0.473	0.510	0.551	0.399	0.639	0.802
0.79	0.024	0.052	0.078	0.104	0.130	0.156	0.183	0.209	0.236	0.264	0.292	0.320	0.360	0.341	0.413	0.447	0.484	0.525	0.573	0.633	0.776
0.80	0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.130	0.157	0.183	0.210	0.238	0.266	0.294	0.324	0.355	0.287	0.421	0.452	0.499	0.547	0.609	0.750
0.81		0.000	0.026	0.052	0.078	0.104	0.131	0.157	0.104	0.212	0.240	0.268	0.298	0.329	0.361	0.395	0.432	0.473	0.571	0.581	0.724
0.82			0.000	0.026	0.052	0.078	0.105	0.131	0.138	0.186	0.214	0.242	.272	0.303	0.235	0.369	0.406	0.447	0.495	0.555	0.698
0.83				0.000	0.026	0.052	0.079	0.105	0.132	0.160	0.155	0.216	0.246	0.277	0.309	0.343	0.380	0.421	0.469	0.329	0.672
0.84					0.000	0.026	0.053	0.079	0.106	0.134	0.162	0.190	0.220	0.251	0.243	0.317	0.354	0.395	0.443	0.503	0.646
0.85						0.000	0.027	0.053	0.080	0.108	0.136	0.164	0.194	0.225	0.257	0.281	0.328	0.369	0.417	0.477	0.620
0.86							0.000	0.026	0.053	0.081	0.109	0.137	0.167	0.198	0.230	0.264	0.301	0.347	0.390	0.450	0.583
0.87								0.000	0.027	0.055	0.083	0.111	0.414	0.172	0.204	0.238	0.275	0.316	0.364	0.474	0.567
0.88									0.000	0.028	0.056	0.084	0.114	0.145	0.177	0.211	0.248	0.289	0.337	0.397	0.540
0.89										0.000	0.028	0.056	0.086	0.117	0.148	0.183	0.220	0.261	0.309	0.369	0.512

0.90											0.000	0.028	0.058	0.089	0.121	0.155	0.182	0.233	0.281	0.341	0.484
0.91												0.000	0.030	0.061	0.083	0.127	0.164	0.205	0.253	0.313	0.456
0.92													0.000	0.031	0.053	0.087	0.134	0.175	0.233	0.283	0.426
0.93														0.000	0.032	0.066	0.103	0.144	0.197	0.257	0.395
0.94															0.000	0.034	0.071	0.112	0.163	0.320	0.383
0.95																0.000	0.037	0.079	0.126	0.188	0.328
0.96																	0.000	0.041	0.029	0.140	0.282
0.97																		0.000	0.048	0.108	0.251
0.98																			0.000	0.060	0.203
0.99																				0.000	0.143

ตารางที่ ข.1 ตัวคูณสำหรับใช้หาขนาดกำลังงานรีแอคตีฟของตัวคาปาซิเตอร์ เพื่อใช้ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

โดยปกติทั่วไปแล้วจะติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์ทางด้านแรงดันต่ำเพราะมีราคาถูก ควบคุมได้ง่ายและอยู่ใกล้โหลดหรืออุปกรณ์ที่ต้องการกำลังงานรีแอคตีฟมากกว่าด้วย

2. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

ระบบแสงสว่าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการให้แสงสว่าง

1. หลอดไฟฟ้า

ชนิดของหลอด	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมนต์ / วัตต์)	อายุใช้งาน (ชั่วโมง)	เวลาอุ่นหลอด (นาที)	เวลารอจุดซ้ำ (นาที)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
1. หลอดอินแคนเดสเซนต์	8 - 20	750 - 1000	-	-	2 -1500
2. หลอดทังสเตนฮาโลเจน	17 - 25	2000 - 4000	-	-	20 - 2000
3. หลอดแสงผสม	12 - 30	10000 - 16000	-	3 - 6	100 - 1250
4. หลอดไอปรอทความดันสูง	35 - 50	24000 +	5 - 7	3 - 6	40 - 2000
5. หลอดฟลูออเรสเซนต์	45 - 65	6000 - 20000	-	-	2 - 215
6. หลอดเมตัลฮาไลด์	45 -70	7500 - 20000	3 - 5	10 - 15	100 - 3500
7. หลอดโซเดียมความดันสูง	60 - 110	24000 +	3 - 4	1	35 - 1000
8. หลอดโซเดียมความดันต่ำ	70 - 155	18000	10 - 13	0.5 - 1	18 - 180

ตารางที่ ข.2 ข้อมูลต่างๆของหลอดแต่ละชนิด

2. โคมไฟ

ประสิทธิภาพของโคมไฟคือ อัตราส่วนของฟลักซ์การส่องสว่างที่ออกมาจากโคมไฟต่อฟลักซ์การส่องสว่างของหลอดไฟทั้งหมดที่ติดตั้งอยู่ภายในโคมไฟนั้น ข้อมูลนี้จะบอกให้ทราบว่าโคมไฟนั้นๆมีประสิทธิภาพมากน้อยแค่ไหน โคมไฟที่ใช้วัสดุคุณภาพสูงทำแผ่นสะท้อนแสง แผ่นกรองแสงและเลนส์เบี่ยงเบนแสงต่างๆ และมีการออกแบบสร้างอย่างดีจะมีประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพที่แท้จริงของระบบไฟฟ้าส่องสว่างนอกจากจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของโคมไฟแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการกระจายแสงของโคมไฟ

3. บัลลาสต์ ในการเลือกบัลลาสต์ใช้งานจะต้องพิจารณาจากตัวประกอบหลายๆด้าน ไม่ใช่เพียงดูที่ราคาถูกเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อจะได้เลือกให้เหมาะกับหลอดแต่ละชนิดและแต่ละขนาด ในกรณีที่เลือกใช้บัลลาสต์และหลอดไฟฟ้าไม่เหมาะสมกัน จะทำให้การทำงานของหลอดไฟฟ้าผิดไปจากที่ผู้ผลิตได้ออกแบบไว้ ซึ่งจะมีผลทำให้หลอดอายุสั้น ฟลักซ์ส่องสว่างลดน้อยลง หลอดเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติมาก เป็นต้น

<u>แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง</u>

<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง</u>

<u>หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน</u>

1. หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์คือ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและเพื่อใช้ทดแทนหลอดไส้ซึ่งใช้กันมาตั้งแต่เดิม มีขนาดกระทัดรัดและมีกำลังส่องสว่างสูง หลอดชนิดนี้เหมาะสมในการให้แสงสว่างโดยทั่วไปที่ต้องการความสวยงาม มีอายุการใช้งานนานกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่าหรือประมาณ 8,000 ชั่วโมง และการใช้พลังงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์จะน้อยกว่าหลอดไส้ประมาณ 4 เท่า ปัจจุบันหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มี 2 ชนิดคือ

1.1 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน

1.1.1 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก หลอดชนิดนี้ก็คือหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รวมเอาบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อยู่ภายใน ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอดไส้สามารถนำไปสวมกับขั้วหลอดไส้ชนิดเกลียวทุกดวงได้ทันที ลักษณะของหลอดภายในเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กเป็นแท่งแก้วดัดโค้งเป็นรูปตัวยู มีเปลือกเป็นโคมทรงกระบอก มีชุดบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ปิดผนึกรวมกันอยู่ในชิ้นส่วนเดียวกันกับตัวหลอด

หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน ชนิดแกนเหล็ก				หลอดไส้		
ขนาด	รวมบัลลาสต์	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)	ขนาด	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)
9 W	9 W	450	50.00	40 W	430	10.75
13 W	13 W	650	50.00	60 W	730	12.16
18 W	18 W	900	50.00	75 W	960	12.00
25 W	25 W	1200	48.00	100 W	1380	13.80

ตารางที่ ข.3 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กและหลอดไส้

1.1.2 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิคส์ เป็นหลอดที่มีลักษณะเหมือนกับหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก จะต่างกันที่เป็นหลอดประหยัดไฟขนาดเล็กที่ไม่มีโคมกระบอก ผลิตขึ้นด้วยเทคโนโลยีล่าสุดในการทำบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์อิเล็กทรอนิคส์ ซึ่งพัฒนารูปแบบของหลอดให้ประหยัดและมีขนาดกะทัดรัดมากขึ้นกว่าเดิม ตัวหลอดเป็นแท่งแก้วโค้งเป็นรูปตัวยูหลายชุด และใช้เทคนิคพิเศษเชื่อมต่อกัน หลอดชนิดนี้จะจุดติดได้ทันทีโดยไม่กระพริบ

หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน ชนิดอิเล็กทรอนิคส์				หลอดไส้		
ขนาด	รวมบัลลาสต์	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)	ขนาด	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)
7 W	7 W	400	57.14	40 W	430	10.75
11 W	11 W	600	54.54	60 W	730	12.16
15 W	15 W	900	60.00	75 W	960	12.00
20 W	20 W	1200	60.00	100 W	1380	13.80

ตารางที่ ข.4 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดอิเล็กทรอนิคส์และหลอดไส้

1.2 หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก

หลักการใช้เช่นเดียวกับหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายใน แตกต่างกันที่หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ ในการติดตั้งใช้งานจะต้องมีขาเสียบเพื่อใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก หรือขาเสียบที่มีชุดบัลลาสต์รวมอยู่ด้วย

หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอก				หลอดไส้		
ขนาด	รวมบัลลาสต์	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)	ขนาด	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน/วัตต์)
7 W	12.7 W	400	31.50	40 W	430	10.75
9 W	13.5 W	600	44.44	60 W	730	12.16
11 W	16 W	900	56.25	75 W	960	12.00

ตารางที่ ข.5 เปรียบเทียบระหว่างหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายนอกและหลอดไส้

2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ก็คือหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นใหม่ที่ให้กำลังส่องสว่างสูงเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา แต่กินไฟน้อยกว่ามีประสิทธิภาพแสงสูงกว่า ลักษณะโดยทั่วไปก็เหมือนกัน จะต่างก็เพียงแต่หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงมีความเรียวกระทัดรัดกว่า มีขนาดกำลังไฟฟ้าลดลงเหลือเป็นขนาด 18 วัตต์จากเดิม 20 วัตต์ และมีขนาด 36 วัตต์จากเดิม 40 วัตต์ มีอายุการใช้งานประมาณ 7,500 ชั่วโมงเท่าเดิม

ประสิทธิภาพแสง

	ชนิด	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ฟลักซ์ส่องสว่าง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพแสง (ลูเมน / วัตต์)
1	หลอดฟลูอเรสเซนต์ธรรมดา	20	1,030	51.50
	หลอดฟลูอเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง	18	1,030	57.22
2	หลอดฟลูอเรสเซนต์ธรรมดา	40	2,600	65.00
	หลอดฟลูอเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง	36	2,600	72.22

ตารางที่ ข.6 เปรียบเทียบระหว่างหลอดฟลูอเรสเซนต์ธรรมดา
และ หลอดฟลูอเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง

บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

บัลลาสต์เป็นชื่อเรียกอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้แก่หลอดไฟฟ้า ในยุคเริ่มแรกที่ผลิตบัลลาสต์มาใช้ "บัลลาสต์"หมายถึงตัวเหนี่ยวนำที่สะสมพลังงานซึ่งเรามักเรียกว่าบัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก ในรุ่นใหม่ที่ทันสมัยมากขึ้นบัลลาสต์ถูกนำมาใช้เป็นวงจรขับดันที่สมบูรณ์แบบทั้งชุด เรามักเรียกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิคส์ บัลลาสต์ทั้ง 2 ชนิดมีดังนี้

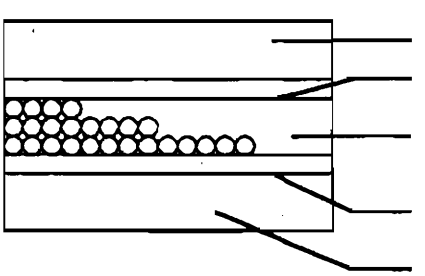
1. บัลลาสต์ชนิดขดลวดแกนเหล็ก บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นที่นิยมกันแพร่หลาย มีทั้งแบบที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอด Gas Discharge ตามธรรมชาติของขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก เมื่อผ่านกระแสไฟแกนเหล็กจะเกิดการอิ่มตัว ทำให้มีกำลังสูญเสียขึ้น เรียกว่า Ballast Loss บัลลาสต์ชนิดขดลวดสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นแบบ Induction ค่า Power Factor ของบัลลาสต์ชนิดนี้มีค่าประมาณ 0.5

2. บัลลาสต์ชนิดอิเล็คทรอนิคส์ บัลลาสต์ชนิดนี้จะมีชุดขับดันอิเล็กทรอนิคส์สำหรับหลอดเรียกว่า บัลลาสต์อิเล็กทรอนิคส์ หมายถึงวงจรสมบูรณ์แบบที่สร้างสภาวะการสตาร์ทและการทำงานที่เหมาะสมให้กับหลอด

ชนิดของบัลลาสต์	ธรรมดา	Low Loss	อิเล็กทรอนิคส์
หลอดไฟที่ใช้	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W	ฟลูออเรสเซนต์ 36 W
Lamp Consumption	36 W	36 W	32 W
Ballast Loss	10 W	6.0 W	4.0 W
System Consumption	46 W	42 W	36 W
Comparison Index	100 %	91 %	78 %

ตารางที่ ข.7 เปรียบเทียบบัลลาสต์ธรรมดากับ บัลลาสต์ Low Loss และบัลลาสต์อิเล็คทรอนิคส์

แผ่นเงินสะท้อนแสง



รูปที่ ข.1 โครงสร้างของแผ่นเงินสะท้อนแสง

แผ่นเงินสะท้อนแสงนี้ทำจากผงโลหะเงินฝังตัวลงในเนื้อฟิล์มของพลาสติกอย่างสม่ำเสมอ แล้วนำมาเคลือบบนแผ่นอลูมิเนียมหรือโลหะอื่นๆ ตัวแผ่นเงินสะท้อนแสงนี้มีความสามารถในการสะท้อนแสงถึง 94% หรือมากกว่า (ASTM Method E903-82) ในขณะที่แผ่นอลูมิเนียมขัดมันอย่างดีมีค่าความสามารถในการสะท้อนแสงเพียง 84% เท่านั้น ดังนั้นเมื่อเรานำแผ่นเงินสะท้อนแสงไปติดตั้งหลอดไฟเราจะได้แสงออกมาประมาณ 2 เท่าของการใช้หลอดไฟกับโคมธรรมดา ซึ่งทดลองโดยวัดค่าความสว่างด้วยลักซ์มิเตอร์ (Lux Meter) ที่ระยะห่าง 1.5 ฟุตจากหลอดไฟ 10 วัตต์ 2 หลอด โดยใช้โคมธรรมดาวัดค่าความสว่างได้ประมาณ 1,500 ลักซ์ ส่วนหลอดไฟ 10 วัตต์ 1 หลอดโดยใช้แผ่นเงินสะท้อนแสงจะวัดค่าความสว่างได้ประมาณ 1,600 ลักซ์

แผ่นเงินสะท้อนแสงนี้สามารถใช้ได้ในช่วงอุณหภูมิระหว่าง -70°C ถึง 150°C (-100°F ถึง 300°F) ส่วนอายุการใช้งานของแผ่นเงินสะท้อนแสงประมาณ 10 - 15 ปี ซึ่งก็แล้วแต่สภาพการใช้งานและการบำรุงรักษา การบำรุงรักษานั้นง่ายมากเพียงแต่ใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดเท่านั้น เพราะเมื่อใช้งานไปนานๆฝุ่นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงลดลง

การติดตั้งนั้นสามารถดัดแปลงโคมไฟธรรมดาโดยการลดจำนวนชุดอุปกรณ์การติดตั้งลงครึ่งหนึ่ง แล้วติดแผ่นเงินสะท้อนแสงเข้าไป สำหรับโคมไฟติดตั้งใหม่ควรใช้โคมไฟที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับแผ่นเงินสะท้อนแสงโดยเฉพาะ ซึ่งจะสะดวกมากกว่าดัดแปลงโคมไฟธรรมดา ราคาก็ใกล้เคียงกัน

<u>หม้อแปลงไฟฟ้า</u>

การสูญเสียกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพของหม้อแปลง

ปกติการสูญเสียกำลังไฟฟ้าแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

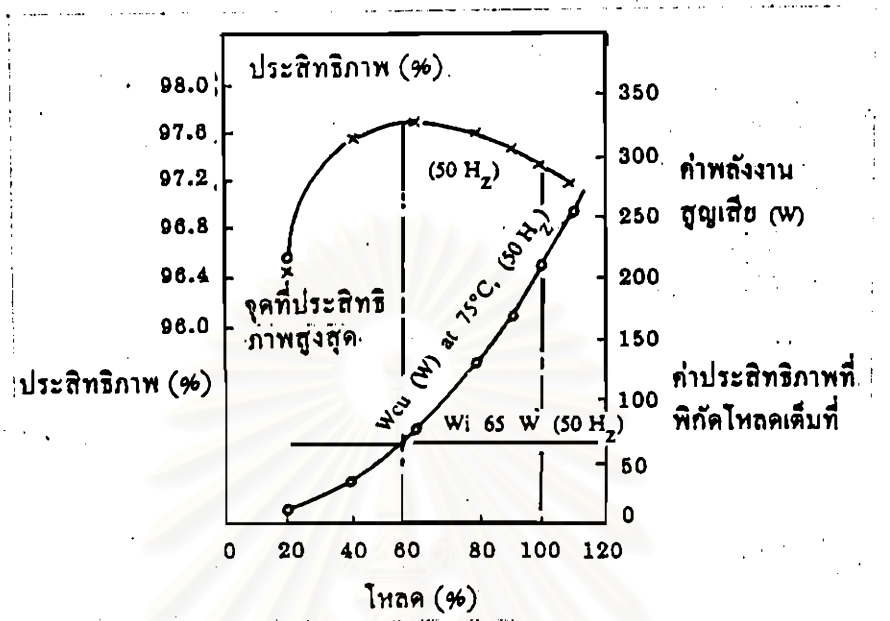
1. การสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลด (No Load Loss) หมายถึง การสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะที่หม้อแปลงยังไม่ได้จ่ายโหลด การสูญเสียนี้เกิดขึ้นในแกนเหล็กหรือเรียกว่า Iron Loss หรือ Core Loss ซึ่งประกอบด้วย Hystersis Loss และ Eddy Current Loss

2. การสูญเสียเนื่องจากมีโหลด (Load Loss) หมายถึง การสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวด ขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลด หรือเรียกว่า Copper Loss

ความสัมพันธ์ระหว่างการสูญเสียในขณะที่ไม่มีโหลดและในขณะที่มีโหลด และประสิทธิภาพของหม้อแปลงแสดงในรูปที่ ข.2

จากรูปจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าทั่วไปจะดีที่สุด เมื่อใช้งานที่โหลดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปของพิกัดใช้งาน (kVA) ถ้าหากใช้งานที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพลดต่ำลง ดังนั้นเพื่อการประหยัดไฟฟ้าจึงควรใช้งานที่โหลดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงมีคำจำกัดความเช่นเดียวกับเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดต่างๆคือ ไฟที่จ่ายออกไปต่อไฟที่ได้รับเข้ามาต้องมีหน่วยเหมือนกัน นั่นคือมีหน่วยเป็นวัตต์หรือกิโลวัตต์ก็ได้



รูปที่ ข.2 คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้า

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่จ่าย x ชั่วโมงที่จ่ายไฟแต่ละวัน}}{\text{กำลังไฟฟ้า+กำลังไฟฟ้าที่เสียไปขณะที่ไม่มีโหลด+กำลังไฟฟ้าที่เสียไปขณะมีโหลด}}$$

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะมีค่าสูงสุดเมื่อการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด (Core Loss) เท่ากับขณะที่มีโหลด (Copper Loss) นั่นคือ

Core Loss = Copper Loss

แนวทางการประหยัดไฟฟ้าในหม้อแปลง

แนวทางที่ใช้ในการประหยัดไฟฟ้าสำหรับหม้อแปลงแบ่งออกเป็น 2 หัวข้อใหญ่ๆคือ

1. ปรับปรุงการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีอยู่เดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1.1 ปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิ (ด้านแรงสูง) ของหม้อแปลงในขณะที่ไม่มีโหลด การตัด หม้อแปลงในช่วงที่ไม่มีการปฏิบัติงานเป็นการลด Core Loss ซึ่งมีค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับขนาดของโหลดแต่ ขึ้นอยู่กับขนาดของหม้อแปลง ดังแสดงในตารางคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส สำหรับวิธี การปลดแรงดันไฟฟ้าด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงสามารถกระทำได้ 2 วิธีคือ

- ใช้ไม้ชัก Drop Fuse ขณะหยุดปฏิบัติงาน
- ติดตั้ง High Voltage Circuit Breaker

1.2 ย้ายโหลดของหม้อแปลงที่มีโหลดน้อยมารวมกัน เพื่อเพิ่มโหลดแฟคเตอร์ หากมีการใช้งานต่ำกว่าขนาดพิกัดของหม้อแปลงมาก ทำให้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงมีค่าต่ำ เกิดการสูญเสียไฟฟ้า (Core Loss) จำนวนมาก

1.3 ปรับแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิ (ด้านแรงดันต่ำ) ของหม้อแปลงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม หม้อแปลงที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าสูง Core Loss ในหม้อแปลงจะสูงตาม นอกจากนี้ยังทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้ในอาคารต่ำ อายุการใช้งานสั้น

1.4 ปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในหม้อแปลง โดยการติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์

2. พิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงชนิดประสิทธิภาพสูง และให้มีขนาดที่เหมาะสมกับโหลด ในกรณีที่อาคารกำลังพิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงใหม่ ควรพิจารณาเลือกซื้อชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงหรือเป็นแบบประหยัดพลังงาน ซึ่งมีการสูญเสียใน Core Loss ต่ำกว่าแบบธรรมดาและควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลดมากที่สุด หากพิจารณาจากคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าในรูปที่ ข.2 แล้ว จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะแปรผันตามตัวโหลด ดังนั้นถ้าอาคารจะซื้อหม้อแปลงขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้โหลดแฟคเตอร์ต่ำและประสิทธิภาพก็ต่ำด้วย

KVA	Rate Voltage (KV / V)	Loss (W)		% Loss		eff %
		Core Loss	Copper Loss	Core Loss	Copper Loss	
50	22/400	210	1,050	0.17	0.83	97.48
100	22/400	340	1,750	0.16	0.84	97.91
160	22/400	480	2,350	0.17	0.83	98.23
250	22/400	670	3,252	0.17	0.83	98.43
315	22/400	900	3,900	0.19	0.81	98.47
400	22/400	980	4,600	0.18	0.82	98.6
500	22/400	1,150	5,500	0.17	0.83	98.77
630	22/400	1,350	6,500	0.17	0.83	98.75
800	22/400	1,600	11,000	0.13	0.87	98.43
1,000	22/400	1,900	13,500	0.12	0.88	98.56
1,250	22/400	2,300	16,400	0.12	0.88	98.5
1,500	22/400	2,800	19,800	0.12	0.88	98.5
2,000	22/400	3,250	24,000	0.12	0.88	98.63

ตารางที่ ข.8 ตารางคุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส

มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญ ถึงแม้ว่าจะมีมอเตอร์ไฟฟ้าอยู่หลายชนิดแต่ระบบในโรงแรมโดยทั่วไปมักจะใช้มอเตอร์กรงกระรอกแบบเหนี่ยวนำ3เฟสในงานที่ต้องการกำลังมากๆเป็นส่วนใหญ่ และใช้มอเตอร์ AC เฟสเดียวสำหรับงานเล็กๆ ในระบบต่างๆเหล่านี้จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในการขับเคลื่อนเครื่องอัดน้ำยาทำความเย็น โบลเวอร์ พัดลม ปั๊มและลิฟต์ บันไดเลื่อนต่างๆ

การประหยัดไฟฟ้า

เช่นเดียวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างอื่น มอเตอร์ไฟฟ้าก็มีการสูญเสียพลังงานในลักษณะต่างๆ เช่น การสูญเสียในลวดทองแดง การสูญเสียในแกนเหล็ก การสูญเสียจากแรงเสียดทานและการต้านลม เป็นต้น ดังนั้นเราจะพบว่าไม่ว่าอุปกรณ์ใดก็ตามที่มีการสูญเสียในแกนเหล็ก จะมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (PF.) ในมอเตอร์ต่างๆ เกณฑ์สำคัญ 2 ประการในการประหยัดไฟฟ้าก็คือ พยายามให้ได้ประสิทธิภาพและค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูงๆ ตามธรรมดามอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและมีตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูงมักจะมีราคาแพง แต่เมื่อคิดค่าใช้จ่ายตลอดอายุการทำงานแล้วจะต่ำกว่า ด้วยเหตุนี้จึงมีความเหมาะสมที่จะเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุการทำงาน ไม่ใช่เพียงแค่เงินลงทุนในเบื้องต้น

ประสิทธิภาพของมอเตอร์

มอเตอร์ก็เหมือนกับอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆที่ต้องรับพลังงานไฟฟ้าเข้ามาเพื่อให้สามารถทำงานได้ แต่การเปลี่ยนแปลงพลังงานจากไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลนี้มีความสูญเสียที่ทำให้ประสิทธิภาพของมอเตอร์ลดลง โดยทั่วไปแล้วความสูญเสียในมอเตอร์มาจาก 4 องค์ประกอบคือ

1. ค่าความสูญเสียทางไฟฟ้า (Electrical Losses)
2. ค่าความสูญเสียแม่เหล็กไฟฟ้า (Magnetic Losses)
3. ค่าความสูญเสียทางกล (Mechanic Losses)
4. ค่าความสูญเสียจากภาระการใช้งาน (Stray Losses)

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงได้เพิ่มค่าประสิทธิภาพเข้าไปเพิ่มเติมจากโครงสร้างที่แข็งแรงและอายุการใช้งานที่ยาวนาน ซึ่งเกิดจากการปรับปรุงจากจุดต่างๆดังนี้

1. ปรับปรุงคุณภาพแกนเหล็ก มอเตอร์ทั่วๆไปใช้แผ่นเหล็กที่มีองค์ประกอบของคาร์บอนต่ำ (Low - Carbon Laminated Steel) สำหรับตัวแกนเหล็กที่สเตเตอร์และโรเตอร์ซึ่งแกนเหล็กดังกล่าวมีค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าเทียบกับน้ำหนักประมาณ 6.6 วัตต์ต่อเหล็ก 1 กิโลกรัม ซึ่งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะใช้แผ่นเหล็กซิลิกอนคุณภาพสูง (High Grade Silicon

Steel) ซึ่งจะมีค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าลดลงถึงครึ่งหนึ่งคือเหลือเพียงประมาณ 3.3 วัตต์ต่อเหล็ก 1 กิโลกรัม

2. แผ่นเหล็กที่บางขึ้น การลดความหนาแน่นของแผ่นเหล็กที่ใช้ทำแกนเหล็กทั้งในสเตเตอร์และโรเตอร์จะช่วยลดค่าความสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวน ซึ่งเมื่อรวมกับการปรับปรุงฉนวนระหว่างแผ่นเหล็กแล้ว จะช่วยลดค่าตวามสูญเสียที่เกิดจากกระแสไหลวนได้มากยิ่งขึ้น

3. เพิ่มปริมาณของตัวนำ มอเตอร์รุ่นเก่าๆจะใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดพอดีกับกระแสสูงสุดที่เกิดจากโหลดของมอเตอร์ แต่มอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะใช้ลวดทองแดงขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อลดค่าความต้านทานในขดลวดโดยขนาดของตัวนำจะใหญ่กว่าประมาณ 35 - 40 เปอร์เซนต์

4. ปรับปรุงการออกแบบร่องสล๊อท เพื่อที่จะรองรับกับขนาดขดลวดที่ใหญ่ขึ้น ทำให้ต้องมีการปรับปรุงและออกแบบร่องสล๊อทใหม่ รวมทั้งเพิ่มความยาวของแกนเหล็กที่สเตเตอร์ ซึ่งแกนเหล็กที่ยาวขึ้นจะเป็นผลต่อเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่ดีขึ้นด้วย

5. ลดช่องว่างระหว่างสเตเตอร์และโรเตอร์ การลดช่องว่างที่เป็นทางเดินของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำให้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากสเตเตอร์ที่วิ่งผ่านไปยังโรเตอร์มีความเข้มเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้นมอเตอร์จะกินพลังงานไฟฟ้าลดลงเพื่อที่จะผลิตแรงบิดเท่าเดิม นอกจากนี้การเพิ่มความยาวของแกนเหล็กยังเป็นการเพิ่มปริมาณสนามแม่เหล็ก ที่จะทำให้เกิดผลแบบเดียวกันกับการลดช่องว่างระหว่างโรเตอร์กับสเตเตอร์

6. ปรับปรุงฉนวนที่โรเตอร์ ค่าความสูญเสียบางอย่างเกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต ซึ่งโดยปกติแล้วตัวนำที่อยู่ที่โรเตอร์จะถูกออกแบบไว้ในลักษณะเฉียงกับแนวแกนของโรเตอร์ เพื่อที่จะลดเสียงรบกวนและแรงบิดที่ไม่สม่ำเสมอในมอเตอร์ขนาดเล็ก ในมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงร่องสล๊อทที่โรเตอร์จะได้รับการตรวจสอบและเคลือบด้วยฉนวนที่สามารถทนความร้อนได้สูง ซึ่งจะสามารถลดความสูญเสียที่จุดนี้ได้

7. การออกแบบพัดลมให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงมีอุณหภูมิในขณะที่ทำงานต่ำกว่ามอเตอร์ธรรมดา เป็นผลให้พัดลมที่ใช้ระบายความร้อนมีขนาดเล็ก ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียจากแรงลม รวมถึงระดับเสียงของพัดลมในขณะทำงานด้วย

ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพต่ำ

จากการสำรวจตลาดมอเตอร์ในประเทศกำลังพัฒนาในภาคอุตสาหกกรม ปรากฏว่าค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพต่ำจะต้องไม่น้อยกว่าที่ปรากฏในตารางที่ ข.9

ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

มอเตอร์ที่จะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงจะต้องมีค่าประสิทธิภาพที่ได้ทำการทดสอบตามมารตรฐานของ IEEE 112 Method B หรือเทียบเท่า เท่ากับหรือมากกว่าค่าที่ปรากฏในตารางที่ ข.10 ซึ่งมีทั้งประเภท 2 , 4 , 6 หรือ 8 ขั้ว

ขนาด (แรงม้า)	ประสิทธิภาพ (%)	ขนาด (แรงม้า)	ประสิทธิภาพ (%)
7.5	84.8	75	92.0
10	85.6	100	92.2
15	87.4	125	92.8
20	88.3	150	93.3
25	88.9	200	93.5
30	89.8	250	93.5
40	90.4	300	93.8
50	91.0	400	94.0
60	91.5	500	

ตารางที่ ข.9 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพต่ำ

ขนาด (แรงม้า)	2 ขั้ว (%)	4 ขั้ว (%)	6 ขั้ว (%)	8 ขั้ว (%)
7.5	88.5	89.5	89.5	85.5
10	89.5	89.5	89.5	88.5
15	90.2	91.0	90.2	88.5
20	90.2	91.0	90.2	89.5
25	91.0	92.4	91.7	89.5
30	91.0	92.4	91.7	91.0
40	91.7	93.0	93.0	91.0
50	92.4	93.0	93.0	91.7
60	93.0	93.6	93.6	91.7
75	93.0	94.1	93.6	93.0
100	93.6	94.5	94.1	93.0
125	94.5	94.5	94.1	93.6
150	94.5	95.0	95.0	93.6

ตารางที่ ข.10 ประสิทธิภาพขั้นต่ำของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง

ระบบปรับอากาศ

ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย อาจแบ่งออกได้เป็น 2 แบบคือ

1. เครื่องปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System)

2. เครื่องปรับอากาศแบบหน่วยเดียว (Unitary Air Conditioner System)

ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น

การแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น สามารถแสดงให้เห็นได้โดย

1. สัมประสิทธิ์ในการทำงาน (Coefficient of Performance) สัมประสิทธิ์ในการทำงาน (COP) เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของวัฏจักรการทำความเย็นคือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็นได้ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า) โดยทั่วไปประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ความร้อนจะมีค่าน้อยกว่า 1 แต่สำหรับวัฏจักรการทำความเย็นนั้นต่างจากเครื่องยนต์ความร้อน เพราะเครื่องทำน้ำเย็นนั้นทำหน้าที่เป็นปั๊มสำหรับถ่ายเทความร้อน ฉะนั้นเมื่อเปรียบเทียบงานที่ทำในเครื่องอัดกับความสามารถในการทำความเย็นแล้ว ความสามารถในการทำความเย็นจะมีค่าสูงกว่า

2. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio) เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่ว่าพลังงานความเย็นที่ใช้มีหน่วยเป็น บีทียู/ชม. แต่พลังงานไฟฟ้าที่ใช้มีหน่วยเป็นวัตต์ เพราะฉะนั้นประสิทธิภาพ EER จะมีหน่วยเป็น BTU/ชม.ต่อวัตต์

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศในอาคาร

วิธีการที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศนั้นสามารถทำได้ 4 วิธีคือ

1. การใช้งานอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

2. การปรับปรุงระบบปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

3. การออกแบบอาคารที่มีการปรับอากาศ , การออกแบบระบบปรับอากาศ , การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

4. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

1. การประหยัดพลังงานโดยใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่เดิมในระบบปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานอยู่ในอาคาร ถ้าใช้อย่างมีหลักเกณฑ์และคำนึงถึงเรื่องการประหยัดพลังงานแล้ว จะสามารถลดการใช้พลังงานลงได้โดยที่เจ้าของอาคารไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติม โดยมีวิธีการดังนี้

1.1 ควบคุมความดันด้านคอนเดนเซอร์ให้ต่ำที่สุดโดยลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

ในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Chiller) ซึ่งระบายความร้อนด้านคอนเดนเซอร์ออกที่หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ตามปกติ น้ำ

ก่อนเข้าคอนเดนเซอร์จะมีอุณหภูมิ 32.2 °ซ. และออกที่อุณหภูมิ 38.8 °ซ. ซึ่งจะมีผลทำให้อุณหภูมิควบแน่น (Condensing Temperature) เท่ากับ 40.6 °ซ. โดยใช้มาตรฐานของอากาศที่ผ่านหอผึ่งน้ำเท่ากับ 35°ซ.กระเปาะแห้ง และ 28.3°ซ.กระเปาะเปียก แต่การใช้งานของระบบปรับอากาศของอาคารต่างๆในรอบปีอุณหภูมิของบรรยากาศเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา ซึ่งจะมีช่วงเวลาที่อุณหภูมิบรรยากาศต่ำกว่ามาตรฐานอากาศที่ผ่านหอผึ่งน้ำดังกล่าว ถ้าอุณหภูมิกระเปาะเปียกต่ำเราก็จะได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปน้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกของบรรยากาศประมาณ 3 - 5°ซ. เมื่อน้ำหล่อเย็นมีอุณหภูมิต่ำลงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นจะสูงขึ้น พลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นของเครื่องทำความเย็นต่อภาระความร้อนที่เท่ากันจะลดลง เช่น ถ้าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้าของคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิ 32.2°ซ. เครื่องอัดจะใช้พลังงานประมาณ 0.275 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น แต่ถ้าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้าของคอนเดนเซอร์เป็น 30.6°ซ. เครื่องอัดจะใช้พลังงานประมาณ 0.255 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น

อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น	กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็น	
(C)	kW/kWr	kW/T
29.4	0.274	0.967
28.3	0.254	0.897
25.0	0.243	0.855
23.9	0.228	0.802
20.0	0.200	0.704
18.9	0.196	0.690

kW. = กิโลวัตต์ (ไฟฟ้า)

kW. = กิโลวัตต์ความเย็น

T = ตันความเย็น

ตารางที่ ข.11 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำน้ำเย็นต่อหน่วยความเย็นที่อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นต่างๆกัน

ทั้งนี้เราสามารถปรับปรุงวิธีการใช้งานอุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นลงได้อีกเล็กน้อย เพราะตามปกติเครื่องทำน้ำเย็นและอุปกรณ์ประกอบที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร มักจะไม่ได้ใช้งานเต็มที่ครบทุกชุด บางอาคารอาจจะติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นและอุปกรณ์สำรองไว้ 1 ชุด จากการใช้งานตามปกติปริมาณน้ำที่ผ่านหอผึ่งน้ำแต่ละชุดจะลดลง ทำให้ประ

สิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนระหว่างน้ำหล่อเย็นและอากาศสูงขึ้น อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นก็จะต่ำลงกว่าปกติอีกเล็กน้อย เช่น เมื่ออุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศเป็น 28.3°ซ. ถ้าน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้าของหอผึ่งน้ำมีอุณหภูมิ 37.8°ซ.แล้ว ที่ทางออกน้ำหล่อเย็นจะมีอุณหภูมิประมาณ 32.2°ซ. ในกรณีที่เปิดหอผึ่งน้ำใช้งานเพิ่มอีก 1 ชุด เมื่อน้ำหล่อเย็นที่ทางเข้ามีอุณหภูมิ 37.8°ซ. น้ำหล่อเย็นที่ทางออกจะมีอุณหภูมิประมาณ 30.6°ซ. ทั้งนี้อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่ลดลงจะต้องขึ้นอยู่กับชนิดและขนาดของหอผึ่งน้ำ โดยทั่วไปจะสามารถลดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็นลงได้ประมาณ 3 - 5%

การเปิดหอผึ่งน้ำใช้งานเพิ่มขึ้น 1 ชุดจะทำให้อุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นต่ำลงจากสภาพใช้งานปกติ ซึ่งก็เท่ากับเป็นการลดการใช้พลังงานที่เครื่องอัดในรอบปีลงที่ภาระความร้อนเท่ากันดังที่กล่าว ถึงแม้ว่าจะต้องมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นบ้าง สำหรับพัดลมของหอผึ่งน้ำที่เปิดเพิ่มขึ้น โดยผลรวมแล้วเรายังสามารถประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศลงได้

1.2 ควบคุมความดันด้านอีแวปอเรเตอร์ (Evaporator) ให้สูงที่สุดโดยเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็น

ในระบบปรับอากาศแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller) หรือแบบเครื่องทำน้ำเย็นหล่อเย็นด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller) ในระบบจะต้องประกอบด้วยเครื่องส่งลมเย็นที่ติดตั้งไว้ในพื้นที่ปรับอากาศ เพื่อปรับสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่นั้นๆ ในการออกแบบผู้ออกแบบจะต้องเลือกใช้เครื่องส่งลมเย็นที่สามารถปรับสภาวะอากาศในพื้นที่นั้นที่ภาระความร้อนสูงสุด และใช้อุปกรณ์ควบคุมปริมาณน้ำเย็นให้ผ่านขดท่อทำความเย็น (Cooling Coil) ให้เหมาะสมกับภาระในแต่ละช่วงเวลา เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในพื้นที่นั้น

เมื่อพิจารณาถึงการปรับสภาวะอากาศรวมทั้งอาคาร ย่อมจะต้องมีบางช่วงเวลาที่ภาระความร้อนรวมของอาคารลดต่ำลง ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานของอาคาร , ลักษณะของอาคาร ฯลฯ ในช่วงเวลาดังกล่าวอุปกรณ์ควบคุมปริมาณน้ำเย็นที่เครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่องก็จะต้องหรี่น้ำเย็นให้ผ่านขดท่อทำความเย็นลดต่ำลง เพื่อให้สามารถทำความเย็นให้เหมาะสมกับภาระในขณะนั้น แต่ทั้งนี้น้ำเย็นที่ทางเข้าของเครื่องส่งลมเย็นจะยังมีอุณหภูมิประมาณ 7.2°ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิน้ำเย็นที่ใช้งานทั่วไป

ในช่วงเวลาที่ภาระรวมของอาคารต่ำลงดังกล่าว เราสามารถประหยัดพลังงานที่เครื่องทำน้ำเย็นลงได้อีกโดยการปรับแต่งเทอร์โมแสตทที่เครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นได้ประมาณ 1.7 - 2.8°ซ. ด้วยอุณหภูมิของน้ำเย็นที่สูงขึ้น ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่องจะยังเพียงพอและเหมาะสมกับภาระความร้อนในขณะนั้น เช่น เครื่องส่งลมเย็นที่สามารถทำความเย็นได้ 13.2 กิโลวัตต์ความเย็น

เมื่อน้ำเย็นเข้าเครื่องทำน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 7.2°ซ. แต่เมื่อให้น้ำเย็นเข้าที่ 10°ซ.เครื่องส่งลมเย็นจะทำความเย็นลดลงเหลือประมาณ 10.3 กิโลวัตต์ความเย็น

การตั้งเทอร์โมแสตทของเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นจะทำให้ Evaporator Temperature สูงขึ้น และความดันด้านอีแวปอเรเตอร์สูงขึ้น เป็นผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องทำน้ำ

เย็นสูงขึ้นด้วย พลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นของเครื่องอัดต่อภาระความร้อนที่เท่ากันจะลดลง เช่น เมื่ออุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางออกของเครื่องทำน้ำเย็น 7.2°ซ. พลังงานที่ใช้เท่ากับ 0.26 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น แต่เมื่ออุณหภูมิของน้ำเย็นที่ทางออกเป็น 10°ซ. พลังงานที่ต้องใช้เท่ากับ 0.25 กิโลวัตต์/กิโลวัตต์ความเย็น

1.3 การใช้ Return Air และ Outside Air

ในระบบปรับอากาศจะต้องนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคาร เพื่อถ่ายเทอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศให้บริสุทธิ์ตลอดเวลา ปกติอากาศภายนอกที่นำเข้ามาจะไม่เกิน 10%ของปริมาณลมส่งที่จ่ายในแต่ละพื้นที่ การนำอากาศบริสุทธิ์เข้ามามากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศ กล่าวคือการนำอากาศภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิ 35°ซ.และมีความชื้นสัมพัทธ์ 60% เข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ 1 ลบ.เมตร/นาที คิดเป็นภาระความร้อนได้ 750 วัตต์ ฉะนั้นการนำเอาอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิอากาศภายนอกสูง จึงควรนำมาเท่าที่จำเป็น

2. การประหยัดพลังงานโดยการปรับปรุงวัสดุอุปกรณ์ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศที่ใช้งานในอาคาร เมื่อปรับปรุงหรือติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานเพิ่มเติมเข้าไปแล้ว จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานรวมของระบบปรับอากาศลงได้ ทั้งนี้เจ้าของอาคารจะต้องลงทุนปรับปรุงหรือติดตั้งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับอาคารนั้นๆ วิธีต่างๆดังกล่าวคือ

2.1 การหุ้มฉนวนท่อน้ำให้มีความหนาที่เหมาะสม

2.2 การเลือกใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างอากาศ

อุปกรณ์ดังกล่าวจะถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศบริสุทธิ์และอากาศเสียโดยไม่ให้สัมผัสกันโดยตรง อุปกรณ์นี้เหมาะสำหรับอาคารที่มีห้องเครื่องส่งลมเย็นอยู่ในแนวเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการรวบรวมอากาศที่นำทิ้งไปมาเข้าอุปกรณ์ ATA และสามารถจ่ายอากาศบริสุทธิ์ผ่านที่อุปกรณ์ ATA กลับไปยังเครื่องส่งลมเย็นแต่ละเครื่อง

ในการใช้งานอุปกรณ์ ATA ควรคำนึงถึงพลังงานที่จะต้องใช้สำหรับพัดลมที่อุปกรณ์ ATA ด้วยว่าคุ้มกับพลังงานที่ประหยัดลงได้หรือไม่ โดยเฉพาะอาคารที่ใช้งาน 24 ชั่วโมงในช่วงเวลากลางคืน เมื่ออากาศภายนอกลดต่ำลงการประหยัดพลังงานด้วยอุปกรณ์ ATA จะลดลง ซึ่งอาจจะไม่คุ้มกับการเปิดใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าว ลักษณะเช่นนี้จึงควรพิจารณาใช้ ATA เฉพาะในช่วงเวลากลางวันและปิดในช่วงเวลากลางคืน

3. การออกแบบอาคารที่มีการปรับอากาศ , การออกแบบระบบปรับอากาศ , การเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆเพื่อให้ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

การเลือกใช้อุปกรณ์ระบบปรับอากาศเพื่อให้ประหยัดพลังงาน มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. ชนิดของเครื่องทำน้ำเย็น
2. การใช้เครื่องทำน้ำเย็นหลายๆตัว

3. การใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบปรับความเร็วรอบได้

4. การใช้เครื่องสูบน้ำที่มีประสิทธิภาพสูง

5. การใช้ท่อน้ำและวาล์วที่มีความเสียดทานต่ำ

6. การใช้พัดลมที่มีประสิทธิภาพสูง

7. การใช้ท่อลมที่มีความเสียดทานต่ำ

8. การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณลม

9. การใช้ระบบแปรเปลี่ยนปริมาณน้ำ (VWV)

10. การใช้วาล์ว 2 ทางควบคุมน้ำเข้าเครื่องส่งลมเย็น

11. การหุ้มฉนวนท่อลมให้มีความหนาที่เหมาะสม

12. การบุฉนวนกันความร้อนที่หลังคา

13. การเลือกขนาดหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower)

14. การออกแบบระบบเพื่อใช้พลังงานความร้อน หรือความเย็นที่ต้องทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์

15. การใช้ Thermal Storage เพื่อควบคุมความต้องการของเครื่องทำน้ำเย็น

16. การใช้วิธีให้ความร้อนซ้ำ (Reheat)

17.การใช้โปรแกรมการเปิด-ปิดเครื่องให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Optimum Start - Stop Program)

18. การใช้ Duty Cycling

4. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศจะไม่ประสบผลสำเร็จถ้าปราศจากการติดตามการใช้งานจริงของระบบ เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายและรักษาระดับการใช้พลังงานต่ำที่สุด มีข้อแนะนำเกี่ยวกับการบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆในระบบปรับอากาศ ดังนี้

1. ทดสอบและปรับแต่งระบบอย่างสมบูรณ์เป็นครั้งคราวตามหมายกำหนดการที่ตั้งไว้ตลอดอายุการใช้งานของระบบ โดยมากแล้วการปรับแต่งระบบในครั้งแรกมักจะเป็นการปรับแต่งครั้งเดียวที่ได้กระทำกับระบบ ทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลงเรื่อยๆ

2. ตั้งเทอร์โมสแตทให้ควบคุมอุณหภูมิที่พอเหมาะกับความสบายเท่านั้น ไม่ควรตั้งเทอร์โมแสตทไว้ให้ต่ำที่สุด และหมั่นตรวจสอบว่าเทอร์โมสแตทสามารถทำงานได้เป็นปกติหรือไม่ อุณหภูมิที่พอเหมาะคือ 25.5°-26.7°ซ.

3. เครื่องส่งลมเย็นควรให้ทำความสะอาดแผงกรองอากาศและขดทำความเย็น (Cooling Coil) เป็นประจำ ถ้าอุปกรณ์ดังกล่าวสกปรก พื้นผิวรับความร้อนจะถ่ายเทความร้อนได้ไม่ดี ทำให้น้ำเย็นที่กลับไปยังเครื่องทำน้ำเย็นมีอุณหภูมิต่ำลง ทำให้ประสิทธิภาพที่เครื่องทำน้ำเย็นต่ำลงด้วย

4. ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศเป็นประจำ และตรวจสอบอย่าให้มีวัสดุปิดขวางทางลมที่ใช้ในการระบายความร้อน

5. ทำความสะอาดคอนเดนเซอร์ที่ระบายความร้อนด้วยน้ำ เนื่องจากระบบน้ำหมุนเวียนในระบบเป็นระบบเปิดน้ำระเหยตลอดเวลา ผิวด้านในของอุปกรณ์ควบแน่นจึงมักมีตะกรันและสิ่งสกปรก เป็นผลให้อุณหภูมิควบแน่นสูงขึ้น ฉะนั้นต้องทำความสะอาดมากน้อยตามความจำเป็น

6. ทำความสะอาดหอผึ่งน้ำ เพื่อให้ผิวระบายความร้อนสะอาดรวมถึงหัวกระจายน้ำ

7. จัดให้มีการบำบัดคุณภาพน้ำในระบบน้ำหล่อเย็น ความสกปรกในระบบจะลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

8. พัดลมทุกตัวจะต้องทำการหล่อลื่นโดยการอัดจารบี หรือหยอดน้ำมันอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลา

9. พัดลมที่ขับด้วยสายพานจะต้องตรวจตราความตึงของสายพานให้เหมาะสม

10. ตรวจสอบการรั่วของท่อน้ำเย็นและซ่อมแซมฉนวนท่อน้ำ รวมทั้งแก้ไขการรั่วของน้ำเย็นที่อุปกรณ์ต่างๆ เครื่องสูบน้ำแบบหอยไข่งที่ใช้ Packing Seal จะต้องให้มีน้ำซึมบ้าง แต่ไม่ควรให้รั่วมากเกินไป

11. ตรวจสอบการรั่วของท่อลมที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมถึงการซ่อมแซมฉนวนท่อลมที่ฉีกขาด

12. ตรวสอบหน้าต่างและประตูด้านนอกอาคารว่ามีรอยแตกร้าวที่ผิดปกติหรือไม่

13. ในบางอาคารอาจลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ของเครื่องทำน้ำเย็นลงได้ โดยการทำน้ำเย็นในระบบให้มีอุณหภูมิต่ำลงกว่าที่ใช้งานปกติ 1 - 2°ซ. และให้เครื่องส่งลมเย็นทำให้อุณหภูมิภายในอาคารต่ำกว่าที่ใช้งานปกติ 1 - 2°ซ.ก่อนถึงเวลาที่ต้องการภาระความเย็นสูงสุด ลักษณะเช่นนี้ใช้หลักการเดียวกับ วิธี Thermal Storage

14. พื้นที่ปรับอากาศบางแห่งสามารถลดอากาศบริสุทธิ์ที่จะนำเข้ามาถ่ายเทอากาศภายในได้ในบางช่วงเวลา เช่น ในร้านค้า ร้านอาหาร ที่มักจะมีคนมากในช่วงเวลา 11.00 - 13.00 น. ในช่วงเวลาดังกล่าวเราก็ควรจะเปิดให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาได้เต็มที่ แต่ในช่วงเวลาอื่นก็ควรหรี่ให้อากาศบริสุทธิ์เข้ามาน้อยลง ก็จะสามารถประหยัดพลังงานลงได้

ภาคผนวก ค.

อัตราค่าไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้านครหลวง

(เริ่มใช้ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2534)

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง (โรงแรม)

5.1 อัตราปกติ

5.1.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ 236.00 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ 1.03 บาท

5.1.2 ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ 274.00 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ 1.07 บาท

5.1.3 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า : กิโลวัตต์ละ 296.00 บาท

ค่าพลังงานไฟฟ้า : หน่วยละ 1.10 บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : คิดร้อยละ 70 ของความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ : เหมือนเดิม

5.2 อัตราตามช่วงเวลาของวัน

5.2.1 ระดับแรงดันไฟฟ้า 69 กิโลโวลท์ขึ้นไป

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

เวลา 18.30 - 21.30 น. : กิโลวัตต์ละ 240.00 บาท

เวลา 8.00 - 18.30 น. : กิโลวัตต์ละ 32.00 บาท

(คิดเฉพาะความต้องการพลังไฟฟ้าในส่วนที่เกิน ON-Peak)

เวลา 21.30 - 8.00 น. : ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ทุกช่วงเวลา : หน่วยละ 1.03 บาท

5.2.2 ระดับแรงดันไฟฟ้า 12-24 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

เวลา 18.30 - 21.30 น. : กิโลวัตต์ละ 305.00 บาท

เวลา 8.00 - 18.30 น. : กิโลวัตต์ละ 63.00 บาท

(คิดเฉพาะความต้องการพลังไฟฟ้าในส่วนที่เกิน ON-Peak)

เวลา 21.30 - 8.00 น. : ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ทุกช่วงเวลา : หน่วยละ 1.07 บาท

5.2.3 ระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลท์

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

เวลา 18.30 - 21.30 น. : กิโลวัตต์ละ 356.00 บาท

เวลา 8.00 - 18.30 น. : กิโลวัตต์ละ 73.00 บาท

(คิดเฉพาะความต้องการพลังไฟฟ้าในส่วนที่เกิน ON-Peak)

เวลา 21.30 - 8.00 น. : ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าพลังงานไฟฟ้า

ทุกช่วงเวลา : หน่วยละ 1.10 บาท

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด : คิดร้อยละ 70 ของความต้องการพลังไฟฟ้าที่สูงสุดในรอบ 12 เดือน

ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ : เหมือนเดิม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ข้อมูลที่เก็บจากโรงแรมตัวอย่าง

1.ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาของวัน

จากการเก็บข้อมูลต่างๆในระบบไฟฟ้ารวมของโรงแรมในวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2541 ถึง วันที่ 2 มีนาคม 2541 ได้ข้อมูลต่างๆดังนี้

วันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2541

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
15.09	397	574	0.81	317	395	234	50.0	184.78	0.00
15.39	397	597	0.81	331	411	244	50.0	162.97	162.97
16.09	390	577	0.82	320	390	222	50.0	162.46	325.43
16.39	392	578	0.81	318	393	230	50.0	164.79	490.22
17.09	399	571	0.80	317	394	234	50.0	161.19	651.41
17.39	401	597	0.81	334	414	245	50.0	161.70	813.11
18.09	388	609	0.83	337	409	231	49.9	167.87	980.98
18.39	394	641	0.82	361	438	248	50.0	177.12	1,158.10
19.09	402	647	0.81	365	451	264	50.0	185.84	1,343.94
19.39	397	670	0.81	373	461	270	50.0	184.74	1,528.68
20.09	397	659	0.81	368	453	266	40.0	188.88	1,717.56
20.39	394	703	0.82	395	480	272	50.0	190.40	1,907.96
21.09	398	694	0.83	395	479	271	50.0	189.50	2,097.46
21.39	389	666	0.85	380	449	240	49.9	190.58	2,288.04
22.09	387	702	0.85	398	470	250	50.0	187.30	2,475.34
22.39	389	668	0.84	378	450	244	50.0	195.32	2,670.66
23.09	389	643	0.81	352	433	252	50.1	180.80	2,851.46
23.39	389	610	0.81	333	411	241	50.0	171.26	3,022.72
0.09	392	593	0.81	328	403	234	50.1	163.47	3,186.19

วันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2541

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
0.09	392	593	0.81	328	403	234	50.1	163.47	0.00
0.39	389	593	0.82	326	400	232	50.0	162.34	162.34
1.09	389	582	0.80	315	392	233	50.0	161.80	324.14
1.39	389	568	0.81	311	382	222	49.9	155.91	480.05
2.09	391	549	0.80	299	372	221	50.0	155.50	635.55
2.39	391	551	0.80	300	374	224	50.0	149.34	784.89
3.09	394	529	0.80	288	360	217	50.0	144.40	929.29
3.39	394	502	0.79	272	342	208	50.0	139.65	1,068.94
4.09	396	466	0.77	247	319	203	50.0	127.69	1,196.63
4.39	396	457	0.77	242	313	198	50.0	123.29	1,319.92
5.09	394	468	0.77	245	320	205	50.0	122.43	1,442.35
5.39	391	477	0.78	251	323	204	49.9	126.95	1,569.30
6.09	392	485	0.78	256	329	207	49.9	124.36	1,693.66
6.39	391	461	0.78	242	313	198	50.0	122.55	1,816.21
7.09	389	491	0.81	268	331	194	50.1	138.54	1,954.75
7.39	391	526	0.80	286	357	213	50.0	138.50	2,093.25
8.09	394	513	0.81	283	350	206	50.0	145.47	2,238.72
8.39	390	529	0.81	290	357	209	50.0	149.97	2,388.69
9.09	393	539	0.81	296	367	216	49.9	149.45	2,538.14
9.39	393	557	0.81	305	379	225	50.0	150.91	2,689.05
10.09	394	550	0.81	303	376	222	50.0	153.31	2,842.36
10.39	396	567	0.80	312	389	232	50.0	154.17	2,996.53
11.09	394	593	0.80	322	405	246	50.0	157.64	3,154.17
11.39	395	588	0.80	322	403	242	50.0	159.91	3,314.08
12.09	397	576	0.80	316	396	238	49.9	161.67	3,475.75
12.39	398	591	0.80	327	407	242	50.0	160.77	3,636.52

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
13.09	401	605	0.79	332	420	257	50.0	164.15	3,800.67
13.39	399	600	0.81	337	415	241	50.0	166.84	3,967.51
14.09	398	598	0.81	332	412	244	50.0	167.35	4,134.86
14.39	399	608	0.81	338	420	248	50.0	167.88	4,302.74
15.09	399	615	0.81	344	425	249	50.0	170.94	4,473.68
15.39	401	683	0.79	375	474	291	50.0	173.69	4,647.37
16.09	394	582	0.82	326	398	228	49.9	169.67	4,817.04
16.39	395	596	0.81	330	408	241	50.0	165.30	4,982.34
17.09	397	625	0.81	349	430	251	50.0	176.92	5,159.26
17.39	399	617	0.81	344	426	252	50.0	175.20	5,334.46
18.09	397	673	0.82	379	463	265	50.0	175.64	5,510.10
18.39	391	640	0.82	354	433	249	50.0	182.09	5,692.19
19.09	391	626	0.81	344	424	249	50.0	185.09	5,877.28
19.39	393	652	0.82	366	444	252	50.0	180.76	6,058.04
20.09	394	671	0.83	378	458	258	50.0	190.59	6,248.63
20.39	397	715	0.84	411	492	271	50.0	202.14	6,450.77
21.09	396	780	0.83	442	535	300	50.0	207.80	6,658.57
21.39	397	706	0.83	405	486	269	49.9	202.60	6,861.17
22.09	388	677	0.85	384	455	244	50.0	198.30	7,059.47
22.39	389	689	0.84	390	464	252	50.0	195.80	7,255.27
23.09	393	626	0.81	343	426	252	50.0	184.30	7,439.57
23.39	392	656	0.82	366	445	254	50.0	173.90	7,613.47
0.09	394	608	0.81	337	416	243	49.9	173.10	7,786.57

วันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2541

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
0.09	394	608	0.81	337	416	243	49.9	173.10	0.00
0.39	395	610	0.81	339	418	244	50.1	167.80	167.80
1.09	397	599	0.80	331	412	246	50.0	170.70	338.50
1.39	393	608	0.80	332	413	246	50.0	166.70	505.20
2.09	391	604	0.81	330	409	242	50.1	165.20	670.40
2.39	390	582	0.81	316	393	233	49.9	160.60	831.00
3.09	388	563	0.80	302	378	228	50.0	155.30	986.30
3.39	389	554	0.80	300	373	222	50.0	150.20	1,136.50
4.09	391	505	0.79	270	341	209	50.1	142.00	1,278.50
4.39	391	479	0.77	250	324	206	50.0	132.50	1,411.00
5.09	391	495	0.78	262	335	210	50.0	127.60	1,538.60
5.39	392	485	0.77	254	329	209	50.0	130.90	1,669.50
6.09	391	484	0.78	255	328	205	50.0	129.30	1,798.80
6.39	393	479	0.77	252	326	207	50.1	126.00	1,924.80
7.09	392	499	0.77	261	339	215	50.0	128.80	2,053.60
7.39	386	560	0.83	309	374	210	50.0	134.20	2,187.80
8.09	387	533	0.82	292	357	207	50.0	149.40	2,337.20
8.39	393	543	0.78	287	369	232	49.9	144.10	2,481.30
9.09	391	530	0.80	286	359	217	49.9	147.70	2,629.00
9.39	397	566	0.81	317	389	226	50.0	156.30	2,785.30
10.09	398	589	0.81	327	406	240	50.0	159.60	2,944.90
10.39	395	588	0.80	320	402	244	50.0	160.60	3,105.50
11.09	395	567	0.81	312	387	230	50.0	157.40	3,262.90
11.39	396	582	0.80	320	399	238	50.1	158.40	3,421.30
12.09	397	605	0.82	340	416	240	50.0	159.20	3,580.50
12.39	390	579	0.82	322	391	222	50.0	159.80	3,740.30

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
13.09	399	579	0.80	321	401	240	50.0	161.30	3,901.60
13.39	398	578	0.80	319	399	239	50.0	162.50	4,064.10
14.09	399	594	0.80	326	410	248	49.9	160.10	4,224.20
14.39	401	559	0.80	309	388	234	50.0	157.30	4,381.50
15.09	396	551	0.79	300	378	230	49.9	155.50	4,537.00
15.39	396	560	0.80	308	384	230	50.0	154.10	4,691.10
16.09	397	540	0.80	299	372	221	49.9	156.50	4,847.60
16.39	400	553	0.80	308	383	228	50.0	154.60	5,002.20
17.09	395	563	0.81	310	385	228	50.0	153.40	5,155.60
17.39	397	548	0.81	305	376	221	50.0	153.00	5,308.60
18.09	397	589	0.81	326	405	241	49.9	153.20	5,461.80
18.39	391	633	0.83	355	429	240	49.9	170.40	5,632.20
19.09	393	689	0.81	382	470	273	50.0	181.40	5,813.60
19.39	392	641	0.83	359	435	245	50.0	181.60	5,995.20
20.09	393	656	0.83	371	447	248	50.0	179.70	6,174.90
20.39	392	656	0.83	371	445	247	50.0	186.60	6,361.50
21.09	395	647	0.83	367	443	248	50.0	190.90	6,552.40
21.39	396	681	0.83	389	467	258	50.0	190.70	6,743.10
22.09	394	684	0.85	395	466	248	50.0	197.00	6,940.10
22.39	395	689	0.84	394	471	258	50.0	195.50	7,135.60
23.09	398	662	0.83	380	456	252	49.9	194.70	7,330.30
23.39	395	630	0.80	346	431	257	50.0	177.10	7,507.40
0.09	398	601	0.81	334	414	244	50.0	172.30	7,679.70

วันที่ 1 มีนาคม 2541

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
0.09	398	601	0.81	334	414	244	50.0	172.30	0.00
0.39	392	613	0.82	341	416	239	50.0	169.10	169.10
1.09	392	601	0.82	333	408	236	49.7	167.90	337.00
1.39	393	583	0.81	323	397	231	50.0	162.60	499.60
2.09	393	577	0.80	315	393	234	50.1	161.40	661.00
2.39	394	569	0.81	313	388	230	49.9	157.10	818.10
3.09	394	556	0.80	303	379	228	50.0	154.20	972.30
3.39	395	548	0.81	301	374	222	50.0	152.00	1,124.30
4.09	395	541	0.80	296	370	223	49.9	150.80	1,275.10
4.39	397	501	0.79	271	344	212	50.0	140.40	1,415.50
5.09	396	490	0.77	259	336	214	50.0	131.40	1,546.90
5.39	397	481	0.77	256	331	209	50.1	126.30	1,673.20
6.09	396	476	0.76	249	326	211	50.0	125.30	1,798.50
6.39	397	489	0.77	259	336	214	50.0	129.10	1,927.60
7.09	395	473	0.78	251	324	204	50.2	128.00	2,055.60
7.39	395	507	0.82	284	347	199	50.0	143.90	2,199.50
8.09	393	525	0.82	294	357	202	50.0	139.00	2,338.50
8.39	389	542	0.84	305	364	200	49.9	148.10	2,486.60
9.09	398	601	0.80	331	414	248	49.9	147.80	2,634.40
9.39	396	544	0.81	301	373	221	50.0	149.90	2,784.30
10.09	399	542	0.79	296	375	230	50.0	148.30	2,932.60
10.39	398	542	0.80	297	373	226	50.0	150.20	3,082.80
11.09	398	526	0.79	285	362	223	50.0	149.20	3,232.00
11.39	397	543	0.80	298	373	225	49.9	149.60	3,381.60
12.09	399	558	0.79	306	386	235	50.0	152.20	3,533.80
12.39	394	549	0.82	305	374	216	50.0	155.00	3,688.80

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
13.09	391	566	0.82	316	383	217	49.9	154.50	3,843.30
13.39	396	581	0.81	321	398	236	50.0	157.20	4,000.50
14.09	395	585	0.80	321	400	238	50.0	157.70	4,158.20
14.39	396	554	0.81	307	380	224	50.0	152.00	4,310.20
15.09	396	555	0.80	305	381	227	50.0	157.30	4,467.50
15.39	397	563	0.81	314	387	226	50.0	156.80	4,624.30
16.09	399	583	0.81	327	403	236	50.0	158.40	4,782.70
16.39	391	595	0.82	328	403	233	50.0	163.10	4,945.80
17.09	392	578	0.83	325	393	220	50.0	162.30	5,108.10
17.39	391	599	0.82	334	406	230	50.0	166.40	5,274.50
18.09	391	625	0.82	348	423	240	50.0	167.50	5,442.00
18.39	388	669	0.84	378	449	243	49.9	182.40	5,624.40
19.09	389	665	0.84	374	448	246	50.0	187.90	5,812.30
19.39	388	647	0.83	361	434	241	50.0	185.80	5,998.10
20.09	389	651	0.82	361	438	249	50.0	182.50	6,180.60
20.39	389	641	0.83	360	432	240	50.0	181.90	6,362.50
21.09	392	638	0.82	356	434	248	50.0	180.70	6,543.20
21.39	393	650	0.82	363	443	254	49.9	180.80	6,724.00
22.09	393	662	0.81	367	451	262	50.0	181.00	6,905.00
22.39	391	642	0.82	356	435	249	50.1	179.20	7,084.20
23.09	392	604	0.79	325	410	251	50.0	168.40	7,252.60
23.39	393	594	0.79	318	405	251	50.0	160.20	7,412.80
0.09	398	572	0.78	308	394	245	49.9	158.40	7,571.20

วันที่ 2 มีนาคม 2541

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
0.09	398	572	0.78	308	394	245	49.9	158.40	0.00
0.39	398	571	0.78	307	394	247	50.0	153.20	153.20
1.09	398	561	0.78	301	387	242	50.1	151.60	304.80
1.39	394	567	0.79	304	387	239	50.0	149.00	453.80
2.09	395	543	0.78	290	372	232	50.1	148.70	602.50
2.39	396	536	0.78	288	368	230	50.0	144.30	746.80
3.09	397	529	0.78	282	364	230	50.0	145.00	891.80
3.39	399	521	0.78	280	360	227	50.0	140.70	1,032.50
4.09	399	503	0.77	267	348	223	50.1	135.70	1,168.20
4.39	399	486	0.77	258	336	215	50.0	128.30	1,296.50
5.09	398	489	0.75	254	337	222	50.1	126.80	1,423.30
5.39	396	496	0.78	264	340	215	50.0	129.80	1,553.10
6.09	393	478	0.79	256	325	200	49.9	127.70	1,680.80
6.39	395	486	0.77	256	332	212	49.9	127.80	1,808.60
7.09	400	490	0.76	259	340	220	50.0	129.40	1,938.00
7.39	394	492	0.77	260	336	212	49.9	133.50	2,071.50
8.09	403	542	0.79	300	379	231	50.0	144.10	2,215.60
8.39	396	545	0.80	301	374	223	50.0	150.80	2,366.40
9.09	398	564	0.79	305	389	241	50.0	156.30	2,522.70
9.39	399	570	0.80	315	394	237	49.9	158.40	2,681.10
10.09	397	567	0.79	309	390	239	50.0	160.70	2,841.80
10.39	400	563	0.79	309	390	237	50.0	159.10	3,000.90
11.09	398	560	0.80	309	386	231	50.0	155.70	3,156.60
11.39	403	597	0.79	328	417	258	50.0	161.90	3,318.50
12.09	401	581	0.80	322	404	244	50.0	163.70	3,482.20
12.39	400	587	0.80	326	406	243	50.0	163.10	3,645.30

เวลา	V	A	P.F.	KW	KVA	KVAr	Hz	Kwh	Kwh สะสม
13.09	396	609	0.81	340	418	243	49.9	163.50	3,808.80
13.39	401	594	0.80	328	412	250	50.0	167.60	3,976.40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ระบบปรับอากาศ

ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ York ขนาด 250 ตัน

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
21/03/1998	8.00	9.9	7.4	29.2	32.1	392.0	134.0	0.89	81.0	3.80	0.93
	9.00	10.7	8.0	29.1	32.4	395.0	140.0	0.89	85.2	4.18	0.84
	10.00	10.6	7.6	29.4	33.3	396.0	162.0	0.90	100.0	4.22	0.83
	11.00	10.4	7.4	29.9	33.6	396.0	175.0	0.90	108.0	3.59	0.98
	12.00	10.8	7.4	30.1	33.9	397.0	171.0	0.90	105.8	3.81	0.92
	13.00	10.4	7.4	29.7	33.7	398.0	167.0	0.90	103.6	4.17	0.84
	14.00	10.6	7.7	29.9	33.2	397.0	157.0	0.90	97.2	3.55	0.99
	15.00	10.4	7.5	29.4	33.3	398.0	160.0	0.90	99.3	4.26	0.83
	16.00	10.8	7.3	29.2	33.3	397.0	173.0	0.90	107.1	4.13	0.85
	17.00	9.9	6.9	29.2	33.1	397.0	162.0	0.90	100.3	4.21	0.84
	18.00	9.8	6.9	29.2	32.8	392.0	164.0	0.90	100.2	3.81	0.92
	19.00	10.2	7.1	29.2	33.2	392.0	167.0	0.90	102.0	4.25	0.83
	20.00	9.7	6.9	29.4	33.3	395.0	167.0	0.90	102.8	4.08	0.86
	21.00	11.2	8.2	29.4	33.3	394.0	160.0	0.90	98.3	4.31	0.82
	22.00	10.4	7.6	29.7	33.6	395.0	168.0	0.90	103.4	4.05	0.87
	23.00	10.6	7.4	29.8	33.6	398.0	168.0	0.90	104.2	3.88	0.91
22/03/1998	8.00	13.0	7.4	28.3	32.4	395.0	155.0	0.90	95.4	4.75	0.74
	9.00	11.9	7.6	28.8	32.1	394.0	131.0	0.89	79.6	4.55	0.77
	10.00	12.2	7.7	29.9	32.6	399.0	144.0	0.89	88.6	3.08	1.14
	11.00	12.2	7.4	29.6	32.9	396.0	155.0	0.90	95.7	3.62	0.97
	12.00	12.2	7.6	30.1	33.5	396.0	156.0	0.90	96.3	3.73	0.94
	13.00	12.3	7.5	29.9	33.5	395.0	158.0	0.90	97.3	3.95	0.89
	14.00	12.3	7.5	30.1	33.6	399.0	167.0	0.90	103.9	3.51	1.00
	15.00	12.2	7.6	30.3	33.8	400.0	164.0	0.90	102.3	3.58	0.98
	16.00	12.4	7.6	30.2	33.4	396.0	158.0	0.90	97.5	3.39	1.04
	17.00	12.3	7.6	30.2	33.3	400.0	155.0	0.90	96.6	3.29	1.07
	18.00	12.2	7.5	29.8	32.9	396.0	145.0	0.90	89.5	3.64	0.97
	19.00	12.1	7.6	29.5	32.7	399.0	144.0	0.89	88.6	3.84	0.92
	20.00	12.1	7.6	28.9	32.2	394.0	147.0	0.90	90.3	3.89	0.90
	21.00	12.3	7.7	29.4	32.6	394.0	152.0	0.90	93.4	3.59	0.98
	22.00	12.1	7.4	29.7	33.3	396.0	150.0	0.90	92.6	4.21	0.84
	23.00	12.2	7.6	29.7	33.1	395.0	153.0	0.90	94.2	3.83	0.92

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
23/03/1998	9.00	11.2	8.8	28.6	32.3	389.0	158.0	0.90	95.8	4.17	0.84
	10.00	11.7	8.7	29.0	32.5	388.0	162.0	0.90	98.0	3.78	0.93
	11.00	11.8	8.7	29.2	32.7	391.0	174.0	0.90	106.1	3.42	1.03
	12.00	11.9	8.8	29.7	33.0	391.0	172.0	0.90	104.8	3.21	1.09
	13.00	11.8	8.7	30.2	33.2	391.0	195.0	0.91	120.2	2.34	1.50
	14.00	11.7	8.8	30.4	33.3	393.0	172.0	0.90	105.4	2.68	1.31
	15.00	11.7	8.8	30.5	33.2	400.0	175.0	0.90	109.1	2.31	1.52
	16.00	11.1	8.3	30.5	33.1	399.0	181.0	0.90	112.6	2.09	1.68
	17.00	11.0	7.4	30.3	33.0	391.0	178.0	0.91	109.7	2.30	1.53
	18.00	11.1	7.9	30.2	33.0	393.0	170.0	0.90	104.1	2.60	1.35
	19.00	11.2	7.4	30.2	33.2	391.0	181.0	0.90	110.3	2.64	1.33
	20.00	10.9	7.7	30.3	34.3	393.0	173.0	0.90	106.0	4.05	0.87
	21.00	10.8	7.6	30.4	34.5	394.0	175.0	0.90	107.5	4.11	0.86
	22.00	10.7	7.4	30.3	34.5	393.0	175.0	0.90	107.2	4.25	0.83
	23.00	10.7	7.5	30.7	34.6	388.0	182.0	0.91	111.3	3.69	0.95
24/03/1998	7.00	10.1	7.4	29.0	32.8	396.0	139.0	0.90	85.8	4.93	0.71
	8.00	10.1	7.6	29.3	32.7	397.0	141.0	0.89	86.3	4.28	0.82
	9.00	10.3	7.6	29.3	32.9	395.0	149.0	0.90	91.7	4.25	0.83
	10.00	10.3	7.4	29.4	33.1	397.0	152.0	0.89	93.0	4.33	0.81
	11.00	10.6	7.5	29.4	33.4	397.0	166.0	0.90	102.7	4.21	0.84
	12.00	10.6	7.4	29.9	33.8	395.0	169.0	0.90	104.1	4.02	0.88
	13.00	10.7	7.6	30.1	33.9	393.0	175.0	0.90	107.2	3.75	0.94
	14.00	10.6	7.4	29.8	33.9	397.0	172.0	0.90	106.4	4.16	0.85
	15.00	10.6	7.4	30.2	34.3	396.0	175.0	0.90	108.0	4.08	0.86
	16.00	10.6	7.5	30.4	34.5	391.0	181.0	0.91	111.5	3.92	0.90
	17.00	10.6	7.2	30.8	34.0	393.0	184.0	0.90	112.7	2.80	1.26
	18.00	9.9	6.9	30.4	33.1	394.0	170.0	0.91	105.6	2.42	1.45
	19.00	9.9	6.9	30.6	33.1	395.0	170.0	0.90	104.7	2.20	1.60
	20.00	10.1	6.9	30.6	33.2	397.0	171.0	0.90	105.8	2.29	1.54
	21.00	9.9	6.9	29.9	32.7	396.0	167.0	0.90	103.1	2.64	1.34
	22.00	10.9	7.8	29.9	34.1	394.0	170.0	0.90	104.4	4.39	0.80
	23.00	10.4	7.4	30.1	34.1	391.0	175.0	0.91	107.8	3.97	0.89

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
25/03/1998	6.00	10.4	7.9	28.7	32.1	395.0	127.0	0.89	77.3	4.89	0.72
	7.00	10.3	7.9	29.2	31.5	392.0	122.0	0.88	72.9	3.22	1.09
	8.00	10.8	8.1	28.7	31.9	395.0	130.0	0.89	79.2	4.41	0.80
	9.00	10.6	8.0	28.2	31.9	393.0	139.0	0.89	84.2	4.88	0.72
	10.00	10.9	7.9	28.5	32.3	393.0	156.0	0.90	95.6	4.32	0.81
	11.00	11.1	8.1	29.1	32.9	396.0	163.0	0.90	100.6	4.06	0.87
	12.00	10.7	7.9	28.9	32.7	395.0	156.0	0.90	96.1	4.30	0.82
	13.00	11.1	8.0	29.1	32.9	393.0	158.0	0.90	96.8	4.26	0.83
	14.00	10.9	8.1	29.4	33.4	394.0	161.0	0.90	98.9	4.42	0.80
	15.00	11.1	7.9	29.6	33.6	394.0	167.0	0.90	102.6	4.22	0.83
	16.00	11.1	7.9	29.9	33.9	397.0	166.0	0.90	102.7	4.21	0.84
	17.00	10.2	6.9	30.6	33.4	399.0	173.0	0.90	107.6	2.48	1.42
	18.00	9.9	6.9	31.0	33.7	401.0	172.0	0.90	107.5	2.36	1.49
	19.00	10.1	6.9	30.9	33.7	397.0	175.0	0.90	108.3	2.46	1.43
	20.00	10.3	7.0	31.2	33.9	392.0	178.0	0.91	110.0	2.29	1.54
	21.00	10.6	7.6	30.9	33.7	399.0	175.0	0.90	108.8	2.44	1.44
	22.00	10.9	7.6	31.1	33.8	400.0	171.0	0.90	106.6	2.39	1.47
	23.00	10.6	7.4	30.7	33.5	395.0	169.0	0.90	104.1	2.60	1.35
26/03/1998	8.00	14.6	10.3	29.9	35.6	399.0	185.0	0.91	116.3	5.56	0.63
	9.00	11.1	8.1	30.4	34.4	400.0	159.0	0.90	99.1	4.40	0.80
	10.00	11.1	8.0	30.3	34.5	399.0	166.0	0.90	103.2	4.45	0.79
	11.00	11.1	8.1	30.4	34.8	396.0	180.0	0.91	112.3	4.24	0.83
	12.00	11.3	8.2	30.4	34.5	393.0	175.0	0.90	107.2	4.12	0.85
	13.00	11.1	7.9	30.6	35.1	395.0	177.0	0.90	109.0	4.53	0.78
	14.00	11.2	8.0	30.4	35.3	397.0	172.0	0.90	106.4	5.16	0.68
	15.00	11.2	7.9	30.9	35.6	400.0	186.0	0.91	117.3	4.37	0.81
	16.00	11.2	8.1	30.4	34.8	396.0	177.0	0.90	109.3	4.39	0.80
	17.00	10.6	7.4	30.6	33.2	396.0	172.0	0.90	106.2	2.28	1.54
	18.00	10.6	7.4	30.6	33.3	402.0	172.0	0.90	107.8	2.35	1.50
	19.00	10.9	7.7	31.2	33.5	399.0	172.0	0.90	107.0	1.88	1.87
	20.00	10.7	7.4	31.0	33.7	396.0	178.0	0.90	109.9	2.29	1.54
	21.00	10.6	7.4	30.9	33.8	394.0	178.0	0.90	109.3	2.55	1.38
	22.00	10.7	7.4	31.0	33.9	392.0	180.0	0.90	110.0	2.53	1.39
	23.00	11.4	8.2	31.1	35.6	395.0	177.0	0.90	109.0	4.53	0.78

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
27/03/1998	9.00	10.9	8.0	29.9	33.7	394.0	150.0	0.90	92.1	4.52	0.78
	10.00	10.9	8.1	29.9	33.3	396.0	156.0	0.90	96.3	3.73	0.94
	11.00	10.9	8.0	29.9	33.6	395.0	155.0	0.90	95.4	4.19	0.84
	12.00	11.1	8.1	29.9	33.8	396.0	163.0	0.90	100.6	4.19	0.84
	13.00	11.5	8.1	30.1	34.3	395.0	170.0	0.90	104.7	4.37	0.81
	14.00	11.1	8.1	29.7	33.7	401.0	156.0	0.90	97.5	4.49	0.78
	15.00	11.1	8.1	29.9	34.1	397.0	166.0	0.90	102.7	4.47	0.79
	16.00	11.5	8.2	29.9	34.3	399.0	174.0	0.90	108.2	4.44	0.79
	17.00	10.7	7.5	30.4	33.3	397.0	172.0	0.90	106.4	2.65	1.33
	18.00	10.1	6.9	30.3	32.8	393.0	172.0	0.90	105.4	2.18	1.62
	19.00	9.9	6.9	30.4	33.2	390.0	174.0	0.91	107.0	2.51	1.41
	20.00	10.3	7.1	30.4	33.2	393.0	172.0	0.90	105.4	2.56	1.38
	21.00	10.7	7.4	30.7	33.4	392.0	174.0	0.90	106.3	2.40	1.47
	22.00	10.7	7.5	30.6	33.4	393.0	172.0	0.90	105.4	2.56	1.38
	23.00	11.5	8.5	30.4	34.3	394.0	153.0	0.90	94.0	4.56	0.77
28/03/1998	7.00	11.1	7.9	31.6	33.8	393.0	153.0	0.90	93.7	2.14	1.64
	8.00	10.7	8.0	29.9	33.7	394.0	147.0	0.90	90.3	4.64	0.76
	9.00	10.8	8.0	30.2	33.9	396.0	156.0	0.90	96.3	4.14	0.85
	10.00	10.9	8.1	29.7	33.4	400.0	155.0	0.90	96.6	4.13	0.85
	11.00	10.9	8.0	28.9	32.9	399.0	158.0	0.90	98.3	4.45	0.79
	12.00	10.9	8.0	28.7	32.4	400.0	154.0	0.89	95.0	4.22	0.83
	13.00	11.1	8.0	29.2	33.1	396.0	158.0	0.90	97.5	4.35	0.81
	14.00	11.1	8.0	29.7	33.7	399.0	167.0	0.90	103.9	4.16	0.85
	15.00	11.1	7.9	29.7	33.7	399.0	161.0	0.90	100.1	4.35	0.81
	16.00	11.1	8.0	29.7	33.5	399.0	159.0	0.90	98.9	4.14	0.85
	17.00	10.4	7.4	30.2	34.1	395.0	164.0	0.90	101.0	4.17	0.84
	18.00	10.1	6.9	30.8	34.9	393.0	178.0	0.90	109.0	4.03	0.87
	19.00	9.9	6.9	30.7	35.1	389.0	180.0	0.91	110.4	4.34	0.81
	20.00	10.2	7.5	31.0	34.6	390.0	165.0	0.90	100.3	3.81	0.93
	21.00	10.9	7.5	31.4	35.8	393.0	192.0	0.91	118.9	3.95	0.89
	22.00	10.6	7.4	30.9	35.1	390.0	188.0	0.91	115.6	3.87	0.91
	23.00	10.4	7.5	27.5	31.4	394.0	144.0	0.90	88.4	4.90	0.72

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
29/03/1998	9.00	10.7	8.1	27.8	31.1	391.0	120.0	0.89	72.3	5.11	0.69
	10.00	10.9	8.1	28.4	31.7	392.0	130.0	0.89	78.6	4.62	0.76
	11.00	10.9	8.6	29.0	32.0	390.0	142.0	0.89	85.4	3.71	0.95
	12.00	11.1	8.7	29.7	32.2	390.0	150.0	0.90	91.2	2.67	1.32
	13.00	11.2	8.8	30.3	32.5	390.0	151.0	0.90	91.8	2.21	1.59
	14.00	11.3	8.8	30.4	32.7	389.0	152.0	0.90	92.2	2.34	1.50
	15.00	11.4	9.2	30.6	33.0	389.0	169.0	0.90	102.5	2.14	1.65
	16.00	11.2	9.2	30.4	33.0	391.0	166.0	0.90	101.2	2.44	1.44
	17.00	11.1	9.3	30.2	32.8	391.0	173.0	0.90	105.4	2.30	1.53
	18.00	11.0	9.4	29.8	32.5	390.0	167.0	0.90	101.5	2.56	1.37
	19.00	11.0	9.4	29.7	32.6	389.0	164.0	0.90	99.4	2.90	1.21
	20.00	10.8	9.2	29.6	32.5	388.0	172.0	0.90	104.0	2.73	1.29
	21.00	10.7	8.9	29.4	32.4	389.0	174.0	0.90	105.5	2.81	1.25
	22.00	10.8	8.7	29.3	32.6	392.0	173.0	0.90	105.7	3.18	1.11
	23.00	11.1	8.1	30.7	34.5	395.0	161.0	0.90	99.1	4.13	0.85
30/03/1998	7.00	12.4	7.9	30.2	34.4	399.0	170.0	0.91	106.9	4.26	0.83
	8.00	10.8	7.9	30.1	33.7	396.0	149.0	0.89	91.0	4.30	0.82
	9.00	11.1	8.2	30.4	34.1	390.0	155.0	0.90	94.2	4.26	0.83
	10.00	11.2	8.1	30.2	34.1	396.0	167.0	0.90	103.1	4.07	0.87
	11.00	11.1	8.2	30.4	34.6	399.0	167.0	0.90	103.9	4.41	0.80
	12.00	11.1	7.9	31.0	35.2	398.0	183.0	0.91	114.8	3.90	0.90
	13.00	11.1	8.0	30.4	34.4	396.0	178.0	0.90	109.9	3.87	0.91
	14.00	10.9	8.1	28.3	32.3	395.0	158.0	0.90	97.3	4.50	0.78
	15.00	10.9	7.9	30.4	34.4	394.0	175.0	0.90	107.5	3.98	0.88
	16.00	11.1	8.0	30.4	34.6	396.0	172.0	0.90	106.2	4.30	0.82
	17.00	10.1	6.8	31.1	33.8	399.0	183.0	0.90	113.8	2.18	1.62
	18.00	10.1	6.9	30.6	33.3	392.0	172.0	0.90	105.1	2.44	1.44
	19.00	10.1	6.9	30.6	33.2	388.0	178.0	0.91	108.9	2.20	1.60
	20.00	10.1	7.0	31.0	33.6	399.0	172.0	0.90	107.0	2.25	1.56
	21.00	10.6	7.5	31.2	33.5	397.0	169.0	0.90	104.6	1.94	1.81
	22.00	10.7	7.4	32.4	34.3	396.0	177.0	0.91	110.5	1.30	2.70
	23.00	10.7	7.4	30.9	35.1	395.0	184.0	0.91	114.6	3.91	0.90

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
31/03/1998	9.00	10.9	8.1	30.3	34.2	393.0	153.0	0.90	93.7	4.57	0.77
	10.00	11.1	8.0	30.2	34.2	392.0	163.0	0.90	99.6	4.38	0.80
	11.00	11.1	8.0	30.2	34.4	392.0	172.0	0.90	105.1	4.35	0.81
	12.00	11.2	8.0	30.4	34.7	394.0	177.0	0.91	109.9	4.24	0.83
	13.00	11.1	8.1	30.6	34.8	394.0	174.0	0.90	106.9	4.26	0.83
	14.00	11.2	8.0	30.6	34.9	396.0	183.0	0.90	113.0	4.10	0.86
	15.00	11.3	8.0	30.6	35.0	400.0	192.0	0.90	119.7	3.92	0.90
	16.00	11.3	8.0	30.8	35.1	399.0	183.0	0.90	113.8	4.06	0.87
	17.00	11.1	7.8	30.8	34.5	400.0	181.0	0.90	112.9	3.39	1.04
	18.00	10.8	7.4	30.7	33.7	401.0	178.0	0.90	111.3	2.61	1.35
	19.00	10.7	7.4	30.8	33.7	396.0	183.0	0.90	113.0	2.44	1.44
	20.00	10.8	7.5	30.4	34.9	395.0	179.0	0.90	110.2	4.47	0.79
	21.00	10.9	7.4	30.7	34.9	393.0	189.0	0.90	115.8	3.86	0.91
	22.00	10.8	7.5	30.8	35.2	390.0	189.0	0.90	114.9	4.13	0.85
	23.00	11.6	8.3	30.4	34.9	390.0	176.0	0.90	107.0	4.63	0.76
	เฉลี่ย	11.0	7.8	30.0	33.6	394.9	165.8	0.9	102.1	3.63	0.971

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลของเครื่องปรับอากาศ Train ขนาด 100 และ 75 ตัน ใช้งานพร้อมกัน

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
21/03/1998	0.00	13.0	9.0	29.9	33.5	389.0	191.0	0.85	109.4	3.41	1.03
	1.00	12.0	9.0	29.8	33.3	390.0	190.0	0.85	109.1	3.30	1.07
	2.00	12.0	9.0	29.6	33.1	393.0	187.0	0.85	108.2	3.33	1.06
	3.00	12.0	8.0	29.7	32.8	394.0	188.0	0.84	107.8	2.85	1.23
	4.00	11.0	8.0	29.5	32.7	395.0	185.0	0.85	107.6	2.98	1.18
	5.00	11.0	7.0	29.5	32.5	392.0	181.0	0.85	104.5	2.85	1.24
	6.00	10.0	7.0	29.3	32.2	389.0	178.0	0.84	100.7	2.85	1.23
	7.00	10.0	7.0	29.2	32.1	391.0	177.0	0.85	101.9	2.81	1.25
22/03/1998	0.00	15.0	13.0	29.9	33.5	392.0	185.0	0.85	106.8	3.51	1.00
	1.00	16.0	14.0	29.7	33.5	393.0	187.0	0.85	108.2	3.70	0.95
	2.00	16.0	14.0	29.5	33.3	394.0	187.0	0.86	109.7	3.64	0.97
	3.00	16.0	14.0	29.0	33.1	395.0	187.0	0.85	108.7	4.05	0.87
	4.00	16.0	14.0	28.8	33.0	398.0	182.0	0.85	106.6	4.27	0.82
	5.00	15.0	13.0	28.6	32.8	394.0	180.0	0.85	104.4	4.39	0.80
	6.00	15.0	13.0	28.4	32.6	395.0	178.0	0.85	103.5	4.43	0.79
	7.00	15.0	13.0	28.3	32.4	397.0	176.0	0.86	104.1	4.27	0.82
23/03/1998	0.00	15.0	14.0	29.7	33.1	394.0	180.0	0.85	104.4	3.36	1.05
	1.00	16.0	14.0	29.6	33.0	393.0	181.0	0.85	104.7	3.35	1.05
	2.00	16.0	14.0	29.4	32.8	392.0	182.0	0.85	105.0	3.33	1.06
	3.00	16.0	14.0	29.4	32.7	394.0	180.0	0.85	104.4	3.23	1.09
	4.00	15.0	14.0	29.2	32.5	396.0	177.0	0.85	103.2	3.28	1.07
	5.00	15.0	13.0	29.0	32.5	396.0	176.0	0.85	102.6	3.57	0.99
	6.00	15.0	13.0	28.7	32.3	392.0	174.0	0.85	100.4	3.80	0.93
	7.00	15.0	13.0	28.5	32.3	390.0	173.0	0.84	98.2	4.18	0.84

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
24/03/1998	0.00	16.0	14.0	30.7	34.5	391.0	183.0	0.85	105.3	3.83	0.92
	1.00	16.0	15.0	30.6	34.3	396.0	182.0	0.85	106.1	3.67	0.96
	2.00	17.0	15.0	30.3	34.1	395.0	181.0	0.85	105.3	3.83	0.92
	3.00	16.0	15.0	30.1	33.7	394.0	177.0	0.84	101.5	3.75	0.94
	4.00	16.0	14.0	29.8	33.2	394.0	176.0	0.85	102.1	3.46	1.02
	5.00	16.0	14.0	29.6	32.9	394.0	172.0	0.85	99.8	3.43	1.03
	6.00	15.0	14.0	29.2	32.7	390.0	171.0	0.85	98.2	3.77	0.93
25/03/1998	0.00	14.0	12.0	30.3	34.0	394.0	183.0	0.85	106.1	3.67	0.96
	1.00	14.0	12.0	30.0	33.7	397.0	183.0	0.85	107.0	3.63	0.97
	2.00	14.0	12.0	29.8	33.4	396.0	183.0	0.85	106.7	3.52	1.00
	3.00	14.0	11.0	29.5	33.0	395.0	181.0	0.85	105.3	3.45	1.02
	4.00	13.0	11.0	29.1	32.4	394.0	177.0	0.86	103.9	3.25	1.08
	5.00	12.0	10.0	28.6	32.1	395.0	174.0	0.85	101.2	3.63	0.97
26/03/1998	0.00	16.0	14.0	30.8	33.5	390.0	186.0	0.85	106.8	2.39	1.48
	1.00	17.0	15.0	30.7	33.3	393.0	184.0	0.85	106.5	2.27	1.55
	2.00	17.0	15.0	30.5	33.3	394.0	182.0	0.85	105.6	2.55	1.38
	3.00	17.0	15.0	30.5	33.3	393.0	180.0	0.85	104.1	2.60	1.35
	4.00	16.0	14.0	30.4	33.6	393.0	178.0	0.85	103.0	3.16	1.11
	5.00	16.0	14.0	30.3	34.4	394.0	175.0	0.85	101.5	4.41	0.80
	6.00	16.0	14.0	30.2	34.7	394.0	175.0	0.84	100.3	5.01	0.70
	7.00	16.0	14.0	30.0	34.9	390.0	176.0	0.85	101.1	5.49	0.64
27/03/1998	0.00	16.0	14.0	31.0	35.4	397.0	185.0	0.85	108.1	4.45	0.79
	1.00	17.0	15.0	30.8	35.2	394.0	183.0	0.85	106.1	4.55	0.77
	2.00	16.0	15.0	30.7	34.9	394.0	180.0	0.85	104.4	4.39	0.80
	3.00	16.0	14.0	30.5	34.8	396.0	178.0	0.85	103.8	4.55	0.77
	4.00	16.0	14.0	30.4	34.7	399.0	177.0	0.85	104.0	4.54	0.78
	5.00	16.0	14.0	30.2	34.7	395.0	175.0	0.85	101.8	4.92	0.72
	6.00	15.0	13.0	30.0	34.5	394.0	175.0	0.86	102.7	4.87	0.72
	7.00	15.0	13.0	30.0	34.2	391.0	176.0	0.85	101.3	4.55	0.77
	8.00	15.0	14.0	30.1	34.0	392.0	185.0	0.85	106.8	3.89	0.90

วันที่	เวลา	น้ำเข้า Chiller (C)	น้ำออก Chiller (C)	น้ำเข้า Cond. (C)	น้ำออก Cond. (C)	Volt	Amp	PF	Kw	COP	KW/TON
28/03/1998	0.00	16.0	14.0	30.3	34.3	394.0	183.0	0.85	106.1	4.05	0.87
	1.00	16.0	14.0	30.2	34.2	395.0	184.0	0.85	107.0	4.01	0.88
	2.00	16.0	14.0	30.1	34.2	396.0	185.0	0.85	107.9	4.09	0.86
	3.00	17.0	15.0	30.4	34.2	394.0	183.0	0.85	106.1	3.79	0.93
	4.00	16.0	14.0	30.7	34.1	393.0	178.0	0.85	103.0	3.42	1.03
	5.00	15.0	13.0	30.9	34.0	393.0	176.0	0.84	100.6	3.12	1.13
	6.00	15.0	13.0	31.4	33.8	391.0	172.0	0.85	99.0	2.25	1.57
29/03/1998	0.00	15.0	13.0	27.6	31.5	394.0	184.0	0.85	106.7	3.89	0.90
	1.00	15.0	14.0	27.6	31.4	392.0	183.0	0.85	105.6	3.82	0.92
	2.00	15.0	14.0	27.7	31.4	393.0	183.0	0.85	105.9	3.68	0.96
	3.00	15.0	14.0	27.7	31.3	394.0	180.0	0.85	104.4	3.62	0.97
	4.00	15.0	14.0	27.7	31.3	396.0	177.0	0.85	103.2	3.67	0.96
	5.00	15.0	13.0	27.6	31.2	399.0	176.0	0.85	103.4	3.66	0.96
	6.00	14.0	12.0	27.8	31.1	395.0	177.0	0.84	101.7	3.34	1.05
	7.00	14.0	12.0	27.9	31.1	397.0	179.0	0.85	104.6	3.10	1.14
30/03/1998	0.00	15.0	14.0	30.8	34.5	390.0	180.0	0.85	103.3	3.79	0.93
	1.00	16.0	14.0	30.7	34.4	391.0	182.0	0.85	104.8	3.73	0.94
	2.00	16.0	14.0	30.6	34.4	393.0	181.0	0.85	104.7	3.86	0.91
	3.00	16.0	14.0	30.6	34.4	396.0	180.0	0.85	104.9	3.85	0.91
	4.00	16.0	14.0	30.5	34.5	398.0	177.0	0.85	103.7	4.16	0.85
	5.00	15.0	14.0	30.4	34.5	398.0	172.0	0.84	99.6	4.51	0.78
	6.00	15.0	14.0	30.3	34.4	393.0	173.0	0.84	98.9	4.55	0.77
31/03/1998	0.00	15.0	14.0	31.0	34.9	396.0	181.0	0.85	105.5	3.95	0.89
	1.00	14.0	13.0	31.0	34.8	390.0	181.0	0.85	103.9	3.90	0.90
	2.00	14.0	12.0	30.9	34.7	392.0	179.0	0.85	103.3	3.93	0.90
	3.00	14.0	12.0	30.9	34.7	396.0	179.0	0.85	104.4	3.88	0.91
	4.00	13.0	11.0	30.8	34.5	395.0	175.0	0.85	101.8	3.87	0.91
	5.00	13.0	11.0	30.7	34.4	395.0	173.0	0.85	100.6	3.92	0.90
	6.00	13.0	11.0	30.6	34.4	392.0	174.0	0.86	101.6	4.01	0.88
	7.00	13.0	11.0	30.4	34.3	391.0	181.0	0.85	104.2	4.01	0.88
	เฉลี่ย	14.9	12.9	29.8	33.5	393.8	179.8	0.85	104.2	3.73	0.971

8.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในระบบแสงสว่างนั้นสามารถแบ่งส่วนต่างๆของโรงแรมออกเป็นส่วนๆได้ดังนี้

ส่วนของโรงแรม	ตำแหน่ง	เวลาการทำงาน
1. Lobby	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
2. BOTANY Coffeeshop	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
3. Function Room	ชั้น Ground	ขึ้นกับผู้เช่า
4. สำนักงาน	ชั้น Ground	จ.-ศ. 9.00 - 17.00 น.
		ส. 9.00 - 12.00 น.
5. สระว่ายน้ำ	ชั้น Ground	8.00 - 18.00 น.
6. KAJA Pub	ชั้น Ground	18.00 - 3.00 น.
7. ที่จอดรถด้านหน้าโรงแรม	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
8. ที่จอดรถด้านข้างโรงแรม	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
9. ครัวและห้องเก็บอาหาร	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
10.ทางเดินเข้าโรงแรมและโรงอาหารพนักงาน	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
11. ห้องตอกบัตรพนักงาน	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
12. ไฟประดับและป้ายโฆษณา	ชั้น Ground	24 ชั่วโมง
13. ห้อง Boiler & Pump & Pressure Tank &	ชั้นใต้ดิน	24 ชั่วโมง
Air-condition Equipment & หม้อแปลงไฟฟ้า		
14. ห้อง Engineer และช่างประจำอาคาร	ชั้นใต้ดิน	24 ชั่วโมง
15. ห้องซักรีด	ชั้นใต้ดิน	7.00 - 24.00 น.
16. สำนักงาน	ชั้น 1	จ.-ศ. 9.00 - 17.00 น.
		ส. 9.00 - 12.00 น.
17. KAJA Karaoke & Member Club	ชั้น 1	18.00 - 3.00 น.
18. BUCCANEER Night Club & Karaoke	ชั้น 1	18.00 - 3.00 น.
19. ห้อง Locker พนักงาน	ชั้น 1	24 ชั่วโมง
20. นวดแผนโบราณ	ชั้น 2	12.00 - 24.00น.
21. ห้องพักชั้น 2	ชั้น 2	24 ชั่วโมง
22. ห้องพัก ชั้น 3	ชั้น 3	24 ชั่วโมง
23. ห้องพัก ชั้น 4	ชั้น 4	24 ชั่วโมง
24. ห้องพัก ชั้น 5	ชั้น 5	24 ชั่วโมง
25. สวนลอยฟ้า	ชั้นดาดฟ้า	18.00 - 20.00 น.

26. ห้องเก็บของประจำชั้น	ชั้น 2,3,4,5	ไม่แน่นอน
27. ห้องลิฟต์พนักงานประจำชั้น	ชั้น 2,3,4,5	8.00 - 16.30 น.
28. บันได	ชั้น 1,2,3,4,5	24 ชั่วโมง
29. บันไดหนีไฟ	ชั้น 1,2,3,4,5	24 ชั่วโมง

ระดับความเข้มของแสงสว่างที่วัดได้

สถานที่	มาตรฐานความเข้ม (ลักซ์)	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ขนาดพื้นที่ (ม.^{2})	จำนวนจุดที่วัด (จุด)	ความสูงที่วัดจากพื้น (ม.)
1. Lobby					
1.1 พื้นที่ทั่วไป	75	179	355	20	1.50
1.2 โต๊ะ Cashier	300	132	1.5	3	1.20
1.3 ห้องน้ำ	100	85	10	3	0.00
2. Botany Coffeeshop					
2.1 พื้นที่ทั่วไป	100	49	342	20	0.70
2.2 โต๊ะ Cashier	300	60	0.8	1	1.20
2.3 ห้องน้ำ	100	25	10	3	0.00
3. Function Room					
3.1 ห้องใหญ่	100	418	32	5	0.75
3.2 ห้องเล็ก	100	205	12	3	0.75
3.3 ทางเดิน	100	492	18	5	1.50
4. Office ชั้น Ground					
4.1 ห้องใหญ่	500	340	119	10	0.75
4.2 ห้องฝ่ายบุคคล	500	191	19	5	0.75
5. บริเวณสระว่ายน้ำ	300	162	181	15	0.00
6. ที่จอดรถด้านหน้า	30	7	544	20	0.00
7. ที่จอดรถด้านข้าง	30	6	2,347	20	0.00
8. ครัวและห้องเก็บอาหาร					
8.1 ห้องครัวใหญ่	500	133	78	10	0.75
8.2 ห้องครัวเบเกอรี่	300	166	21	5	0.75

สถานที่	มาตรฐานความเข้ม (ลักซ์)	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ขนาดพื้นที่ ($ม.^2$)	จำนวนจุดที่วัด (จุด)	ความสูงที่วัดจากพื้น (ม.)
8.3 ห้องครัวเครื่องดื่ม	500	104	24	5	0.75
8.4 ห้องเก็บผลไม้	150	72	13	5	0.00
8.5 ห้องเย็นเก็บอาหาร	150	11	5	3	0.00
8.6 ทางเดินระหว่างบริเวณครัว	100	123	37	5	1.50
9. ทางเดินเข้าโรงแรมและโรงอาหาร					
9.1 โรงอาหารพนักงาน	300	63	10	5	0.70
9.2 ทางเดินเข้า	100	63	140	5	1.50
10. ห้องตอกบัตรพนักงาน	500	170	3	3	0.75
11. ห้องเครื่องจักร					
11.1 ห้อง Boiler	150	45	63	10	1.00
11.2 ห้อง Air Conditioner Pump	150	46	10	3	1.00
11.3 ห้อง Pressure Tank	150	34	21	5	1.00
11.4 ห้อง Air Conditioner Equipment	150	36	31	5	1.00
11.5 ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า	30	35	21	5	1.00
12. ห้อง Engineerและช่างประจำอาคาร	500	157	21	5	0.75
12.1 ห้อง Engineer					
12.2 ห้องช่างประจำอาคาร	500	120	16	5	0.75
12.3 ห้องเปลี่ยนเสื้อช่าง	150	47	10	3	0.00
13. ห้องซักรีด					
13.1 ห้องซักรีด	300	91	105	10	0.75
13.2 ทางเดิน	100	65	64	10	1.50
14. Office ชั้น 1					
14.1 ห้อง 101,103,105,107,109,115	500	292	21	5	0.75
14.2 ห้อง 111	500	370	49	10	0.75
14.3 ห้อง 117,119	500	300	27	5	0.75
14.4 ทางเดิน	100	23	64	10	1.50

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่	มาตรฐานความเข้ม (ลักซ์)	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ขนาดพื้นที่ ($ม.^2$)	จำนวนจุดที่วัด (จุด)	ความสูงที่วัดจากพื้น (ม.)
15. KAJA Member Club					
15.1 ห้องเล่นไพ่นกกระจอก	100	214	18	5	0.70
15.2 ห้องเล่นตู้ม้า	100	117	39	10	0.70
15.3 ห้องน้ำ	100	93	3	3	0.00
15.4 Office ของ Member Club	500	85	18	5	0.75
15.5 ทางเดิน	100	117	48	10	1.50
16. ห้อง Locker พนักงาน ชั้น 1	150	98	16	5	0.00
17. นวดแผนโบราณ					
17.1 ห้องนวดธรรมดา	50	17	18	5	0.00
17.2 ห้องนวดมุม	50	16	49	5	0.00
17.3 ห้องน้ำ	100	47	3	3	0.00
17.4 Office แผนกนวดแผนโบราณ	500	142	18	5	0.75
17.5 ทางเดิน	100	20	97	10	1.50
18. ห้องพักชั้น 2,3,4					
18.1 ห้องพักธรรมดา	50	23	18	5	0.55
18.2 ห้องพักมุม	50	21	49	10	0.55
18.3 ห้องน้ำ	100	73	3	3	0.00
19. ห้องพักชั้น 5					
19.1 ห้องพักธรรมดา	50	20	21	5	0.55
19.2 ห้องพักมุม	50	26	64	10	0.55
20. ทางเดินชั้น 2	100	19	140	15	1.50
21. ทางเดินชั้น 3,4	100	14	245	15	1.50
22. ทางเดินชั้น 5	100	18	210	15	1.50
23. ห้องเก็บของประจำชั้น	30	11	14	5	0.00
24. ห้องลิฟต์พนักงานประจำชั้น					
24.1 ห้องทำงาน	150	46	20	5	0.75
24.2 ห้องน้ำ	100	90	0.8	1	0.00
25. บันได					
25.1 ชั้น G-1	150	14	21	5	0.00

สถานที่	มาตรฐานความเข้ม (ลักซ์)	ค่าที่วัดได้ (ลักซ์)	ขนาดพื้นที่ (ม.^{2})	จำนวนจุดที่วัด (จุด)	ความสูงที่วัดจากพื้น (ม.)
25.2 บันไดชั้น 1-2 , 2-3 , 3-4	150	28	21	5	0.00
25.3 บันไดชั้น 4-5	150	15	21	5	0.00
26. บันไดหนีไฟ	150	20	5	3	0.00

4. มอเตอร์ไฟฟ้า

Motor	ขนาด (Hp)	Actual Load (Kw)	V (V)	Ir (A)	Is (A)	It (A)	P.F.
Chiller Pump No.1	30	21.1	390	35.4	36.2	36.1	0.87
Chiller Pump No.2	30	22.8	393	37.7	37.8	38.5	0.88
Condersor Pump No.1	30	21.1	389	34.8	35.1	36.9	0.88
Condersor Pump No.2	30	21.5	390	35.0	35.0	37.4	0.89
Cooling Tower No.1	3	2.0	389	5.0	4.8	4.9	0.60
Cooling Tower No.2	3	1.9	388	4.7	4.7	4.7	0.60
Cooling Tower No.3	3	2.0	388	5.0	4.8	5.0	0.61
Water Pump No.1	10	7.3	390	14.8	14.5	14.5	0.74
Water Pump No.2	1.5	1.1	391	2.6	2.5	2.4	0.65
Water Pump No.3	1.5	1.2	389	2.8	2.8	2.7	0.64
Water Pump No.4	3	2.3	390	5.6	5.6	5.2	0.62

การใช้งานมอเตอร์มีดังนี้

- Chiller Pump สลับกันทำงานระหว่าง No.1 และ No.2 วันละ 1 ตัวๆละ 24 ชั่วโมง
- Condensor Pump สลับกันทำงานระหว่าง No.1 และ No.2 วันละ 1 ตัวๆละ 24 ชั่วโมง
- Cooling Tower ทุกวันเวลา 6.00 - 23.00 น. เปิดใช้งาน 3 ตัว 23.00 - 6.00 น. เปิดใช้งาน 2 ตัว
- Water Pump ที่ใช้กับ Pressure Tank ปกติการใช้งานจะเป็นขั้นตอนดังนี้
    - ขั้นแรก Pump No.2 ทำงานก่อน
    - ขั้นที่ 2 หาก Pump No.2 แรงดันไม่พอ Pump No.3 จะทำงานช่วย Pump No.2
    - ขั้นที่ 3 หาก Pump No.2 และ 3 แรงดันไม่พอ Pump No.4 จะทำงานช่วย Pump No.2,3

- ขั้นที่ 4 หาก Pump No.2 , 3 , 4 แรงดันไม่พอ Pump No.1 จะทำงานและตัดการทำงานของ Pump No. 2 , 3 ,4

นอกจากนี้ยังมีมอเตอร์ขนาดเล็ก ซึ่งมีการใช้งานเป็นเวลาน้อยใน 1 วัน ไม่ได้ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าอีกจำนวนหนึ่งคือ

Motor	ขนาด (Hp)	จำนวน
Feed Pump (Boiler)	2	2
Return Pump (Boiler)	1.5	2
Pump (Swimming Pool)	1	2
Drivo Pump (Swimming Pool)	3/4	1
Drivo Pump (Gutter)	3/4	4
Cooling Coil	1/15	293
Cooling Coil	2	18

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

ตารางการใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงแรมตัวอย่าง

ตารางที่ จ.1 แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามสถานที่ใช้งาน

ตารางที่ จ.2 แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามประเภทและขนาดของหลอดไฟ

ตารางที่ จ.3 แสดงการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์

ตารางที่ จ.4 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Incandescent

ตารางที่ จ.5 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Fluorescent

ตารางที่ จ.6 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Incandescent ในช่วง Peak Time

ตารางที่ จ.7 แสดงเวลาการใช้งานของบัลลาสต์ ในช่วง Peak Time

คำอธิบาย

หมวด

1. Lobby
   - 1.1 Lobby
   - 1.2 ห้องน้ำ Lobby และทางเข้า
2. Botany Coffeeshop
   - 2.1 Coffee Shop
   - 2.2 ทางเข้า
   - 2.3 ห้องน้ำ
   - 2.4 ไฟโชว์
3. Function Room
   - 3.1 ห้องประชุมและจัดเลี้ยง 6 ห้อง
   - 3.2 ทางเดิน
4. Office ชั้น Ground
5. สระว่ายน้ำ
   - 5.1 สระว่ายน้ำ
   - 5.2 ไฟส่องน้ำตก
6. KAJA Pub ชั้น Ground
7. ที่จอดรถด้านหน้าโรงแรม
8. ที่จอดรถด้านข้างโรงแรม
9. ครัวและห้องเก็บอาหาร
   - 9.1 ห้องครัวใหญ่
   - 9.2 ห้องครัวเบเกอรี่
   - 9.3 ห้องเครื่องดื่ม
   - 9.4 ห้องเก็บผลไม้
   - 9.5 ห้องเย็นเก็บอาหาร
   - 9.6 ทางเดินบริเวณระหว่างครัว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. ทางเดินเข้าโรงแรมและโรงอาหารของพนักงาน

10.1 โรงอาหาร 10.2 ทางเดินเข้า

11. ห้องตอกบัตรพนักงาน

12. ไฟประดับและป้ายโฆษณา

12.1 ไฟชายคา 12.2 ไฟโฆษณา

13. ห้อง Boiler & Pump & Pressure Tank & Air Condition Equipment & หม้อแปลงไฟฟ้า

13.1 ภายในห้อง 13.2 ทางเดิน

14. ห้อง Engineer และช่างประจำอาคาร

14.1 ห้อง Engineer 14.2 ห้องช่างประจำอาคาร

15. ห้องซักรีด

15.1 ห้อง Laundry 15.2 ห้องรีดผ้า

15.3 ทางเดิน

16. Office ชั้น 1

16.1 ทางเดิน 16.2 Office

17. KAJA Karaoke & Memberclub ชั้น 1

17.1 ทางเดินและบันได 17.2 ห้อง Karaoke

17.3 ห้องเล่นไพ่นกกระจอกและห้องตู้ม้า 17.4 ห้องน้ำ

17.5 ห้อง Cashier & Store เหล้า & ครัว

18. BUCCANEER Nightclub & Karaoke ชั้น 1

18.1 ทางเดิน 18.2 ห้อง Karaoke

18.3 Nightclub 18.4 ห้องน้ำ

18.5 ห้อง Store เหล้า

19. ห้อง Locker พนักงานชั้น 1

20. นวดแผนโบราณ

20.1 ทางเดิน 20.2 ห้องนวด

20.3 ห้องหมอนวดและห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า 20.4 Office

21. ห้องพักชั้น 2

21.1 ทางเดิน 21.2 ห้องพัก

22. ห้องพักชั้น 3

22.1 ทางเดิน 22.2 ห้องพัก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

23. ห้องพักชั้น 4

23.1 ทางเดิน 23.2 ห้องพัก

24. ห้องพักชั้น 5

24.1 ทางเดิน 24.2 ห้องพัก

25. สวนลอยฟ้า

25.1 ทางขึ้น 25.2 สวน

25.3 ห้องเลี้ยงหมา

26. ห้องหลังเคาน์เตอร์ประจำชั้น

26.1 ชั้น 1 ห้อง Operator 26.2 ชั้น 2 ห้องเก็บของ

26.3 ชั้น 3 ห้องเก็บของ 26.4 ชั้น 4 Office

26.5 ชั้น 5 Office

27. ห้องลิฟต์พนักงานประจำชั้น

28. บันได

28.1 ชั้น G - 1 28.2 ชั้น 1 - 2

28.3 ชั้น 2 - 3 28.4 ชั้น 3 - 4

28.5 ชั้น 4 - 5

29. บันไดหนีไฟ

ประเภทหลอด

C Compact Fluorescent ชนิดบัลลาสต์ภายใน

F Fluorescent

H Halogen

I Incandescent

J จำปา

S Spotlight

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.1 แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามสถานที่ใช้งาน

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
1.1	H	50	0	50	26	7	9,100	30	273,000		
1.1	H	50	0	50	104	17	88,400	30	2,652,000		
1.1	H	50	0	50	12	24	14,400	30	432,000		
1.1	I	60	0	60	2	17	2,040	30	61,200		
1.1	I	60	0	60	8	24	11,520	30	345,600		
1.1	I	25	0	25	6	7	1,050	30	31,500		
1.1	J	25	0	25	14	7	2,450	30	73,500		
1.1	H	50	0	50	2	12	1,200	30	36,000		
1.1	I	60	0	60	25	12	18,000	30	540,000	4,444,800	
1.2	H	50	0	50	5	24	6,000	30	180,000		
1.2	I	60	0	60	1	24	1,440	30	43,200		
1.2	F	36	10	46	2	24	2,208	30	66,240		
1.2	C	9	0	9	6	24	1,296	30	38,880	328,320	4,773,120
2.1	H	50	0	50	5	4	1,000	30	30,000		
2.1	H	50	0	50	16	6.5	5,200	30	156,000		
2.1	H	50	0	50	21	24	25,200	30	756,000		
2.1	I	25	0	25	20	16.5	8,250	30	247,500		
2.1	I	60	0	60	6	14	5,040	30	151,200		
2.1	I	60	0	60	12	6	4,320	30	129,600		
2.1	I	60	0	60	13	18.5	14,430	30	432,900		
2.1	I	60	0	60	13	24	18,720	30	561,600		
2.1	I	60	0	60	35	11.5	24,150	30	724,500	3,189,300	
2.2	H	50	0	50	2	4	400	30	12,000	12,000	
2.3	F	36	10	46	2	24	2,208	30	66,240		
2.3	I	60	0	60	2	24	2,880	30	86,400		
2.3	C	9	0	9	2	24	432	30	12,960	165,600	
2.4	H	50	0	50	11	8	4,400	30	132,000		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
2.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680		
2.4	S	60	0	60	5	8	2,400	30	72,000	253,680	3,620,580
3.1	H	50	0	50	3	8	1,200	15	18,000		
3.1	F	36	10	46	46	8	16,928	15	253,920	271,920	
3.2	F	36	10	46	10	8	3,680	15	55,200	55,200	327,120
4	F	36	10	46	24	10	11,040	22	242,880		
4	F	36	10	46	24	5	5,520	4	22,080	264,960	264,960
5.1	H	50	0	50	25	8	10,000	1	10,000		
5.1	I	60	0	60	17	8	8,160	1	8,160	18,160	
5.2	H	50	0	50	1	24	1,200	30	36,000		
5.2	S	100	0	100	3	24	7,200	30	216,000	252,000	270,160
6	H	50	0	50	46	3	6,900	30	207,000		
6	H	50	0	50	46	6	6,900	30	207,000		
6	H	50	0	50	29	3	4,350	30	130,500		
6	I	40	0	40	5	9	1,800	30	54,000		
6	S	100	0	100	3	15	4,500	30	135,000	733,500	733,500
7	C	9	0	9	3	12	324	30	9,720		
7	S	100	0	100	3	8	2,400	30	72,000		
7	S	100	0	100	3	12	3,600	30	108,000	189,720	189,720
8	F	36	10	46	13	12	7,176	30	215,280	215,280	215,280
9.1	F	36	10	46	9	24	9,936	30	298,080		
9.1	F	36	10	46	8	17.5	6,440	30	193,200	491,280	
9.2	F	18	10	28	3	17.5	1,470	30	44,100		
9.2	F	36	10	46	3	17.5	2,415	30	72,450	116,550	
9.3	F	36	10	46	1	24	1,104	30	33,120		
9.3	F	36	10	46	5	17.5	4,025	30	120,750	153,870	
9.4	F	36	10	46	2	10	920	30	27,600	27,600	
9.5	I	25	0	25	2	24	1,200	30	36,000	36,000	
9.6	F	36	10	46	3	24	3,312	30	99,360	99,360	924,660
10.1	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160		
10.1	F	36	10	46	3	24	3,312	30	99,360	119,520	
10.2	F	18	10	28	4	12	1,344	30	40,320		
10.2	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680	90,000	209,520

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
11	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160	20,160	20,160
12.1	F	36	10	46	10	6	2,760	30	82,800		
12.1	C	9	0	9	10	14	1,260	30	37,800	120,600	
12.2	F	18	10	28	52	8	11,648	30	349,440		
12.2	F	36	10	46	20	8	7,360	30	220,800		
12.2	I	3	0	3	522	8	12,528	30	375,840		
12.2	I	25	0	25	52	6	7,800	30	234,000		
12.2	I	25	0	25	52	8	10,400	30	312,000		
12.2	S	500	0	500	6	8	24,000	30	720,000		
12.2	S	1000	0	1000	4	8	32,000	30	960,000	3,172,080	3,292,680
13.1	F	36	10	46	14	24	15,456	30	463,680	463,680	
13.2	F	36	10	46	5	18	4,140	30	124,200	124,200	587,880
14.1	F	36	10	46	4	24	4,416	30	132,480	132,480	
14.2	F	36	10	46	3	16	2,208	30	66,240	66,240	198,720
15.1	F	18	10	28	1	17	476	30	14,280		
15.1	F	36	10	46	16	17	12,512	30	375,360	389,640	
15.2	F	36	10	46	7	11	3,542	30	106,260	106,260	
15.3	F	36	10	46	4	17	3,128	30	93,840	93,840	589,740
16.1	F	18	10	28	1	12	336	30	10,080		
16.1	C	9	0	9	5	12	540	30	16,200	26,280	
16.2	F	36	10	46	41	10	18,860	22	414,920		
16.2	F	36	10	46	41	5	9,430	4	37,720	452,640	
16.3	F	36	10	46	6	2	552	30	16,560	16,560	495,480
17.1	H	50	0	50	6	24	7,200	30	216,000		
17.1	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400	230,400	
17.2	H	50	0	50	46	3	6,900	30	207,000		
17.2	H	50	0	50	46	6	6,900	30	207,000		
17.2	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400	428,400	
17.3	F	36	10	46	7	8	2,576	15	38,640		
17.3	I	60	0	60	3	8	1,440	15	21,600	60,240	
17.4	H	50	0	50	11	9	4,950	30	148,500	148,500	
17.5	F	18	10	28	1	9	252	30	7,560		
17.5	F	36	10	46	7	9	2,898	30	86,940	94,500	962,040

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
18.1	H	50	0	50	18	9	8,100	30	243,000		
18.1	I	60	0	60	2	9	1,080	30	32,400	275,400	
18.2	H	50	0	50	77	3	11,550	30	346,500		
18.2	H	50	0	50	77	6	11,550	30	346,500		
18.2	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160		
18.2	I	40	0	40	25	9	9,000	30	270,000	983,160	
18.3	H	50	0	50	15	7	5,250	30	157,500		
18.3	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400		
18.3	F	10	10	20	2	14	560	30	16,800		
18.3	I	3	0	3	3	7	63	30	1,890		
18.3	I	25	0	25	20	7	3,500	30	105,000		
18.3	I	60	0	60	21	7	8,820	30	264,600		
18.3	I	100	0	100	6	7	4,200	30	126,000		
18.3	S	100	0	100	3	17	5,100	30	153,000		
18.3	I	20	0	20	3	7	420	30	12,600		
18.3	J	5	0	5	4	17	340	30	10,200		
18.3	J	25	0	25	17	7	2,975	30	89,250	951,240	
18.4	H	50	0	50	8	9	3,600	30	108,000		
18.4	F	36	10	46	8	9	3,312	30	99,360		
18.4	I	60	0	60	3	9	1,620	30	48,600	255,960	
18.5	F	18	10	28	1	9	252	30	7,560	7,560	2,473,320
19	F	36	10	46	8	7	2,576	30	77,280	77,280	77,280
20.1	F	18	10	28	1	14	392	30	11,760		
20.1	C	9	0	9	7	14	882	30	26,460	38,220	
20.2	F	18	10	28	5	2	280	30	8,400		
20.2	F	36	10	46	19	2	1,748	30	52,440		
20.2	I	25	0	25	66	2	3,300	30	99,000		
20.2	C	9	0	9	2	2	36	30	1,080	160,920	
20.3	F	18	10	28	3	12	1,008	30	30,240		
20.3	F	36	10	46	24	12	13,248	30	397,440		
20.3	F	40	10	50	6	12	3,600	30	108,000		
20.3	I	25	0	25	1	12	300	30	9,000		
20.3	C	9	0	9	3	12	324	30	9,720	554,400	

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
20.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680		
20.4	I	25	0	25	1	12	300	30	9,000	58,680	812,220
21.1	F	18	10	28	4	24	2,688	30	80,640		
21.1	C	9	0	9	11	24	2,376	30	71,280		
21.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000	169,920	
21.2	F	18	10	28	4	6	672	14	9,408		
21.2	F	36	10	46	29	6	8,004	14	112,056		
21.2	I	25	0	25	84	6	12,600	14	176,400		
21.2	I	40	0	40	9	6	2,160	14	30,240		
21.2	I	60	0	60	28	6	10,080	14	141,120	469,224	639,144
22.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
22.1	C	9	0	9	17	24	3,672	30	110,160		
22.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000	249,120	
22.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	18,816		
22.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	200,928		
22.2	I	25	0	25	150	6	22,500	14	315,000		
22.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480		
22.2	I	60	0	60	50	6	18,000	14	252,000	847,224	1,096,344
23.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
23.1	C	9	0	9	17	24	3,672	30	110,160		
23.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000	249,120	
23.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	18,816		
23.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	200,928		
23.2	I	25	0	25	150	6	22,500	14	315,000		
23.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480		
23.2	I	60	0	60	50	6	18,000	14	252,000	847,224	1,096,344
24.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
24.1	C	9	0	9	29	24	6,264	30	187,920		
24.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000	326,880	
24.2	F	18	10	28	41	6	6,888	14	96,432		
24.2	F	36	10	46	36	6	9,936	14	139,104		
24.2	I	25	0	25	37	6	5,550	14	77,700		
24.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
24.2	I	60	0	60	33	6	11,880	14	166,320	540,036	866,916
25.1	F	32	10	42	1	2	84	30	2,520		
25.1	F	36	10	46	1	2	92	30	2,760		
25.1	I	25	0	25	4	2	200	30	6,000	11,280	
25.2	I	60	0	60	1	2	120	30	3,600		
25.2	C	9	0	9	19	2	342	30	10,260	13,860	
25.3	F	36	10	46	2	1	92	30	2,760	2,760	27,900
26.1	F	18	10	28	2	10	560	22	12,320		
26.1	F	18	10	28	2	5	280	4	1,120		
26.1	F	36	10	46	1	10	460	22	10,120		
26.1	F	36	10	46	1	5	230	4	920	24,480	
26.2	F	18	10	28	1	0.5	14	30	420	420	
26.3	F	36	10	46	1	0.5	23	30	690	690	
26.4	F	36	10	46	3	10	1,380	22	30,360		
26.4	F	36	10	46	3	5	690	4	2,760	33,120	
26.5	F	36	10	46	3	10	1,380	22	30,360		
26.5	F	36	10	46	3	5	690	4	2,760	33,120	91,830
27	F	18	10	28	15	8.5	3,570	30	107,100		
27	F	36	10	46	5	8.5	1,955	30	58,650	165,750	165,750
28.1	H	50	0	50	2	15	1,500	30	45,000		
28.1	I	60	0	60	1	9	540	30	16,200	61,200	
28.2	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750	6,750	
28.3	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750	6,750	
28.4	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750	6,750	
28.5	I	25	0	25	2	17	850	30	25,500		
28.5	I	25	0	25	1	24	600	30	18,000	43,500	124,950
29	C	9	0	9	10	12	1,080	30	32,400	32,400	32,400
			รวม		3,066				25,179,718	25,179,718	25,179,718

ตารางที่ จ.2 แสดงการใช้งานของหลอดไฟแยกตามประเภทและขนาดของหลอดไฟ

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
1.2	C	9	0	9	6	24	1,296	30	38,880		
2.3	C	9	0	9	2	24	432	30	12,960		
7	C	9	0	9	3	12	324	30	9,720		
12.1	C	9	0	9	10	14	1,260	30	37,800		
16.1	C	9	0	9	5	12	540	30	16,200		
20.1	C	9	0	9	7	14	882	30	26,460		
20.2	C	9	0	9	2	2	36	30	1,080		
20.3	C	9	0	9	3	12	324	30	9,720		
21.1	C	9	0	9	11	24	2,376	30	71,280		
22.1	C	9	0	9	17	24	3,672	30	110,160		
23.1	C	9	0	9	17	24	3,672	30	110,160		
24.1	C	9	0	9	29	24	6,264	30	187,920		
25.2	C	9	0	9	19	2	342	30	10,260		
29	C	9	0	9	10	12	1,080	30	32,400	675,000	675,000
17.1	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400		
17.2	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400		
18.3	F	10	10	20	1	24	480	30	14,400		
18.3	F	10	10	20	2	14	560	30	16,800	60,000	
9.2	F	18	10	28	3	17.5	1,470	30	44,100		
10.1	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160		
10.2	F	18	10	28	4	12	1,344	30	40,320		
4	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160		
12.2	F	18	10	28	52	8	11,648	30	349,440		
15.1	F	18	10	28	1	17	476	30	14,280		
16.1	F	18	10	28	1	12	336	30	10,080		
17.5	F	18	10	28	1	9	252	30	7,560		
18.2	F	18	10	28	1	24	672	30	20,160		
18.5	F	18	10	28	1	9	252	30	7,560		
20.1	F	18	10	28	1	14	392	30	11,760		
20.2	F	18	10	28	5	2	280	30	8,400		
20.3	F	18	10	28	3	12	1,008	30	30,240		
21.1	F	18	10	28	4	24	2,688	30	80,640		
21.2	F	18	10	28	4	6	672	14	9,408		
22.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
22.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	18,816		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
23.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
23.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	18,816		
24.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	120,960		
24.2	F	18	10	28	41	6	6,888	14	96,432		
26.1	F	18	10	28	2	10	560	22	12,320		
26.1	F	18	10	28	2	5	280	4	1,120		
26.2	F	18	10	28	1	0.5	14	30	420		
27	F	18	10	28	15	8.5	3,570	30	107,100	1,292,172	
25.1	F	32	10	42	1	2	84	30	2,520	2,520	
1.2	F	36	10	46	2	24	2,208	30	66,240		
2.3	F	36	10	46	2	24	2,208	30	66,240		
2.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680		
3.1	F	36	10	46	46	8	16,928	15	253,920		
3.2	F	36	10	46	10	8	3,680	15	55,200		
4	F	36	10	46	24	10	11,040	22	242,880		
4	F	36	10	46	24	5	5,520	4	22,080		
8	F	36	10	46	13	12	7,176	30	215,280		
9.1	F	36	10	46	9	24	9,936	30	298,080		
9.1	F	36	10	46	8	17.5	6,440	30	193,200		
9.2	F	36	10	46	3	17.5	2,415	30	72,450		
9.3	F	36	10	46	1	24	1,104	30	33,120		
9.3	F	36	10	46	5	17.5	4,025	30	120,750		
9.4	F	36	10	46	2	10	920	30	27,600		
9.6	F	36	10	46	3	24	3,312	30	99,360		
10.1	F	36	10	46	3	24	3,312	30	99,360		
10.2	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680		
12.1	F	36	10	46	10	6	2,760	30	82,800		
12.2	F	36	10	46	20	8	7,360	30	220,800		
13.1	F	36	10	46	14	24	15,456	30	463,680		
13.2	F	36	10	46	5	18	4,140	30	124,200		
14.1	F	36	10	46	4	24	4,416	30	132,480		
14.2	F	36	10	46	3	16	2,208	30	66,240		
15.1	F	36	10	46	16	17	12,512	30	375,360		
15.2	F	36	10	46	7	11	3,542	30	106,260		
15.3	F	36	10	46	4	17	3,128	30	93,840		
16.2	F	36	10	46	41	10	18,860	22	414,920		
16.2	F	36	10	46	41	5	9,430	4	37,720		
16.3	F	36	10	46	6	2	552	30	16,560		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
17.3	F	36	10	46	7	8	2,576	15	38,640		
17.5	F	36	10	46	7	9	2,898	30	86,940		
18.4	F	36	10	46	8	9	3,312	30	99,360		
19	F	36	10	46	8	7	2,576	30	77,280		
20.2	F	36	10	46	19	2	1,748	30	52,440		
20.3	F	36	10	46	24	12	13,248	30	397,440		
20.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	49,680		
21.2	F	36	10	46	29	6	8,004	14	112,056		
22.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	200,928		
23.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	200,928		
24.2	F	36	10	46	36	6	9,936	14	139,104		
25.1	F	36	10	46	1	2	92	30	2,760		
25.3	F	36	10	46	2	1	92	30	2,760		
26.1	F	36	10	46	1	10	460	22	10,120		
26.1	F	36	10	46	1	5	230	4	920		
26.3	F	36	10	46	1	0.5	23	30	690		
26.4	F	36	10	46	3	10	1,380	22	30,360		
26.4	F	36	10	46	3	5	690	4	2,760		
26.5	F	36	10	46	3	10	1,380	22	30,360		
26.5	F	36	10	46	3	5	690	4	2,760		
27	F	36	10	46	5	8.5	1,955	30	58,650	5,696,916	
20.3	F	40	10	50	6	12	3,600	30	108,000	108,000	7,159,608
6	H	50	0	50	46	6	6,900	30	207,000		
17.2	H	50	0	50	46	6	6,900	30	207,000		
18.2	H	50	0	50	77	6	11,550	30	346,500		
1.1	H	50	0	50	26	7	9,100	30	273,000		
1.1	H	50	0	50	104	17	88,400	30	2,652,000		
1.1	H	50	0	50	12	24	14,400	30	432,000		
1.1	H	50	0	50	2	12	1,200	30	36,000		
1.2	H	50	0	50	5	24	6,000	30	180,000		
2.1	H	50	0	50	5	4	1,000	30	30,000		
2.1	H	50	0	50	16	6.5	5,200	30	156,000		
2.1	H	50	0	50	21	24	25,200	30	756,000		
2.2	H	50	0	50	2	4	400	30	12,000		
2.4	H	50	0	50	11	8	4,400	30	132,000		
3.1	H	50	0	50	3	8	1,200	15	18,000		
5.1	H	50	0	50	25	8	10,000	1	10,000		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
5.2	H	50	0	50	1	24	1,200	30	36,000		
6	H	50	0	50	46	3	6,900	30	207,000		
6	H	50	0	50	29	3	4,350	30	130,500		
17.1	H	50	0	50	6	24	7,200	30	216,000		
17.2	H	50	0	50	46	3	6,900	30	207,000		
17.4	H	50	0	50	11	9	4,950	30	148,500		
18.1	H	50	0	50	18	9	8,100	30	243,000		
18.2	H	50	0	50	77	3	11,550	30	346,500		
18.3	H	50	0	50	15	7	5,250	30	157,500		
18.4	H	50	0	50	8	9	3,600	30	108,000		
28.1	H	50	0	50	2	15	1,500	30	45,000	7,292,500	7,292,500
12.2	I	3	0	3	522	8	12,528	30	375,840		
18.3	I	3	0	3	3	7	63	30	1,890	377,730	
18.3	I	20	0	20	3	7	420	30	12,600	12,600	
1.1	I	25	0	25	6	7	1,050	30	31,500		
2.1	I	25	0	25	20	16.5	8,250	30	247,500		
9.5	I	25	0	25	2	24	1,200	30	36,000		
12.2	I	25	0	25	52	6	7,800	30	234,000		
12.2	I	25	0	25	52	8	10,400	30	312,000		
18.3	I	25	0	25	20	7	3,500	30	105,000		
20.2	I	25	0	25	66	2	3,300	30	99,000		
20.3	I	25	0	25	1	12	300	30	9,000		
20.4	I	25	0	25	1	12	300	30	9,000		
21.2	I	25	0	25	84	6	12,600	14	176,400		
22.2	I	25	0	25	150	6	22,500	14	315,000		
23.2	I	25	0	25	150	6	22,500	14	315,000		
24.2	I	25	0	25	37	6	5,550	14	77,700		
25.1	I	25	0	25	4	2	200	30	6,000		
28.2	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750		
28.3	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750		
28.4	I	25	0	25	1	9	225	30	6,750		
28.5	I	25	0	25	2	17	850	30	25,500		
28.5	I	25	0	25	1	24	600	30	18,000	2,036,850	
6	I	40	0	40	5	9	1,800	30	54,000		
18.2	I	40	0	40	25	9	9,000	30	270,000		
21.2	I	40	0	40	9	6	2,160	14	30,240		
22.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
23.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480		
24.2	I	40	0	40	18	6	4,320	14	60,480	535,680	
1.1	I	60	0	60	2	17	2,040	30	61,200		
1.1	I	60	0	60	8	24	11,520	30	345,600		
1.1	I	60	0	60	25	12	18,000	30	540,000		
1.2	I	60	0	60	1	24	1,440	30	43,200		
2.1	I	60	0	60	6	14	5,040	30	151,200		
2.1	I	60	0	60	12	6	4,320	30	129,600		
2.1	I	60	0	60	13	18.5	14,430	30	432,900		
2.1	I	60	0	60	13	24	18,720	30	561,600		
2.1	I	60	0	60	35	11.5	24,150	30	724,500		
2.3	I	60	0	60	2	24	2,880	30	86,400		
5.1	I	60	0	60	17	8	8,160	1	8,160		
17.3	I	60	0	60	3	8	1,440	15	21,600		
18.1	I	60	0	60	2	9	1,080	30	32,400		
18.3	I	60	0	60	21	7	8,820	30	264,600		
18.4	I	60	0	60	3	9	1,620	30	48,600		
21.2	I	60	0	60	28	6	10,080	14	141,120		
22.2	I	60	0	60	50	6	18,000	14	252,000		
23.2	I	60	0	60	50	6	18,000	14	252,000		
24.2	I	60	0	60	33	6	11,880	14	166,320		
25.2	I	60	0	60	1	2	120	30	3,600		
28.1	I	60	0	60	1	9	540	30	16,200	4,282,800	
18.3	I	100	0	100	6	7	4,200	30	126,000	126,000	7,371,660
18.3	J	5	0	5	4	17	340	30	10,200	10,200	
1.1	J	25	0	25	14	7	2,450	30	73,500		
18.3	J	25	0	25	17	7	2,975	30	89,250		
21.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000		
22.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000		
23.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000		
24.1	J	25	0	25	1	24	600	30	18,000	234,750	244,950
2.4	S	60	0	60	5	8	2,400	30	72,000	72,000	
5.2	S	100	0	100	3	24	7,200	30	216,000		
6	S	100	0	100	3	15	4,500	30	135,000		
7	S	100	0	100	3	8	2,400	30	72,000		
7	S	100	0	100	3	12	3,600	30	108,000		
18.3	S	100	0	100	3	17	5,100	30	153,000	684,000	

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละส่วนย่อย (Watt/ด.)	ใช้ไฟแต่ละส่วน (Watt/ด.)
12.2	S	500	0	500	6	8	24,000	30	720,000	720,000	
12.2	S	1000	0	1000	4	8	32,000	30	960,000	960,000	2,436,000
			รวม		3,066				25,179,718	25,179,718	25,179,718

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.3 แสดงการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	ชม.ใช้งานต่อเดือน	ใช้งาน Watt/ด.	Loss Watt/ด.	รวม Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละขนาด (Watt/ด.)
17.1	F	10	10	20	1	24	480	30	720	7,200	7,200	14,400	
17.2	F	10	10	20	1	24	480	30	720	7,200	7,200	14,400	
18.3	F	10	10	20	1	24	480	30	720	7,200	7,200	14,400	
18.3	F	10	10	20	2	14	560	30	840	8,400	8,400	16,800	60,000
9.2	F	18	10	28	3	17.5	1,470	30	1575	28,350	15,750	44,100	
10.1	F	18	10	28	1	24	672	30	720	12,960	7,200	20,160	
10.2	F	18	10	28	4	12	1,344	30	1440	25,920	14,400	40,320	
11	F	18	10	28	1	24	672	30	720	12,960	7,200	20,160	
12.2	F	18	10	28	52	8	11,648	30	12480	224,640	124,800	349,440	
15.1	F	18	10	28	1	17	476	30	510	9,180	5,100	14,280	
16.1	F	18	10	28	1	12	336	30	360	6,480	3,600	10,080	
17.5	F	18	10	28	1	9	252	30	270	4,860	2,700	7,560	
18.2	F	18	10	28	1	24	672	30	720	12,960	7,200	20,160	
18.5	F	18	10	28	1	9	252	30	270	4,860	2,700	7,560	
20.1	F	18	10	28	1	14	392	30	420	7,560	4,200	11,760	
20.2	F	18	10	28	5	2	280	30	300	5,400	3,000	8,400	
20.3	F	18	10	28	3	12	1,008	30	1080	19,440	10,800	30,240	
21.1	F	18	10	28	4	24	2,688	30	2880	51,840	28,800	80,640	
21.2	F	18	10	28	4	6	672	14	336	6,048	3,360	9,408	
22.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	4320	77,760	43,200	120,960	
22.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	672	12,096	6,720	18,816	
23.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	4320	77,760	43,200	120,960	
23.2	F	18	10	28	8	6	1,344	14	672	12,096	6,720	18,816	
24.1	F	18	10	28	6	24	4,032	30	4320	77,760	43,200	120,960	
24.2	F	18	10	28	41	6	6,888	14	3444	61,992	34,440	96,432	
26.1	F	18	10	28	2	10	560	22	440	7,920	4,400	12,320	
26.1	F	18	10	28	2	5	280	4	40	720	400	1,120	
26.2	F	18	10	28	1	0.5	14	30	15	270	150	420	
27	F	18	10	28	15	8.5	3,570	30	3825	68,850	38,250	107,100	1,292,172
25.1	F	32	10	42	1	2	84	30	60	1,920	600	2,520	2,520

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	จน.ใช้งานต่อเดือน	ใช้งาน Watt/ด.	Loss Watt/ด.	รวม Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละขนาด (Watt/ด.)
1.2	F	36	10	46	2	24	2,208	30	1440	51,840	14,400	66,240	
2.3	F	36	10	46	2	24	2,208	30	1440	51,840	14,400	66,240	
2.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	1080	38,880	10,800	49,680	
3.1	F	36	10	46	46	8	16,928	15	5520	198,720	55,200	253,920	
3.2	F	36	10	46	10	8	3,680	15	1200	43,200	12,000	55,200	
4	F	36	10	46	24	10	11,040	22	5280	190,080	52,800	242,880	
4	F	36	10	46	24	5	5,520	4	480	17,280	4,800	22,080	
8	F	36	10	46	13	12	7,176	30	4680	168,480	46,800	215,280	
9.1	F	36	10	46	9	24	9,936	30	6480	233,280	64,800	298,080	
9.1	F	36	10	46	8	17.5	6,440	30	4200	151,200	42,000	193,200	
9.2	F	36	10	46	3	17.5	2,415	30	1575	56,700	15,750	72,450	
9.3	F	36	10	46	1	24	1,104	30	720	25,920	7,200	33,120	
9.3	F	36	10	46	5	17.5	4,025	30	2625	94,500	26,250	120,750	
9.4	F	36	10	46	2	10	920	30	600	21,600	6,000	27,600	
9.6	F	36	10	46	3	24	3,312	30	2160	77,760	21,600	99,360	
10.1	F	36	10	46	3	24	3,312	30	2160	77,760	21,600	99,360	
10.2	F	36	10	46	3	12	1,656	30	1080	38,880	10,800	49,680	
12.1	F	36	10	46	10	6	2,760	30	1800	64,800	18,000	82,800	
12.2	F	36	10	46	20	8	7,360	30	4800	172,800	48,000	220,800	
13.1	F	36	10	46	14	24	15,456	30	10080	362,880	100,800	463,680	
13.2	F	36	10	46	5	18	4,140	30	2700	97,200	27,000	124,200	
14.1	F	36	10	46	4	24	4,416	30	2880	103,680	28,800	132,480	
14.2	F	36	10	46	3	16	2,208	30	1440	51,840	14,400	66,240	
15.1	F	36	10	46	16	17	12,512	30	8160	293,760	81,600	375,360	
15.2	F	36	10	46	7	11	3,542	30	2310	83,160	23,100	106,260	
15.3	F	36	10	46	4	17	3,128	30	2040	73,440	20,400	93,840	
16.2	F	36	10	46	41	10	18,860	22	9020	324,720	90,200	414,920	
16.2	F	36	10	46	41	5	9,430	4	820	29,520	8,200	37,720	
16.3	F	36	10	46	6	2	552	30	360	12,960	3,600	16,560	
17.3	F	36	10	46	7	8	2,576	15	840	30,240	8,400	38,640	
17.5	F	36	10	46	7	9	2,898	30	1890	68,040	18,900	86,940	
18.4	F	36	10	46	8	9	3,312	30	2160	77,760	21,600	99,360	

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	Watt/วัน	จน.วันใช้งาน	ชม.ใช้งานต่อเดือน	ใช้งาน Watt/ด.	Loss Watt/ด.	รวม Watt/ด.	ใช้ไฟแต่ละขนาด (Watt/ด.)
19	F	36	10	46	8	7	2,576	30	1680	60,480	16,800	77,280	
20.2	F	36	10	46	19	2	1,748	30	1140	41,040	11,400	52,440	
20.3	F	36	10	46	24	12	13,248	30	8640	311,040	86,400	397,440	
20.4	F	36	10	46	3	12	1,656	30	1080	38,880	10,800	49,680	
21.2	F	36	10	46	29	6	8,004	14	2436	87,696	24,360	112,056	
22.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	4368	157,248	43,680	200,928	
23.2	F	36	10	46	52	6	14,352	14	4368	157,248	43,680	200,928	
24.2	F	36	10	46	36	6	9,936	14	3024	108,864	30,240	139,104	
25.1	F	36	10	46	1	2	92	30	60	2,160	600	2,760	
25.3	F	36	10	46	2	1	92	30	60	2,160	600	2,760	
26.1	F	36	10	46	1	10	460	22	220	7,920	2,200	10,120	
26.1	F	36	10	46	1	5	230	4	20	720	200	920	
26.3	F	36	10	46	1	0.5	23	30	15	540	150	690	
26.4	F	36	10	46	3	10	1,380	22	660	23,760	6,600	30,360	
26.4	F	36	10	46	3	5	690	4	60	2,160	600	2,760	
26.5	F	36	10	46	3	10	1,380	22	660	23,760	6,600	30,360	
26.5	F	36	10	46	3	5	690	4	60	2,160	600	2,760	
27	F	36	10	46	5	8.5	1,955	30	1275	45,900	12,750	58,650	5,696,916
20.3	F	40	10	50	6	12	3,600	30	2160	86,400	21,600	108,000	108,000
					790				175,215	5,407,458	1,752,150	7,159,608	7,159,608

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.4 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Incandescent

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	รวมชั่วโมงใช้งาน/วัน	จน.วันใช้งาน/เดือน	ชั่วโมงใช้งาน/เดือน	ชั่วโมงใช้งานแต่ละขนาด/เดือน
12.2	I	3	0	3	522	8	4,176	30	125,280	
18.3	I	3	0	3	3	7	21	30	630	125,910
18.3	I	20	0	20	3	7	21	30	630	630
1.1	I	25	0	25	6	7	42	30	1,260	
2.1	I	25	0	25	20	16.5	330	30	9,900	
9.5	I	25	0	25	2	24	48	30	1,440	
12.2	I	25	0	25	52	6	312	30	9,360	
12.2	I	25	0	25	52	8	416	30	12,480	
18.3	I	25	0	25	20	7	140	30	4,200	
20.2	I	25	0	25	66	2	132	30	3,960	
20.3	I	25	0	25	1	12	12	30	360	
20.4	I	25	0	25	1	12	12	30	360	
21.2	I	25	0	25	84	6	504	14	7,056	
22.2	I	25	0	25	150	6	900	14	12,600	
23.2	I	25	0	25	150	6	900	14	12,600	
24.2	I	25	0	25	37	6	222	14	3,108	
25.1	I	25	0	25	4	2	8	30	240	
28.2	I	25	0	25	1	9	9	30	270	
28.3	I	25	0	25	1	9	9	30	270	
28.4	I	25	0	25	1	9	9	30	270	
28.5	I	25	0	25	2	17	34	30	1,020	
28.5	I	25	0	25	1	24	24	30	720	81,474
6	I	40	0	40	5	9	45	30	1,350	
18.2	I	40	0	40	25	9	225	30	6,750	
21.2	I	40	0	40	9	6	54	14	756	
22.2	I	40	0	40	18	6	108	14	1,512	
23.2	I	40	0	40	18	6	108	14	1,512	
24.2	I	40	0	40	18	6	108	14	1,512	13,392
1.1	I	60	0	60	2	17	34	30	1,020	
1.1	I	60	0	60	8	24	192	30	5,760	

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน (ดวง)	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	รวมชั่วโมงใช้งาน/วัน	จน.วันใช้งาน/เดือน	ชั่วโมงใช้งาน/เดือน	ชั่วโมงใช้งานแต่ละขนาด/เดือน
1.1	I	60	0	60	25	12	300	30	9,000	
1.2	I	60	0	60	1	24	24	30	720	
2.1	I	60	0	60	6	14	84	30	2,520	
2.1	I	60	0	60	12	6	72	30	2,160	
2.1	I	60	0	60	13	18.5	241	30	7,230	
2.1	I	60	0	60	13	24	312	30	9,360	
2.1	I	60	0	60	35	11.5	403	30	12,090	
2.3	I	60	0	60	2	24	48	30	1,440	
5.1	I	60	0	60	17	8	136	1	136	
17.3	I	60	0	60	3	8	24	15	360	
18.1	I	60	0	60	2	9	18	30	540	
18.3	I	60	0	60	21	7	147	30	4,410	
18.4	I	60	0	60	3	9	27	30	810	
21.2	I	60	0	60	28	6	168	14	2,352	
22.2	I	60	0	60	50	6	300	14	4,200	
23.2	I	60	0	60	50	6	300	14	4,200	
24.2	I	60	0	60	33	6	198	14	2,772	
25.2	I	60	0	60	1	2	2	30	60	
28.1	I	60	0	60	1	9	9	30	270	71,380
18.3	I	100	0	100	6	7	42	30	1,260	1260
					1,604				294,046	294,046

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.5 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Fluorescent

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	จน.วันใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/ปี
17.1	F	10	10	20	1	24	30	720		
17.2	F	10	10	20	1	24	30	720		
18.3	F	10	10	20	1	24	30	720		
18.3	F	10	10	20	2	14	30	840	3,000	36,000
9.2	F	18	10	28	3	17.5	30	1,575		
10.1	F	18	10	28	1	24	30	720		
10.2	F	18	10	28	4	12	30	1,440		
11	F	18	10	28	1	24	30	720		
12.2	F	18	10	28	52	8	30	12,480		
15.1	F	18	10	28	1	17	30	510		
16.1	F	18	10	28	1	12	30	360		
17.5	F	18	10	28	1	9	30	270		
18.2	F	18	10	28	1	24	30	720		
18.5	F	18	10	28	1	9	30	270		
20.1	F	18	10	28	1	14	30	420		
20.2	F	18	10	28	5	2	30	300		
20.3	F	18	10	28	3	12	30	1,080		
21.1	F	18	10	28	4	24	30	2,880		
21.2	F	18	10	28	4	6	14	336		
22.1	F	18	10	28	6	24	30	4,320		
22.2	F	18	10	28	8	6	14	672		
23.1	F	18	10	28	6	24	30	4,320		
23.2	F	18	10	28	8	6	14	672		
24.1	F	18	10	28	6	24	30	4,320		
24.2	F	18	10	28	41	6	14	3,444		
26.1	F	18	10	28	2	10	22	440		
26.1	F	18	10	28	2	5	4	40		
26.2	F	18	10	28	1	0.5	30	15		
27	F	18	10	28	15	8.5	30	3,825	46,149	553,788
25.1	F	32	10	42	1	2	30	60	60	720
1.2	F	36	10	46	2	24	30	1,440		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	จน.วันใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/ปี
2.3	F	36	10	46	2	24	30	1,440		
2.4	F	36	10	46	3	12	30	1,080		
3.1	F	36	10	46	46	8	15	5,520		
3.2	F	36	10	46	10	8	15	1,200		
4	F	36	10	46	24	10	22	5,280		
4	F	36	10	46	24	5	4	480		
8	F	36	10	46	13	12	30	4,680		
9.1	F	36	10	46	9	24	30	6,480		
9.1	F	36	10	46	8	17.5	30	4,200		
9.2	F	36	10	46	3	17.5	30	1,575		
9.3	F	36	10	46	1	24	30	720		
9.3	F	36	10	46	5	17.5	30	2,625		
9.4	F	36	10	46	2	10	30	600		
9.6	F	36	10	46	3	24	30	2,160		
10.1	F	36	10	46	3	24	30	2,160		
10.2	F	36	10	46	3	12	30	1,080		
12.1	F	36	10	46	10	6	30	1,800		
12.2	F	36	10	46	20	8	30	4,800		
13.1	F	36	10	46	14	24	30	10,080		
13.2	F	36	10	46	5	18	30	2,700		
14.1	F	36	10	46	4	24	30	2,880		
14.2	F	36	10	46	3	16	30	1,440		
15.1	F	36	10	46	16	17	30	8,160		
15.2	F	36	10	46	7	11	30	2,310		
15.3	F	36	10	46	4	17	30	2,040		
16.2	F	36	10	46	41	10	22	9,020		
16.2	F	36	10	46	41	5	4	820		
16.3	F	36	10	46	6	2	30	360		
17.3	F	36	10	46	7	8	15	840		
17.5	F	36	10	46	7	9	30	1,890		
18.4	F	36	10	46	8	9	30	2,160		
19	F	36	10	46	8	7	30	1,680		
20.2	F	36	10	46	19	2	30	1,140		
20.3	F	36	10	46	24	12	30	8,640		

หมวด	ประเภทหลอด	ขนาด (Watt)	Ballast Loss	รวม (Watt)	จำนวน	ชั่วโมงใช้งาน/วัน	จน.วันใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งาน/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/เดือน	ชม.ใช้งานขนาด/ปี
20.4	F	36	10	46	3	12	30	1,080		
21.2	F	36	10	46	29	6	14	2,436		
22.2	F	36	10	46	52	6	14	4,368		
23.2	F	36	10	46	52	6	14	4,368		
24.2	F	36	10	46	36	6	14	3,024		
25.1	F	36	10	46	1	2	30	60		
25.3	F	36	10	46	2	1	30	60		
26.1	F	36	10	46	1	10	22	220		
26.1	F	36	10	46	1	5	4	20		
26.3	F	36	10	46	1	0.5	30	15		
26.4	F	36	10	46	3	10	22	660		
26.4	F	36	10	46	3	5	4	60		
26.5	F	36	10	46	3	10	22	660		
26.5	F	36	10	46	3	5	4	60		
27	F	36	10	46	5	8.5	30	1,275	123,8466	1,486,152
20.3	F	40	10	50	6	12	30	2,160	2,160	25,920
			รวม		790			175,215	175,215	2,102,580

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.6 แสดงเวลาการใช้งานของหลอด Incandescent ในช่วง Peak Time

หมวด	หลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวน (ดวง)	เวลาใช้งาน	เมื่อใช้หลอด I ต้องการกำลังไฟ (วัตต์)			เมื่อใช้หลอด C ต้องการกำลังไฟ (วัตต์)		
					18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.	18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.
2.1	I	25	20	18.30-21.30 น.	500	500	500	180	180	180
9.5	I	25	2	18.30-21.30 น.	50	50	50	18	18	18
12.2	I	25	104	18.30-21.30 น.	2,600	2,600	2,600	936	936	936
18.3	I	25	20	20.00-21.30 น.	0	250	500	0	90	180
20.2	I	25	66	19.00-21.00 น.	825	1,650	825	297	594	297
20.3	I	25	1	18.30-21.30 น.	25	25	25	9	9	9
20.4	I	25	1	18.30-21.30 น.	25	25	25	9	9	9
21.2	I	25	16	18.30-21.30 น.	400	400	400	144	144	144
22.2	I	25	22	18.30-21.30 น.	550	550	550	198	198	198
23.2	I	25	22	18.30-21.30 น.	550	550	550	198	198	198
24.2	I	25	22	18.30-21.30 น.	550	550	550	198	198	198
25.1	I	25	4	18.30-20.00 น.	100	50	0	36	36	36
28.2	I	25	1	21.00-21.30 น.	0	0	13	0	0	5
28.3	I	25	1	21.00-21.30 น.	0	0	13	0	0	5
28.4	I	25	1	21.00-21.30 น.	0	0	13	0	0	5
28.5	I	25	3	18.30-21.30 น.	75	75	75	27	27	27
6	I	40	5	18.30-21.30 น.	200	200	200	45	45	45
18.2	I	40	25	18.30-21.30 น.	1,000	1,000	1,000	225	225	225
21.2	I	40	16	18.30-21.30 น.	640	640	640	144	144	144
22.2	I	40	22	18.30-21.30 น.	880	880	880	198	198	198
23.2	I	40	22	18.30-21.30 น.	880	880	880	198	198	198
24.2	I	40	22	18.30-21.30 น.	880	880	880	198	198	198
2.1	I	60	79	18.30-21.30 น.	4,740	4,740	4,740	1,027	1,027	1,027
2.3	I	60	2	18.30-21.30 น.	120	120	120	26	26	26
5.1	I	60	17	18.30-21.30 น.	1,020	1,020	1,020	221	221	221
17.3	I	60	3	18.30-21.30 น.	180	180	180	39	39	39
18.1	I	60	2	18.30-21.30 น.	120	120	120	26	26	26
18.3	I	60	21	20.00-21.30 น.	0	630	1,260	0	137	273
18.4	I	60	3	18.30-21.30 น.	180	180	180	39	39	39
21.2	I	60	16	18.30-21.30 น.	960	960	960	208	208	208
22.2	I	60	22	18.30-21.30 น.	1,320	1,320	1,320	286	286	286
23.2	I	60	22	18.30-21.30 น.	1,320	1,320	1,320	286	286	286
24.2	I	60	22	18.30-21.30 น.	1,320	1,320	1,320	286	286	286
25.2	I	60	1	18.30-20.00 น.	60	30	0	13	7	0
28.1	I	60	1	21.00-21.30 น.	0	0	30	0	0	7

หมวด	หลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวน (ดวง)	เวลาใช้งาน	เมื่อใช้หลอด I ต้องการกำลังไฟ (วัตต์)			เมื่อใช้หลอด C ต้องการกำลังไฟ (วัตต์)		
					18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.	18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.
18.3	I	100	6	20.00-21.30 น.	0	300	600	0	75	150
		รวม			22,070	23,995	24,338	5,715	6,307	6,325

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ จ.7 แสดงเวลาการใช้งานของบัลลาสต์ในช่วง Peak Time

หมวด	หลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวน (ดวง)	เวลาใช้งาน	เมื่อใช้บัลลาสต์แบบธรรมดา ใช้ไฟ (วัตต์)			เมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss ใช้ไฟ (วัตต์)		
					18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.	18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.
10.1	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
10.2	F	18	4	18.30-21.30 น.	40	40	40	24	24	24
11	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
12.2	F	18	52	18.30-21.30 น.	520	520	520	312	312	312
16.1	F	18	1	18.30-20.00 น.	10	5	0	6	3	0
17.5	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
18.2	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
18.5	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
20.1	F	18	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
20.2	F	18	5	18.30-21.30 น.	50	50	50	30	30	30
20.3	F	18	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18
21.1	F	18	4	18.30-21.30 น.	40	40	40	24	24	24
21.2	F	18	16	18.30-21.30 น.	160	160	160	96	96	96
22.1	F	18	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
22.2	F	18	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
23.1	F	18	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
23.2	F	18	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
24.1	F	18	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
24.2	F	18	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
25.1	F	32	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
1.2	F	36	2	18.30-21.30 น.	20	20	20	12	12	12
2.3	F	36	2	18.30-21.30 น.	20	20	20	12	12	12
8	F	36	13	18.30-21.30 น.	130	130	130	78	78	78
9.1	F	36	17	18.30-21.30 น.	170	170	170	102	102	102
9.2	F	36	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
9.3	F	36	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
9.6	F	36	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18
10.1	F	36	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18
10.2	F	36	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18
12.1	F	36	10	18.30-21.30 น.	100	100	100	60	60	60
12.2	F	36	20	18.30-21.30 น.	200	200	200	120	120	120
13.1	F	36	14	18.30-21.30 น.	140	140	140	84	84	84
13.2	F	36	5	18.30-21.30 น.	50	50	50	30	30	30
14.1	F	36	4	18.30-21.30 น.	40	40	40	24	24	24
14.2	F	36	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18

หมวด	หลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวน (ดวง)	เวลาใช้งาน	เมื่อใช้บัลลาสต์แบบธรรมดา ใช้ไฟ (วัตต์)			เมื่อใช้บัลลาสต์ Low Loss ใช้ไฟ (วัตต์)		
					18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.	18.30-19.30น.	19.30-20.30น.	20.30-21.30น.
15.3	F	36	4	18.30-21.30 น.	40	40	40	24	24	24
17.1	F	36	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
17.2	F	36	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
17.3	F	36	7	18.30-21.30 น.	70	70	70	42	42	42
17.5	F	36	7	18.30-21.30 น.	70	70	70	42	42	42
18.4	F	36	8	18.30-21.30 น.	80	80	80	48	48	48
19	F	36	8	18.30-21.30 น.	80	80	80	48	48	48
20.2	F	36	19	18.30-21.30 น.	190	190	190	114	114	114
20.3	F	36	24	18.30-21.30 น.	240	240	240	144	144	144
20.4	F	36	3	18.30-21.30 น.	30	30	30	18	18	18
21.2	F	36	16	18.30-21.30 น.	160	160	160	96	96	96
22.2	F	36	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
23.2	F	36	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
24.2	F	36	22	18.30-21.30 น.	220	220	220	132	132	132
25.1	F	36	1	18.30-21.30 น.	10	10	10	6	6	6
20.3	F	40	6	18.30-21.30 น.	60	60	60	36	36	36
		รวม			4,580	4,575	4,570	2,748	2,745	2,742

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

ตารางดอกเบี้ย

อัตราดอกเบี้ย 20 %

	ระบบจ่ายทีเดียว		ระบบจ่ายเป็นอนุกรม				
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	
n	CAF	PWF	SFF	CRF	SCAF	SPWF	n
1	1.2000	0.8333	1.00000	1.20000	1.000	0.833	1
2	1.4400	0.6944	0.45455	0.65455	2.200	1.528	2
3	1.7280	0.5787	0.27473	0.47473	3.640	2.106	3
4	2.0736	0.4823	0.18629	0.38629	5.368	2.589	4
5	2.4883	0.4019	0.13438	0.33438	7.442	2.991	5
6	2.9860	0.3349	0.10071	0.30071	9.930	3.326	6
7	3.5832	0.2791	0.07742	0.27742	12.916	3.605	7
8	4.2998	0.2326	0.06061	0.26061	16.499	3.837	8
9	5.1598	0.1938	0.04808	0.24808	20.799	4.031	9
10	6.1917	0.1615	0.03852	0.23852	25.959	4.192	10
11	7.4301	0.1346	0.03110	0.23110	32.150	4.327	11
12	8.9161	0.1122	0.02526	0.23526	39.581	4.439	12
13	10.6993	0.0935	0.02062	0.22062	48.497	4.533	13
14	12.8392	0.0779	0.01689	0.21689	59.196	4.611	14
15	15.4070	0.0649	0.01388	0.21388	72.035	4.675	15
16	18.4884	0.0541	0.01144	0.21144	87.442	4.730	16
17	22.1861	0.0451	0.00944	0.20944	105.931	4.775	17
18	26.6233	0.0376	0.00781	0.20781	128.117	4.812	18
19	31.9480	0.0313	0.00646	0.20646	154.740	4.844	19
20	38.3376	0.0261	0.00536	0.20536	186.688	4.870	20

ประวัติผู้เขียน

นาย กันต์ธร เก่งพล เกิดวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2513 เป็นชาวกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษา อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเทคโนโลยีขนถ่ายวัสดุ เกียรตินิยมอันดับ 2 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2535 และ สาธารณสุขศาสตร์บัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จากมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย