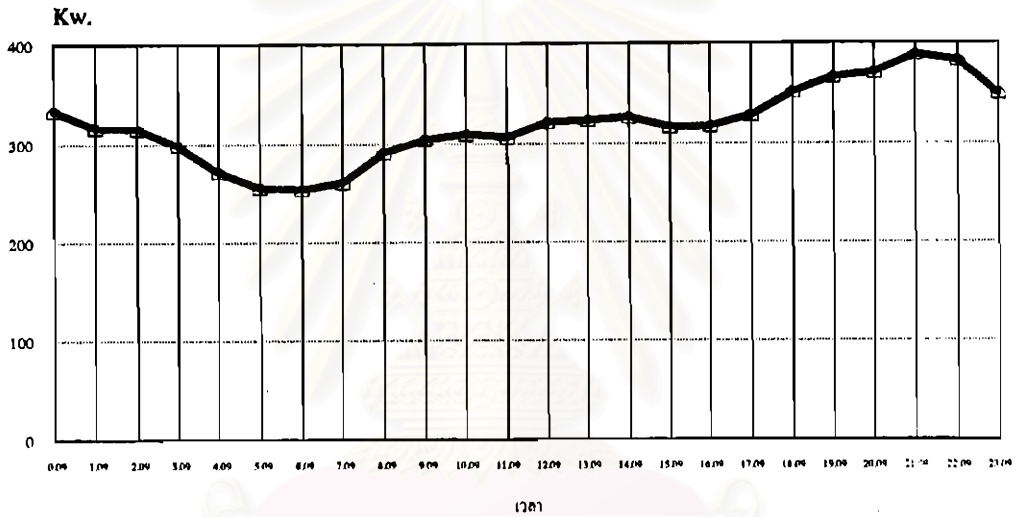
บทที่ 3
การใช้พลังงานไฟฟ้าและแนวทาง
การปรับปรุงในโรงแรมตัวอย่าง

3.1 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ารวม

3.1.1 ระบบไฟฟ้ารวมในปัจจุบัน

จากข้อมูลการวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย ได้กราฟความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดและต่ำสุดของแต่ละช่วงเวลาของวันดังนี้



รูปที่ 3.1 Load Curve การใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละช่วงของวัน

$$\text{ตัวประกอบโหลด} = \frac{\text{จำนวนกิโลวัตต์ที่ใช้ x 100}}{\text{กิโลวัตต์สูงสุด x จำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน}}$$

$$\text{ตัวประกอบโหลดรวม} = \frac{30,200.0 \times 100}{442 \times 94.5}$$

$$= 72.3 \quad \%$$

จากข้อมูลที่เก็บมาได้นั้น ช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดคือช่วงประมาณ 18.39 - 22.39 น.และคือช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำสุดคือช่วงประมาณ 4.39 - 6.39 น.

จากข้อมูลที่เก็บมาช่วงเวลาประมาณ 18.39 - 22.39 น.นั้นเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่แขกผู้เข้าพักกลับเข้ามาพักในโรงแรม ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง มีการเปิดแอร์ และมีการเปิดโทรทัศน์ รวมไปถึงการอาบน้ำซึ่งทำให้มอเตอร์ของ

ถังความดันที่เป็นตัวสร้างความดันในการส่งน้ำจ่ายไปยังห้องพักทำงานบ่อยขึ้น มีการเปิดไฟแสงสว่างและแอร์เป็นจำนวนมากในส่วนของห้องอาหารต่างๆ และมีการเปิดไฟประดับต่างๆเป็นจำนวนมาก และอาจมีงานบางส่วนของงานสำนักงานหรืองานซักรีดหรืองานครัวที่ยังค้างอยู่ที่ยังต้องทำให้เสร็จ

ส่วนช่วงเวลา 4.39 - 6.39 น. เป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำ เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่แขกกำลังนอนหลับทำให้มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างน้อย ในส่วนของ Lobby ก็มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างและแอร์น้อยลงเพราะมีแขกเข้ามาในช่วงเวลานี้มีจำนวนน้อยมาก ในส่วนของห้องอาหารต่างๆก็ปิดบริการแล้ว ไฟประดับต่างๆก็เริ่มปิดไปบ้างเป็นบางส่วนแล้ว งานสำนักงานหรืองานซักรีดหรืองานครัวก็ไม่มีการทำงานในช่วงนี้ ทำให้เป็นเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าต่ำสุด

เมื่อรวมเวลาของการตรวจวัดทั้งหมด 72.3 % ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานคือ 80% ดังนั้นจึงควรมีการปรับปรุงการทำงานเพื่อลดความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งใกล้เคียงมากกับช่วงเวลา 18.30 - 21.30 น. ซึ่งเป็นเวลาที่มีอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

3.1.2 แนวทางการปรับปรุงเพื่อการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

1. ในระบบประปาที่ใช้ถังความดันเป็นตัวส่งน้ำขึ้นไปยังชั้นต่างๆ ควรจะมีการสตาร์ทมอเตอร์ปั๊มเพื่อสะสมแรงดันก่อนถึงช่วงเวลาต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

2. ในระบบแสงสว่างและไฟประดับ ควรลดการใช้แสงสว่างหรือไฟประดับในส่วนที่ไม่จำเป็นลง ใช้เฉพาะส่วนที่จำเป็นเท่านั้น

3. งานสำนักงาน งานซักรีดหรืองานครัวที่ค้างอยู่ หากเป็นไปได้ไม่ควรที่จะทำในช่วงเวลาหลัง 18.00 น.ไปแล้ว ถ้าเป็นไปได้ควรเก็บไว้ทำในวันต่อไปเพื่อลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

4. การทำความสะอาดห้องอาหารหรือทำความสะอาดถ้วยจานต่างๆ ในส่วนของห้องอาหารหลังจากปิดบริการคือ 3.00 น. ถ้าเป็นไปได้ควรเก็บไว้ทำความสะอาดในช่วงเช้าวันต่อไป เนื่องจากหากทำความสะอาดในตอนกลางคืนจะทำให้ต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างมากกว่าในตอนกลางวัน

5. ในส่วนครัวเบเกอรี่ หากเป็นไปได้ควรทำอาหารให้เสร็จก่อนเวลา 18.30 น. เนื่องจากช่วงเวลาตั้งแต่ 18.30 น.เป็นช่วงเวลาที่เริ่มมีความต้องการพลังไฟฟ้าสูง และเป็นเวลาที่ค่าไฟฟ้าสูงกว่าช่วงปกติ จึงควรหลีกเลี่ยงในการทำอาหารที่จำเป็นต้องใช้เตาอบซึ่งกินไฟมากในช่วงเวลานี้

3.1.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับและการลงทุน

3.1.3.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับ

ในระบบไฟฟ้ารวมนี้ไม่สามารถวัดผลประโยชน์ออกมาเป็นตัวเลขได้ แต่จะอยู่ในส่วนของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

3.1.3.2 การลงทุน

ในระบบไฟฟ้ารวมนี้ไม่มีการลงทุนเนื่องจากไม่มีการใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

3.2.1 ระบบปรับอากาศในปัจจุบัน

ระบบปรับอากาศที่ใช้อยู่ในปัจจุบันที่ใช้อยู่ภายในโรงแรมแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ

1. ระบบ Chiller มีอยู่ 3 เครื่องคือ

- York	ขนาด 250 ตัน		
	เวลาใช้งาน	7.00 - 23.00 น.	1 เครื่อง
- TRANE	ขนาด 100 ตัน		
	เวลาใช้งาน	23.00 - 7.00 น.	1 เครื่อง
- TRANE	ขนาด 75 ตัน		
	เวลาใช้งาน	23.00 - 7.00 น.	2 เครื่อง

(ขนาด 75 ตัน สลับกันทำงานวันละ 1 ตัวพร้อมกับ 100 ตันซึ่งทำงานทุกวัน)

(ขนาด 250 ตัน ทำงานทุกวัน)

2. ระบบ Split Type มีอยู่ตามสถานที่ต่างๆในโรงแรมคือ

- KAJA Pub & Karaoke			
ขนาด 3 ตัน	เวลาใช้งาน	17.30 - 3.00 น.	4 เครื่อง
- BUCCANEER Nightclub			
ขนาด 2.5 ตัน	เวลาใช้งาน	17.30 - 3.00 น.	9 เครื่อง
- BOTANY Coffeeshop			
ขนาด 2.5 ตัน	เวลาใช้งาน	24 ชั่วโมง	4 เครื่อง
ขนาด 2.5 ตัน	เวลาใช้งาน	9.00 - 22.00 น.	5 เครื่อง
- ห้องพักเจ้าของโรงแรม			
ขนาด 2 ตัน	เวลาใช้งาน	9.00 - 19.00 น.	4 เครื่อง
- Function Room			
ขนาด 1.5 ตัน	เวลาใช้งาน	13.00 - 17.00 น.	8 เครื่อง

ระบบปรับอากาศมีการใช้พลังงานดังนี้

เครื่องปรับอากาศ	ขนาด (ตัน)	ใช้พลังงาน (kW./ชั่วโมง)	ใช้พลังงาน (kW./วัน)	ใช้พลังงาน (kW./เดือน)
Chiller				
1. YORK	250	102.1	1,633.6	49,008
2. TRANE	75 + 100	104.2	833.6	25,008
Cooling Tower	100 x 3	5.9	141.6	4,248
Split Type				
1. KAJA Pub&Karaoke	3	16.9	160.5	4,815
2. BUCCANEER Nightclub	2.5	31.7	301.0	9,030
3. BOTANY Coffeeshop	2.5	31.7	556.7	16,701
4. ห้องพักเจ้าของโรงแรม	2	11.3	112.6	3,378
5. Function Room	1.5	16.9	67.5	1,012
รวม			3,807.1	113,200

3.2.2 แนวทางการปรับปรุงระบบปรับอากาศและผลที่ได้รับ

1. ระบบ Chiller

ในการเก็บข้อมูลของระบบปรับอากาศ Chiller สามารถทำความเย็นได้เฉลี่ยรวมวันละ

- YORK = อัตราการไหลของน้ำภายในท่อไปสู่ Cooling Tower x อุณหภูมิน้ำที่ลดลง x 4.184 KJ/Kg$^{\circ}$C

= 32 x (11.0 - 7.8) x 4.184

= 428.4 KWr

= 121.7 Tonr.

= 121.7 x 16

= 1,947.5 Tonr. / วัน

(11.0 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำเข้า Chiller YORK จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

(7.8 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำออกจาก Chiller YORK จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

- TRANE = 32 x (14.9 - 12.9) x 4.184

= 267.8 KWr

= 76.1 Tonr.

= 76.1 x 8

= 608.6 Tonr. / วัน

(14.9 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำเข้า Chiller TRANE จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

(12.9 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำออกจาก Chiller TRANE จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

รวม = 1,947.5 + 608.6

= 2,556.1 Tonr. / วัน

ปริมาณความร้อนที่ระบายได้ในปัจจุบันของ Cooling Tower ขนาด 100 ตันทั้ง 3 ตัว

= อัตราการไหลของน้ำภายในท่อไปสู่ Cooling Tower x อุณหภูมิน้ำที่ลดลง x 4.184 KJ/Kg$^{\circ}$C

= 32 ลิตร / วินาที x (33.57 - 29.96)$^{\circ}$C x 4.184 KJ/Kg$^{\circ}$C

= 483.33 KWr

= 137.31 Tonr.

= 45.77 Tonr. / เครื่อง

(33.57 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำออกจาก Condensor ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิเดียวกับน้ำที่เข้า Cooling Tower จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

(29.96 เป็นค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำเข้า Condensor ซึ่งถือว่าเป็นอุณหภูมิเดียวกับน้ำที่ออกจาก Cooling Tower จากการเก็บข้อมูล มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส)

เนื่องจากปัจจุบัน

- Chiller YORK ขนาด 250 ตันความเย็น แต่มีการทำความเย็นเฉลี่ยเพียง 121.7 ตันความเย็น หรือ 48.7 %

- Chiller TRANE ขนาด 175 ตันความเย็น แต่มีการทำความเย็นเฉลี่ยเพียง 76.1 ตันความเย็น หรือ 43.5 %

- Cooling Tower ขนาด 300 ตันความเย็น (เครื่องละ 100 ตันความเย็น 3 เครื่อง) แต่มีการทำความเย็นเฉลี่ย เพียง 137.31 ตันความเย็น หรือ 45.7 %

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าเครื่องจักรในระบบปรับอากาศมีการทำงานอยู่ในช่วง 40 - 50 % ของความสามารถสูงสุดของเครื่องเท่านั้น โดยเฉพาะ Cooling Tower ซึ่งมีถึง 3 เครื่อง โดยแต่ละเครื่องทำงานเพียงแค่ 45.7 % เท่านั้น ทำให้ Cooling Tower มีความสามารถเกินความจำเป็นและมีการใช้ประสิทธิภาพต่ำเกินไป ดังนั้นจึงควรที่จะลดการใช้ Cooling Tower ลง 1 เครื่องเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงในขณะที่เดิน Chiller YORK และลดลง 2 เครื่องขณะเดิน Chiller TRANE โดยยังคงความสามารถในการระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศได้

เนื่องจาก Cooling Tower ขนาด 100 ตันความเย็น 2 เครื่องสามารถระบายความร้อนออกจากระบบปรับอากาศได้สูงสุดถึง 200 ตันความเย็น ดังนั้น

- Chiller YORK ทำความเย็นเฉลี่ยเพียง 121.7 ตันความเย็น หรือคิดเป็นโหลดเพียง

= 121.7 / 200

= 60.8 % ของความสามารถในการระบายความร้อนที่ Cooling Tower

- Chiller TRANE ทำความเย็นเฉลี่ยเพียง 76.1 ตันความเย็น หรือคิดเป็นโหลดเพียง

= 76.1 / 100

= 76.1 % ของความสามารถในการระบายความร้อนที่ Cooling Tower

โดยปกติขณะใช้ Chiller YORK ในช่วง 7.00 - 23.00 น. จะตั้งอุณหภูมิน้ำที่ออกจาก Chiller เท่ากับ 8.33°C (47°F) หรือ 7.22°C (45°F) หากมีโหลดความร้อนสูง

Cooling Tower ที่ใช้อยู่ทั่วไปซึ่งผลิตในประเทศไทยและประเทศแถบเอเชีย มักจะไม่สามารถระบายความร้อนได้เต็มความสามารถของเครื่อง ประสิทธิภาพโดยทั่วไปมักจะอยู่ในช่วงประมาณ 80 % ของขนาดการออกแบบ ดังนั้นเมื่อCooling Tower ทำงานถึงประมาณ 80 % ของประสิทธิภาพสูงสุด จึงควรเพิ่มการระบายความร้อนด้วยการเปิดCooling Tower เพิ่ม

ในขณะที่ Chiller YORK ทำงานนั้นจะสามารถทราบได้ว่าการระบายความร้อนในระบบระบายได้ถึง 80 % แล้วก็คือดูจากจอแสดงข้อมูลอุณหภูมิของน้ำเย็นที่เข้า Chiller

ดังนั้นเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจาก Chiller YORK เท่ากับ 7.22°C (45°F) Chiller จะทำน้ำเย็นออกมาที่อุณหภูมิประมาณ 6.89°C (44.3 - 44.4°F) ค่าอุณหภูมิของน้ำเย็นด้านไหลเข้า Chiller ที่ต้องเปิดใช้ Cooling Tower 2 เครื่องควรจะต่ำกว่า

ปริมาณความเย็น (กิโลวัตต์ความเย็น) = อัตราการไหล (ลิตร / วินาที)

x อุณหภูมิน้ำที่ลดลง (°C) x 4.184 KJ/Kg°C

$160 \times 3.52 = 32 \times (T_1 - 6.89) \times 4.184$

$T_1 = (160 \times 3.52 / 32 \times 4.184) + 6.89$

= 11.10°C (52°F)

(160 คือ ปริมาณความร้อนที่ Cooling Tower ขนาด 100 ตัน 2 เครื่องระบายได้เมื่อทำงานที่ประสิทธิภาพ 80 %)

(3.52 คือตัวเลขแปลงหน่วยจากตันความเย็นเป็นกิโลวัตต์ความเย็น)

(3.2 คืออัตราการไหลของน้ำภายในระบบปรับอากาศ)

ดังนั้นถ้าตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจาก Chiller YORK เท่ากับ 7.22°C (45°F) และอุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้าของ Chiller ต่ำกว่า 11.10°C (52°F) แล้ว สามารถเปิดใช้ Cooling

Tower 2 เครื่องได้ เนื่องจากสารถระบายความร้อนได้ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าอุณหภูมิน้ำเย็นสูงกว่า 11.10°C (52°F) จึงเปิดใช้ Cooling Tower 3 เครื่อง

ถ้าตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจาก Chiller YORK เท่ากับ 8.33°C (47°F) Chiller จะทำน้ำเย็นออกมาที่อุณหภูมิประมาณ 7.9°C (46.3 - 46.4°F) ค่าอุณหภูมิของน้ำเย็นด้านไหลเข้า Chiller ที่ต้องเปิดใช้ Cooling Tower 2 เครื่องควรจะต่ำกว่า

$$160 \times 3.52 = 32 \times (T_2 - 7.9) \times 4.184$$

$$T_2 = (160 \times 3.52 / 32 \times 4.184) + 7.9$$

$$= 12.10^{\circ}C \quad (53.8^{\circ}F)$$

ดังนั้นถ้าตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจาก Chiller YORK เท่ากับ 8.33°C (47°F) และอุณหภูมิน้ำเย็นด้านเข้าของ Chiller ต่ำกว่า 12.10°C (53.8°F) แล้ว สามารถเปิดใช้ Cooling Tower 2 เครื่องได้ เนื่องจากสารถระบายความร้อนได้ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าอุณหภูมิน้ำเย็นสูงกว่า 12.10°C (53.8°F) จึงเปิดใช้ Cooling Tower 3 เครื่อง

Cooling Tower ขนาด 100 ตันความเย็นที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีความต้องการพลังงานไฟฟ้า 2.0 kWh. ดังนั้นเมื่อลดการใช้ Cooling Tower ลงจะทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้

ขณะใช้ Chiller YORK

= 2.0 x 16

= 32.0 kWh. / วัน

ขณะใช้ Chiller TRANE

= 2.0 x 2 x 8

= 32.0 kWh. / วัน

รวม = 32.0 + 32.0

= 64.0 kWh. / วัน

= 1,920 kWh. / เดือน

= 23,360 kWh. / ปี

จากการเก็บข้อมูลของระบบปรับอากาศ กำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของ Chiller ทั้ง 3 เครื่องเฉลี่ยเท่ากับ

= (102.1 x 16) + (104.2 x 8)

= 1,633.6 + 833.6

= 2,467.2 kWh. / วัน

= 74,016.0 kWh. / เดือน

= 900,528 kWh. / ปี

กำลังไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของ Cooling Tower ทั้ง 3 เครื่องเฉลี่ยเท่ากับ

= 2.0 + 1.9 + 2.0

= 5.9 kWh.

= 141.6 kWh. / วัน

= 4,248 kWh. / เดือน

= 51,684 kWh. / ปี

รวมการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าปรับอากาศในระบบ Chiller

= 2,467.2 + 141.6

= 2,608.8 kWh. / วัน

= 78,264 kWh. / เดือน

= 952,212 kWh. / ปี

คิดเป็นเปอร์เซนต์ของการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศแบบ Chiller

= 1,920 x100 / 78,264

= 2.45 %

หรือเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 23,360 x 100 / 2,524,000

= 0.92 %

2. ระบบ Spit Type

เครื่องปรับอากาศในระบบ Split Type นั้น มีวิธีที่จะทำการปรับปรุงแก้ไขปรับปรุงที่ตัวเครื่องทำความเย็นได้ แต่ยุ่งยากและต้องใช้ความละเอียดสูงมาก ดังนั้นจึงควรใช้วิธีการบำรุงรักษาเบื้องต้นเพื่อให้เครื่องปรับอากาศได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น

- ถอดแผ่นกรองอากาศออกทำความสะอาดทุกๆเดือน
- ล้างทำความสะอาดผิวที่ใช้แลกเปลี่ยนความร้อนใน Condensing Unit ทุกๆเดือน

3.2.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับและการลงทุน

3.2.3.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับ

จากการลดการใช้ Cooling Tower ลง ทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าดังนี้

ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้า

= 1,920 x 1.07

= 2,054.40 บาท / เดือน

= 24,995.20 บาท / ปี

ประหยัดได้จากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 2.0 x 305

= 610 บาท / เดือน

= 7,320 บาท / ปี

รวมเงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 2,054.40 + 610

= 2,664.40 บาท / เดือน

= 24,995.20 + 7,320

= 32,315.20 บาท / ปี

3.2.3.2 การลงทุน

ในการลดการใช้ Cooling Tower ลง ไม่มีค่าใช้จ่ายใดๆเกิดขึ้น

3.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3.3.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในปัจจุบัน

ในแต่ละเดือนมีการใช้แสงสว่างไปในแต่ละส่วนของโรงแรมดังแสดงในตารางที่ 3.1

ส่วนของโรงแรม	ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (วัตต์ / เดือน)
Lobby	4,773,120
BOTANY Coffeeshop	3,620,580
ไฟประดับและป้ายโฆษณา	3,292,680
BUCCANEER Night Club & Karaoke	2,473,320
ห้องพัก ชั้น 3	1,096,344
ห้องพัก ชั้น 4	1,096,344
KAJA Karaoke & Member Club	962,040
ครัวและห้องเก็บอาหาร	924,660
ห้องพัก ชั้น 5	866,916
นวดแผนโบราณ	812,220
KAJA Pub	733,500
ห้องพักชั้น 2	639,144

ห้องซักรีด	589,740
ห้อง Boiler & Pump & Pressure Tank & Air-condition Equipment & หม้อแปลงไฟฟ้า	587,880
สำนักงานชั้น 1	495,480
Function Room	327,120
สระว่ายน้ำ	270,160
สำนักงานชั้น Ground	264,960
ที่จอดรถด้านข้างโรงแรม	215,280
ทางเดินเข้าโรงแรมและโรงอาหารพนักงาน	209,520
ห้อง Engineer และช่างประจำอาคาร	198,720
ที่จอดรถด้านหน้าโรงแรม	189,720
ห้องลิฟต์พนักงานประจำชั้น	165,750
บันได	124,950
ห้องหลังเคาน์เตอร์ประจำชั้น	91,830
ห้อง Locker พนักงาน	77,280
บันไดหนีไฟ	32,400
สวนลอยฟ้า	27,900
ห้องตอกบัตรพนักงาน	20,160
รวม	25,179,718

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละส่วนของโรงแรม

จากข้อมูลที่เก็บได้ จะเห็นได้ว่ามีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนของ Lobby , Botany Coffee Shop , ไฟประดับและ Buccaneer Nightclub & Karaoke ดังนั้นถ้าเป็นไปได้ก็ควรลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนที่กล่าวมานี้เป็นอันดับแรก

หลอดไฟที่ใช้อยู่ในปัจจุบันสามารถแบ่งได้เป็นชนิดและจำนวนดังตารางที่ 3.2

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่าในระยะเวลา 1 เดือนนั้นมีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างไปกับหลอด Incandescent มากที่สุด โดยที่มีหลอด Halogen และหลอด Fluorescent ตามมาเป็นลำดับต่อไป ส่วนหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กซึ่งเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพการส่องสว่างสูงนั้นมีการใช้งานน้อยเกือบที่สุด ถึงแม้ว่าส่วนใหญ่ของหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กจะมีการใช้งาน 24 ชั่วโมงก็ตาม

ชนิดของหลอด	ขนาด (วัตต์)	จำนวน (หลอด)	ปริมาณการใช้ไฟ (วัตต์/เดือน)	ปริมาณการใช้ไฟหลอดแต่ละชนิด (วัตต์/เดือน)
Incandescent	3	525	377,730	
	20	3	12,600	(หลอด Black Light)
	25	651	2,036,850	
	40	93	535,680	7,371,660
	60	326	4,282,800	
	100	6	126,000	
Halogen	50	462	7,292,500	7,292,500
Fluorescent	10	5	60,000	
	18	178	1,292,172	
	32	1	2,520	7,159,608
	36	600	5,696,916	
	40	6	108,000	
Spotlight	60	5	72,000	
	100	15	684,000	2,436,000
	500	6	720,000	
	1,000	4	960,000	
หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก	9	141	675,000	675,000
จำปา	5	4	10,200	
	25	35	234,750	244,950
รวม		3,066	25,179,718	25,179,718

ตารางที่ 3.2 ชนิด จำนวนและปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดแต่ละชนิด

จากการเก็บข้อมูลและจากตารางที่ 3.2 นี้จะเห็นได้ว่า ในโรงแรมตัวอย่างนี้ได้มีการดำเนินการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างไปแล้วส่วนหนึ่งคือ

- มีการใช้หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กในส่วนทางเดินภายในชั้นต่างๆ ของโรงแรม ซึ่งเป็นส่วนที่มีการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง

- มีการใช้หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กในบางส่วนของที่จอดรถภายนอกในส่วนด้านหน้าของโรงแรม

- มีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ประหยัดพลังงานทั้งหมดคือ ขนาด 18 , 36 วัตต์

- มีการใช้ Key Switch กับห้องพักทั้งหมด

3.3.2 แนวทางการปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่างและผลที่ได้รับ

การแก้ไขระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของโรงแรมตัวอย่างนี้สามารถทำได้โดย

1. เพิ่มปริมาณแสงสว่างในส่วนต่างๆของโรงแรม ที่ความเข้มของแสงต่ำกว่ามาตรฐาน และลดปริมาณแสงสว่างในส่วนต่างๆของโรงแรมที่ความเข้มของแสงสูงกว่ามาตรฐาน

2. เปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดที่มีประสิทธิภาพต่ำมาเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง

3. เปลี่ยนบัลลาสต์จากบัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพต่ำมาเป็นบัลลาสต์ที่มีประสิทธิภาพสูง

4. เปลี่ยนโคมที่มีประสิทธิภาพต่ำมาเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพสูง

1. เพิ่มปริมาณแสงสว่างในส่วนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน และลดปริมาณแสงสว่างในส่วนที่สูงกว่ามาตรฐาน

จากตารางข้อมูลความเข้มของแสงสว่างที่เก็บมาได้ จะเห็นว่ามีบางส่วนของโรงแรมที่มีความเข้มของแสงทั้งสูงและต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นในส่วนที่สูงกว่ามาตรฐานจึงควรลดปริมาณแสงลงเพื่อให้ใกล้เคียงกับมาตรฐาน และเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าด้วย ในส่วนที่ต่ำกว่ามาตรฐานก็ควรที่จะเพิ่มปริมาณแสงขึ้นเพื่อให้ใกล้เคียงกับมาตรฐานและเกิดความปลอดภัยในการทำงานต่างๆ การเพิ่มแสงสว่างสามารถทำได้หลายวิธีเช่น เพิ่มจำนวนหลอดไฟ หรือใช้หลอดไฟที่มีความส่องสว่างสูงกว่าปัจจุบัน หรือใช้โคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพการกระจายแสงหรือการสะท้อนแสงที่ดีกว่า และพยายามใช้แสงสว่างจากธรรมชาติให้เป็นประโยชน์มากที่สุด

2 การเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากโรงแรมเป็นสถานที่ที่ให้บริการแก่ลูกค้า เพื่อความสะดวกสบายและความพึงพอใจของลูกค้าดังนั้นหลอดไฟที่จะใช้จึงต้องใช้เวลาในการจุดติดน้อยที่สุด หลอดไฟที่ใช้เวลาอุ่นหลอดและเวลาในการจุดติดน้อยที่สุดมีอยู่ 3 ชนิดคือ

1. หลอด Incandescent

2. หลอด Tungsten Halogen

3. หลอด Fluorescent

ซึ่งหลอดทั้ง 3 ชนิดนี้ปัจจุบันก็มีใช้อยู่ในโรงแรมตัวอย่าง และจากการที่มีการใช้หลอดทั้ง 3 ชนิดนี้ก็สามารถที่จะใช้หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กทดแทนหลอด

Incandescent ได้ ในส่วนของหลอด Tungsten Halogen นั้นเป็นหลอดที่มีจุดประสงค์ในการใช้เพื่อตกแต่งเป็นหลัก ปัจจุบันยังไม่มีหลอดไฟประหยัดพลังงานที่ผลิตมาเพื่อจุดประสงค์สำหรับตกแต่งโดยเฉพาะ ทำให้ยังไม่สามารถหาหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงกว่านี้มาทดแทนได้ ในส่วนของหลอด Fluorescent ปัจจุบันก็มีการใช้หลอด Fluorescent ประสิทธิภาพสูงอยู่แล้ว จึงไม่ต้องมีการทดแทนด้วยหลอดประสิทธิภาพสูงอื่นๆอีก

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโรงแรมดังกล่าวมีศักยภาพในการที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างได้ จากการที่จะเปลี่ยนการใช้หลอด Incandescent เป็นหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก

ซึ่งการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้านี้สามารถที่จะทยอยเปลี่ยนหลอด Incandescent เป็นหลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็กไปเรื่อยๆได้ หลังจากที่หลอดในปัจจุบันหมดอายุหรือเสียหายเพื่อที่จะไม่ต้องเปลี่ยนหลอด Incandescent ออกก่อนที่จะหมดอายุ ซึ่งจะทำให้เสียค่าใช้จ่ายในส่วนของอายุการใช้งานที่เหลือโดยเปล่าประโยชน์

3 การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากปัจจุบัน โรงแรมได้ใช้บัลลาสต์แบบขดลวดแกนเหล็กซึ่งมีการสูญเสียประมาณ 10 วัตต์ต่อ 1 ตัว ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แบบ Low Loss ซึ่งมีการสูญเสียประมาณ 6 วัตต์แทน ซึ่งการเปลี่ยนนี้ก็สามารถเปลี่ยนเมื่อบัลลาสต์แกนเหล็กเดิมหมดอายุแล้ว จึงเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์แบบ Low Loss แทนก็ได้

4. เปลี่ยนโคมที่มีประสิทธิภาพต่ำมาเป็นโคมที่มีประสิทธิภาพสูง

ในชั้นใต้ดินของโรงแรมซึ่งเป็นส่วนที่เป็นห้องเครื่องจักรต่างๆและห้องซักรีด รวมทั้งทางเดินต่างๆจะใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งหมด แต่โคมที่ใช้เป็นโคมเปลือยทั้งหมด ทำให้แสงกระจายไปทุกทิศทางรวมถึงทิศทางด้านหลังของหลอดไฟ ซึ่งไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ด้านหลังของหลอดไฟ มีผลทำให้ทุกส่วนของชั้นใต้ดินมีความเข้มของแสงต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นจึงควรใช้โคมไฟที่มีปีกและมีแผ่นสะท้อนแสงเคลือบอยู่ เพื่อให้แสงที่เปล่งออกมากระจายออกไปยังทิศทางที่ต้องการคือด้านหน้าของหลอดไฟ จะทำให้ความเข้มของแสงในส่วนต่างๆของอาคารเพิ่มขึ้นเป็นการเพิ่มความเข้มของแสงสว่างโดยที่ไม่ต้องเพิ่มหลอดไฟ

ในส่วนโคมที่ใช้ติดตั้งหลอด Incandescent ในชั้นต่างๆ มีการใช้โคมแบบฝังที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตรง ทำให้แสงที่ออกมาจากโคมกระจายออกเป็นมุมแคบ กระจายแสงต่ำ ควรเปลี่ยนโคมเป็นแบบที่มีการกระจายแสงกว้างขึ้นเพื่อให้มีความเข้มของแสงเฉลี่ยในพื้นที่นั้นสูงขึ้น ซึ่งส่วนใหญ่ของอาคารในปัจจุบันก็มีค่าความเข้มของแสงสว่างต่ำกว่ามาตรฐานอยู่แล้ว

<u>ผลของการแก้ไข</u>

- การเปลี่ยนจากหลอด Incandescent เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดแกนเหล็ก ที่ให้แสงสว่าง ใกล้เคียงกันดังแสดงไว้ในตารางด้านล่างนี้

หลอด Incandescent		หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก	
ขนาด (วัตต์)	ปริมาณแสง (ลูเมน)	ขนาด (วัตต์)	ปริมาณแสง (ลูเมน)
25	230	9*	450
40	430	9	450
60	730	13	650
100	1380	25	1200

* หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดแกนเหล็กขนาดเล็กที่สุดคือขนาด 9 วัตต์

ชั่วโมงการใช้งานของ หลอด Incandescent แต่ละขนาดที่เก็บข้อมูลมาได้มีดังนี้

- 25 วัตต์ 81,474 ชั่วโมง/เดือน
- 40 วัตต์ 13,392 ชั่วโมง/เดือน
- 60 วัตต์ 71,380 ชั่วโมง/เดือน
- 100 วัตต์ 1,260 ชั่วโมง/เดือน

การเปลี่ยนจากการใช้หลอด Incandescent เป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดแกนเหล็กทำให้ประหยัดการใช้ไฟฟ้าได้เป็นจำนวนที่แสดงไว้ในตารางด้านล่างนี้

หลอด Incandescent		หลอดคอมแพคบัลลาสต์ภายในชนิดแกนเหล็ก	
ขนาด (วัตต์)	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (Wh/เดือน)	ขนาด (วัตต์)	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ (Wh/เดือน)
25	2,036,850	9	733,266
40	535,680	9	120,528
60	4,282,800	13	927,940
100	126,000	25	31,500
รวม	6,981,330	รวม	1,813,234

จากตารางจะเห็นได้ว่าการใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดแกนเหล็กสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ถึง

= 6,981,330 - 1,813,234

= 5,168,096 Wh / เดือน

= 62,878,498 Wh / ปี

คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบระหว่างการใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และการใช้หลอด Incandescent

= 5,168,096 x 100 / 6,981,330

= 74.03 %

หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบระหว่างการใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์และการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด

= 62,878.50 x 100 / 306,353.2

= 20.52 %

หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 62,878.50 x 100 / 2,524,000

= 2.49 %

- เปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กในปัจจุบันเป็นชนิด Low Loss ซึ่งจะทำให้ลด Loss ลงได้เฉลี่ยตัวละ 4 วัตต์

มีการใช้บัลลาสต์ขนาด 18-20 วัตต์และ 36-40 วัตต์รวมทั้งหมด 784 ตัว และมีชั่วโมงการทำงานของบัลลาสต์ทั้งหมด 172,155 ชั่วโมง/เดือน

ดังนั้น ปริมาณไฟฟ้าที่สูญเสียไปในการสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กเท่ากับ

= 172,155 x 10

= 1,721,550 Wh / เดือน

ถ้าเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แบบ Low Loss ปริมาณไฟฟ้าที่สูญเสียไปเท่ากับ

= 172,155 x 6

= 1,032,930 Wh / เดือน

สามารถลดการสูญเสียไฟฟ้าลงได้

= 1,721,550 - 1,032,930

= 688,620 Wh / เดือน

= 8,378,210 Wh / ปี

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบระหว่างบัลลาสต์ธรรมดาและบัลลาสต์แบบ Low Loss

= 688,620 x 100 / 1,721,550

= 40 %

หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบระหว่างบัลลาสต์ธรรมดาและการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด

= 8,378.21 x 100 / 306,353.2

= 2.73 %

หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 8,378.21 x 100 / 2,524,000

= 0.33 %

ดังนั้นในการแก้ไขด้วยทั้ง 2 วิธีนี้จะสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าลงได้

= 5,168,096 + 688,620

= 5,856,716 Wh / เดือน

= 71,256,708 Wh / ปี

คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบระหว่างบัลลาสต์ธรรมดาและการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด

= 5,856,716 x 100 / 25,179,718

= 23.26 %

หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 71,256.708 x 100 / 2,524,000

= 2.82 %

3.3.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับและการลงทุน

3.3.3.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับ

1 การเปลี่ยนหลอด Incandescent เป็นหลอด Compact Fluorescent

เมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ธรรมดาทำให้ลดพลังงานไฟฟ้าลงเท่ากับ 5,168.096 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า

= 5,168.096 x 1.07

= 5,529.86 บาท/เดือน

= 67,280 บาท/ปี

การใช้หลอด Incandescent ในช่วงเวลา Peak Time ลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ 17.688 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นเงินค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 17.688 x 305

= 5,394.84 บาท/เดือน

= 64,738 บาท/ปี

ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ธรรมดาทำให้ประหยัดเงินได้ทั้งหมด

= 5,529.86 + 5,394.84

= 10,924.70 บาท/เดือน

= 132,018 บาท/ปี

2. การเปลี่ยนบัลลาสต์ธรรมดา เป็นบัลลาสต์แบบ Low Loss

เมื่อเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์แบบ Low Loss แทนบัลลาสต์แบบธรรมดา ทำให้ลดพลังงานไฟฟ้าลงเท่ากับ688.62 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นเงินค่าพลังงานไฟฟ้า

= 688.62 x 1.07

= 736.82 บาท/เดือน

= 8,964 บาท/ปี

การใช้หลอด Incandescent ในช่วงเวลา Peak Time ลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดได้ 1.830 กิโลวัตต์ต่อเดือน คิดเป็นเงินค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 1.830 x 305

= 558.15 บาท/เดือน

= 6,698 บาท/ปี

ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้บัลลาส์แบบ Low Loss แทนบัลลาสต์แบบธรรมดาทำให้ประหยัดเงินได้ทั้งหมด

= 736.82 + 558.15

= 1,294.97 บาท/เดือน

= 15,662 บาท/ปี

เมื่อรวมทั้งการเปลี่ยนมาใช้หลอดแบบ Compact Fluorescent และใช้บัลลาสต์แบบ Low Loss จะทำให้ประหยัดเงินได้ทั้งหมด

= 10,924.70 + 1,294.97

= 12,219.67 บาท/เดือน

= 147,680 บาท/ปี

3.3.3.2 การลงทุน

1 การเปลี่ยนหลอด Incandescent เป็นหลอด Compact Fluorescent

เนื่องจากอายุการใช้งานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ธรรมดาถึง 8 เท่าคือ หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งาน 8,000 ชั่วโมง และหลอดไส้ธรรมดามีอายุการใช้งานเพียง 1,000 ชั่วโมง

ชั่วโมงการใช้งานของหลอดไส้ธรรมดาแต่ละขนาดในแต่ละปี จะได้จำนวนหลอดแต่ละชนิดดังตารางด้านล่างนี้

หลอดไส้ขนาด (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้งาน / ปี	จำนวนหลอดไส้ที่ใช้งาน (หลอด/ปี)	หลอดคอมแพคฯ ขนาด (วัตต์)	จำนวนหลอดคอมแพคฯ ที่ใช้งาน(หลอด/ปี)
20	7,665	8	9	1
25	991,267	992	9	124
40	162,936	163	9	21
60	868,457	869	13	109
100	15,330	16	25	2
รวม		2,048		257

เมื่อคิดเป็นเงินที่จะต้องจ่ายในแต่ละปีเป็นค่าหลอดไฟ จะมีค่าใช้จ่ายดังนี้

หลอดไส้ธรรมดา

ขนาด (วัตต์)	จำนวน (หลอด)	ราคา/หลอด (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
20	8	14	112
25	992	14	13,888
40	163	14	2,282
60	869	14	12,166
100	16	14	224
รวม	2,048		28,672

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

ขนาด (วัตต์)	จำนวน (หลอด)	ราคา/หลอด (บาท)	จำนวนเงิน (บาท)
9	146	320	46,720
13	109	320	34,880
25	2	530	1,060
รวม	257		82,660

ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนมาใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ธรรมดา ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อหลอดเพิ่ม

= 82,660 - 28,672

= 53,988 บาท/ปี

2. การเปลี่ยนจากบัลลาสต์ธรรมดาเป็นบัลลาสต์แบบ Low Loss

บัลลาสต์ธรรมดามีอายุการใช้งานประมาณ 18,000 ชั่วโมง และบัลลาสต์แบบ Low Loss มีอายุการใช้งานประมาณ 45,000 ชั่วโมง และจากชั่วโมงการทำงานของบัลลาสต์ขนาด 18 - 20 วัตต์ และ 36 - 40 วัตต์ เป็นดังนี้

ขนาด 18 - 20 วัตต์ = 561,479 ชั่วโมง / ปี

ขนาด 36 - 40 วัตต์ = 1,533,073 ชั่วโมง / ปี

เมื่อเปรียบเทียบจำนวนที่ต้องจัดหามาเพื่อใช้งานต่อปีจะได้ดังตารางด้านล่าง

บัลลาสต์สำหรับหลอดขนาด (วัตต์)	ชั่วโมงการใช้งาน / ปี	จำนวนบัลลาสต์ธรรมดาเฉลี่ย (ตัว/ปี)	จำนวนบัลลาสต์ Low Loss เฉลี่ย (ตัว/ปี)
18 - 20	561,479	32	13
36 - 40	1,533,073	86	35

ค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อบัลลาสต์เฉลี่ยต่อปีเมื่อเปรียบเทียบระหว่างบัลลาสต์ธรรมดาและบัลลาสต์ Low Loss

บัลลาสต์ธรรมดา

ขนาด	จำนวน (ตัว)	ราคา (บ./ตัว)	ค่าใช้จ่าย
18 - 20	32	60	1,920.00
36 - 40	86	80	6,880.00
รวม			8,800.00

บัลลาสต์ Low Loss

ขนาด	จำนวน (ตัว)	ราคา (บ./ตัว)	ค่าใช้จ่าย
18 - 20	13	115.50	1,501.50
36 - 40	35	115.50	4,042.50
รวม			5,544.00

ดังนั้นหลังจากใช้บัลลาสต์ Low Loss ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อปีของการจัดซื้อบัลลาสต์จะลดลง

= 8,800 - 5,544

= 3,256 บาท / ปี

เมื่อรวมทั้งการเปลี่ยนมาใช้หลอดแบบ Compact Fluorescent และใช้บัลลาสต์แบบ Low Loss จะทำให้มีค่าใช้จ่ายทั้งหมด

= 53,988 - 3,256

= 50,732 บาท/ปี

ดังนั้นประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ปีละ

= 147,680 - 50,732

= 96,948 บาท/ปี

เมื่อคิดระยะเวลาคุ้มทุนของการใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent

= 53,988 / 132,018

= 0.41 ปี

ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนบัลลาสต์ไม่เกิดขึ้น เนื่องจากช่างประจำอาคารจะมีหน้าที่เป็นผู้เปลี่ยนเมื่อบัลลาสต์หมดอายุตากปกติอยู่แล้ว

ส่วนการเปลี่ยนบัลลาสต์แบบ Low Loss แทนการใช้บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา เป็นการเสียค่าใช้จ่ายค่าบัลลาสต์ต่อปีลดลงอยู่แล้วจึงถือว่าไม่ต้องมีการลงทุนเพิ่ม

3.4 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในมอเตอร์ไฟฟ้า

3.4.1 มอเตอร์ไฟฟ้าในปัจจุบัน

มอเตอร์ที่จะมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานนี้มักจะต้องใช้ในงานที่ต้องใช้มอเตอร์ขนาดใหญ่และมีเวลาการใช้งานนานใน 1 วัน จึงจะคุ้มค่าต่อการลงทุน

ดังนั้นจากลักษณะการทำงานดังกล่าวของมอเตอร์ไฟฟ้าในโรงแรมตัวอย่าง จึงมีมอเตอร์ที่มีศักยภาพในการพิจารณาการประหยัดพลังงานเพียง

- Chiller Pump Motor ขนาด 30 Hp. 6 ขั้ว 2 ตัว
- Condensor Pump Motor ขนาด 30 Hp. 6 ขั้ว 2 ตัว

3.4.2 แนวทางการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมอเตอร์ไฟฟ้า

ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้านั้นมีวิธีเดียวคือเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ซึ่งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงนี้มักจะใช้งานในงานที่ต้องใช้มอเตอร์ขนาดใหญ่และมีเวลาการใช้งานนานใน 1 วัน เพื่อการคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงมีราคาแพง

ดังนั้นจากลักษณะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าในโรงแรมตัวอย่าง จึงมีมอเตอร์ที่ควรเปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนเพียง

- Chiller Pump Motor ขนาด 30 Hp. 6 ขั้ว 2 ตัว
- Condensor Pump Motor ขนาด 30 Hp. 6 ขั้ว 2 ตัว

ซึ่งมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขนาด 30 Hp. 6 ขั้วนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 92.9 % เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ตัวที่ใช้อยู่ในปัจจุบันซึ่งมีประสิทธิภาพ 91.7 %

มอเตอร์ที่ใช้อยู่ปัจจุบันต้องการกำลังไฟฟ้าเท่ากับ

$= 0.746 \times Hp \times L / \eta$

$= 0.746 \times 30 \times 1 \times 100 / 91.7$

$= 24.40$ kW.

$= 585.7$ kWh. / วัน

มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงที่นำมาคำนวณนี้เป็นมอเตอร์ 3 เฟสขนาด 30 Hp. 6 ขั้ว 22 kW. PF 0.80 ประสิทธิภาพ 92.9 %

เมื่อใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงต้องการกำลังไฟฟ้าเท่ากับ

$= 0.746 \times Hp \times L / \eta$

$= 0.746 \times 30 \times 1 \times 100 / 92.9$

$= 24.09$ kW.

$= 578.17$ kWh. / วัน

หรือคิดเป็นจำนวนพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

$kW._{saved}$ = hp x L x 0.746 x [($100/E_{std}$) - ($100/E_{HE}$)]

= 30 x 1 x 0.746 x [(100/91.7) - (100/92.9)]

= 0.315 kW. / ตัว

= 0.315 x 24

= 7.56 kWh. / วัน / ตัว

ใช้งาน 2 ตัว / วัน (Chiller Pump 1 ตัว และ Condenser Pump 1 ตัว)

= 15.12 kWh. / วัน

= 453.6 kWh. / เดือน

= 5,518.8 kWh. / ปี

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ เมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์ธรรมดา

= 7.56 x 100 / 585.7

= 1.29 %

หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 5,518.8 x 100 / 2,524,000

= 0.22 %

3.4.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับและการลงทุน

3.4.3.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับ

จากการที่เปลี่ยนมาใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ทำให้สามารถคิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้า

= 453.6 x 1.07 / 1,000

= 485.35 บาท / เดือน

= 5,905.12 บาท / ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 0.315 x 305

= 96.07 บาท / เดือน / ตัว

= 1,152.90 บาท / ปี / ตัว

รวมทั้งหมด 2 ตัว = 2,305.80 บาท / ปี

รวมเงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 5,905.12 + 2,305.80

= 8,210.92 บาท / ปี

3.4.3.2 การลงทุน

ราคาของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูงขนาด 30 แรงม้าทั้ง 4 ตัวมีราคาตัวละ 113,200 บาท และมีอายุการใช้งานประมาณ 15 ปี เมื่อคิดถึงเวลาคืนทุนของมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง โดยคิดที่ดอกเบี้ย 20 % คิดโดยวิธี Discounted Cash Flow

$$8{,}210.92\ SPWF_{n,\,20\%} = 113{,}200$$

$$SPWF_{n,\,20\%} = 113{,}200 / 8{,}210.92$$

$$= 13.78$$

n ไม่สามารถหาได้เนื่องจากเป็นเวลาที่นานมากจนไม่มีค่าใกล้เคียงในตารางดอกเบี้ย

ดังนั้นจึงไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนติดตั้ง

(ดอกเบี้ยเงินกู้ในช่วงระยะเวลาทำวิทยานิพนธ์ อยู่ในช่วง 18 - 19 %)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า

3.5.1 หม้อแปลงไฟฟ้าในปัจจุบัน

หม้อแปลงไฟฟ้าของโรงแรมในปัจจุบันมีเพียง 1 ลูก เป็นหม้อแปลง 3 เฟสมีข้อมูลที่ได้จากการวัดดังนี้

ขนาด	1,000	kVA
แรงดันด้านปฐมภูมิ	12	kV
แรงดันด้านทุติยภูมิเฉลี่ย	394	V
ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์	0.80	
ความถี่	50	Hz.
เวลาการใช้งาน	24	ชั่วโมง / วัน
	8,760	ชั่วโมง / ปี

จากการเก็บข้อมูลค่าแรงดันด้านทุติยภูมิที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 386 - 403 โวลต์ มีค่าส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วง 391 - 398 โวลต์ และมีค่าเฉลี่ย 394 โวลต์

จากการเก็บข้อมูลค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 0.75 - 0.85 มีค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.78 - 0.82 และมีค่าเฉลี่ย 0.80

หม้อแปลงมีกำลังสูญเสียเนื่องจาก Core Loss เท่ากับ 1,900 วัตต์ และ Copper Loss เท่ากับ 13,500 วัตต์

3.5.2 แนวทางการปรับปรุงหม้อแปลงไฟฟ้า

วิธีการที่ใช้เพื่อปรับปรุงการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าของโรงแรมสามารถทำได้ 2 วิธีคือ

1. ปรับ Tap ด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า
2. ปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์

1. ปรับ Tap ด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงมีกำลังสูญเสียเนื่องจาก Iron Loss เท่ากับ 1,900 วัตต์ เมื่อวัดแรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงเฉลี่ยเท่ากับ 394 โวลต์ ถ้าปรับ Tap ของหม้อแปลงด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงให้แรงดันด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงเป็น 384 โวลต์ จะทำให้ Iron Loss ของหม้อแปลงลดลง

Iron Loss ของหม้อแปลงสามารถลดลงได้

$$= 1{,}900 \times [\, (394 / 384)^{2} - 1 \,]$$

$$= 100.24 \quad \text{วัตต์}$$

Iron Loss ของหม้อแปลงลดลงเหลือ

$$= 1{,}900 - 100.24$$

= 1,799.76 วัตต์

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้

= 100.24 x 8,760 / 1,000

= 878.16 kWh. / ปี

คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลด Iron Loss ลงได้

= 100.24 x 100 / 1,900

= 5.27 %

หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 878.6 x 100 / 2,524,000

= 0.035 %

2. ปรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จาก 0.80 เป็น 0.95 โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ มีผลทำให้ลดค่า Copper Loss ลง

จากสูตร Copper Loss ที่ลดลง

$= \text{Copper Loss} \times \left[\left(I_{PF\text{เดิม}} / I_{rate} \right)^2 - \left(I_{PF\text{ใหม่}} / I_{rate} \right)^2 \right] \times$ ชั่วโมงการทำงานใน1 ปี

เมื่อ Copper Loss = 13,500 W.

$I = \text{kW.} \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times V \times \cos\phi$

$I_{PF\ 0.80} = 319.4 \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times 394 \times 0.80$

= 585.04 Amp.

$I_{PF\ 0.95} = 319.4 \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times 384 \times 0.95$

= 505.50 Amp.

$I_{rate\ \text{ก่อน}} = \text{kVA} \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times V$

$= 1{,}000 \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times 394$

= 1,465.35 Amp.

$I_{rate\ \text{หลัง}} = \text{kVA} \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times V$

$= 1{,}000 \times 1{,}000 / \sqrt{3} \times 384$

= 1,503.51 Amp

ดังนั้น Copper Loss ที่ลดลง $= 13.5 \times 1{,}000 \times \left[\left(585.04 / 1{,}465.35 \right)^2 - \left(505.5 / 1{,}503.51 \right)^2 \right]$

= 625.87 W.

Copper Loss ที่เหลือ

= 13.5 - 0.6259

= 12.87 kW.

Copper Loss ลดลง

= 0.62587 x 8,760

= 5,482.6 kWh. / ปี

คิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลดลงได้

= 625.87 x 100 / 13,500

= 4.64 %

หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 5,482.6 x 100 / 2,524,000

= 0.22 %

เมื่อรวมทั้งการปรับ Tap และติดตั้งคาปาซิเตอร์แล้ว สามารถคิดเป็นพลังงานไฟฟ้า

= 878.16 + 5,482.6

= 6,360.76 kWh. / ปี

เมื่อรวมทั้งการปรับ Tap และติดตั้งคาปาซิเตอร์แล้ว สามารถคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่ลด Loss ที่หม้อแปลงไฟฟ้าได้

= (100.24 + 625.87) x 100 / (1,900 + 13,500)

= 4.71 %

หรือประหยัดพลังงานไฟฟ้าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

= 6,360.76 x 100 / 2,524,000

= 0.25 %

3.5.3 ผลประโยชน์ที่ได้รับและการลงทุน

3.5.3.1 ผลประโยชน์ที่ได้รับ

1. จากการปรับปรุงโดยการปรับ Tap ของหม้อแปลงไฟฟ้า

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้า

= 100.24 x 24 x 30 x 1.07 / 1,000

= 77.22 บาท / เดือน

= 939.57 บาท / ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 0.10024 x 305

= 30.57 บาท / เดือน

= 366.88 บาท / ปี

รวมเงินที่ประหยัดได้จากการปรับปรุงโดยการปรับ Tap ของหม้อแปลงไฟฟ้า

= 939.57 + 366.88

= 1,306.45 บาท / ปี

2. จากการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์จาก 0.80 เป็น 0.95 โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าพลังงานไฟฟ้า

= 625.87 x 24 x 30 x 1.07 / 1,000

= 482.17 บาท / เดือน

= 5,866.40 บาท / ปี

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้จากค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

= 625.87 x 305 / 1,000

= 190.89 บาท / เดือน

= 2,290.68 บาท / ปี

รวมเงินที่ประหยัดได้จากการปรับปรุงโดยการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์

= 5,866.40 + 2,290.68

= 8,157.08 บาท / ปี

เมื่อรวมทั้ง 2 วิธีรวมกันแล้ว สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้

= 1,306.45 + 8,157.08

= 9,463.53 บาท / ปี

3.5.3.2 การลงทุน

1. การปรับ Tap มีค่าใช้จ่ายคือ ค่าบริการของการไฟฟ้านครหลวงในการที่จะต้องมีการตัดไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโรงแรมในขณะที่มีการปรับ Tap ซึ่งค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเท่ากับ 600 บาท ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นครั้งเดียว เมื่อปรับ Tap แล้วสามารถใช้ได้ตลอดไป

เมื่อคิดระยะเวลาคุ้มทุนของการปรับ Tap เท่ากับ

= 600 / 1,306.45

= 0.46 ปี

2. การติดตั้งคาปาซิเตอร์เพื่อเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เท่านั้น ซึ่งคาปาซิเตอร์ที่ต้องใช้มีขนาด 135 Kvar โดยในการติดตั้งจะใช้คาปาซิเตอร์ขนาด 45 Kvar 3 ตัวต่อเข้าด้วยกัน โดยที่คาปาซิเตอร์ขนาด 45 Kvarแต่ละตัวมีราคา 14,300 บาท และมีอายุการใช้งานแต่ละตัวคือ 2 ปี

ดังนั้นราคารวมของคาปาซิเตอร์ทั้ง 3 ตัวคือ

= 14,300 x 3

= 42,900 บาท

เมื่อคิดถึงเวลาคืนทุนของราคาคาปาซิเตอร์ โดยคิดที่ดอกเบี้ย 20 % คิดโดยวิธี Discounted Cash Flow

$$8{,}157.08\ SPWF_{n,\,20\%} = 42{,}900$$

$$SPWF_{n,\,20\%} = 42{,}900 / 8{,}157.08$$

$$= 5.26$$

ซึ่งไม่สามารถหาค่าระยะเวลาคืนทุน (n) ได้เนื่องจากเป็นเวลาที่นานมากจนไม่มีค่าใกล้เคียงในตารางดอกเบี้ย

ดังนั้นจึงไม่คุ้มค่าที่จะลงทุนติดตั้ง

(ดอกเบี้ยเงินกู้ในช่วงระยะเวลาทำวิทยานิพนธ์ อยู่ในช่วง 18 - 19 %)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6 สรุปผลความคุ้มค่าในการลงทุน

จากวิธีที่กล่าวถึงทั้งหมดมีทั้งวิธีที่คุ้มทุนและไม่คุ้มทุนดังนี้

1. ระบบปรับอากาศ

- การเพิ่ม Cooling Tower — คุ้มทุน

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- ใช้หลอด Compact Fluorescent แทนหลอด Incandescent — คุ้มทุน
- ใช้บัลลาสต์ Low Loss แทนบัลลาสต์ธรรมดา — คุ้มทุน

3. มอเตอร์ไฟฟ้า

- ใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูงแทนมอเตอร์ธรรมดา — ไม่คุ้มทุน

4. หม้อแปลงไฟฟ้า

- ปรับ Tap ด้านปฐมภูมิ — คุ้มทุน
- เพิ่มค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์โดยการติดตั้ง Capacitor — ไม่คุ้มทุน

รายละเอียดดังตารางสรุปด้านล่างนี้

3.6.1 ระบบไฟฟ้ารวม

ผลประโยชน์ที่ได้รับ

ในระบบไฟฟ้ารวมนี้ไม่สามารถวัดผลประโยชน์ออกมาเป็นตัวเลขได้ แต่จะอยู่ในส่วนของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

การลงทุน

ในระบบไฟฟ้ารวมนี้ไม่มีการลงทุนเนื่องจากไม่มีการใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6.2 ระบบปรับอากาศ

	ประหยัดไฟได้ (kWh./ ปี)	ประหยัดไฟได้ (%)	ประหยัดไฟได้เทียบกับการใช้ไฟทั้งหมด (%)	เงินลงทุนเพิ่ม (บาท)	ประหยัดเงินได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)	ผลการลงทุน
1. ลดการใช้ Cooling Tower	23,360	2.45	0.92			-	คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					24,995.20		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					7,320.00		
ค่าใช้จ่าย				0.00			
รวม	23,360	2.45	0.92	0.00	32,315.20		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

	ประหยัดไฟได้ (kWh./ ปี)	ประหยัดไฟได้ (%)	ประหยัดไฟได้เทียบกับการใช้ไฟทั้งหมด (%)	เงินลงทุนเพิ่ม (บาท)	ประหยัดเงินได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)	ผลการลงทุน
1. การเปลี่ยนหลอด Incandescent เป็น หลอด Compact Fluorescent	62,878.5	74.03	2.49			0.41	คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					67,280		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					64,738		
ค่าใช้จ่าย				53,988			
รวม	62,878.5	74.03	2.49	53,988	132,018		
2. การเปลี่ยนบัลลาสต์ธรรมดาเป็นบัลลาสต์ Low Loss	8,378.21	40.00	0.33			-	คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					8,964		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					6,698		
ค่าใช้จ่าย				- 3,256			
รวม	8,378.21	40.00	0.33	- 3,256	15,662		
รวม	71,256.71		2.82	50,732	147,680		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.6.4 มอเตอร์ไฟฟ้า

	ประหยัดไฟได้ (kWh./ ปี)	ประหยัดไฟได้ (%)	ประหยัดไฟได้เทียบกับการใช้ไฟทั้งหมด (%)	เงินลงทุนเพิ่ม (บาท)	ประหยัดเงินได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)	ผลการลงทุน
1. เปลี่ยนไปใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง	5,518.8	1.29	0.22			-	ไม่คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					5,905.12		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					1,152.90		
ค่าใช้จ่าย				113,200			
รวม	5,518.8	1.29	0.22	113,200	8,210.92		

3.6.5 หม้อแปลงไฟฟ้า

	ประหยัดไฟได้ (kWh./ ปี)	ประหยัดไฟได้ (%)	ประหยัดไฟได้เทียบกับการใช้ไฟทั้งหมด (%)	เงินลงทุนเพิ่ม (บาท)	ประหยัดเงินได้ (บาท/ปี)	ระยะเวลาคุ้มทุน (ปี)	ผลการลงทุน
1. การปรับ Tap ด้านปฐมภูมิ	878.16	5.27	0.035			0.46	คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					939.57		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					366.88		
ค่าใช้จ่าย				600.00			
รวม	878.16	5.27	0.035	600.00	1,306.45		
2. การติดตั้ง Capacitor	5,482.60	4.64	0.22			5.26	ไม่คุ้ม
ค่าพลังงานไฟฟ้า					5,866.40		
ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด					2,290.68		
ค่าใช้จ่าย				42,900			
รวม	5,482.60	4.64	0.22	42,900	8,157.08		
รวม	6,360.76	4.71	0.25	43,500	9,463.53		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.7 ศักยภาพในการประหยัดพลังงานของโรงแรมต่างๆ

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในโรงแรมของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานในปี 2540 เปอร์เซนต์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของแต่ละวิธีสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.3 ซึ่งโรงแรม A เป็นโรงแรมที่ผู้วิจัยทำการตรวจวัดเก็บข้อมูลเอง ส่วนโรงแรม B - L เป็นโรงแรมที่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเป็นผู้ตรวจวัด

หน่วย %

วิธีการ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	เฉลี่ย
1. ใช้บัลลาสต์ Low Loss	0.33	-	0.72	0.41	1.42	0.17	0.40	0.85	0.77	0.51	0.72	1.83	0.68
2. ใช้หลอด Compact Fluorescent	2.49	3.85	2.09	10.16	1.08	2.77	-	3.72	1.60	1.57	-	12.11	3.45
3. ใช้หลอด Fluorescent ประหยัดพลังงาน	-	-	0.48	-	-	0.08	-	-	-	0.07	-	0.74	0.11
4. ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า	0.03	0.30	0.28	0.34	-	-	0.13	0.11	0.04	0.02	0.04	0.06	0.11
5. ติด Capacitor หม้อแปลงไฟฟ้า	0.49	-	1.73	-	-	7.54	0.10	0.23	0.29	-	0.14	-	0.88
6. บำรุงรักษา Air สม่ำเสมอ	-	5.90	5.81	4.78	5.13	5.49	6.49	5.76	2.01	-	5.53	4.95	4.32
7. บุฉนวนฝ้าเพดานชั้นบนสุด	-	3.13	-	-	-	-	-	2.09	-	-	-	-	0.43
8. ปรับปรุงค่า COP ของ Air	-	-	-	-	-	-	-	-	5.70	-	-	-	0.43
9. ลดการใช้ Cooling Tower ในระบบ Air	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08
รวม	4.26	13.18	11.11	15.69	7.63	16.05	7.12	12.76	10.41	2.17	6.43	19.62	10.53

ตารางที่ 3.3 ศักยภาพการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวิธี

โดยที่โรงแรมที่เป็นตัวอย่างนี้มีจังหวัดที่ตั้งและขนาดดังต่อไปนี้

- โรงแรม B ตั้งอยู่ในจังหวัด ลำปาง ขนาด 38 ห้อง
- โรงแรม C ตั้งอยู่ในจังหวัด เชียงใหม่ ขนาด 41 ห้อง
- โรงแรม D ตั้งอยู่ในจังหวัด เพชรบุรี ขนาด 56 ห้อง
- โรงแรม E ตั้งอยู่ในจังหวัด จันทบุรี ขนาด 57 ห้อง
- โรงแรม F ตั้งอยู่ในจังหวัด ชลบุรี ขนาด 60 ห้อง
- โรงแรม G ตั้งอยู่ในจังหวัด นครราชสีมา ขนาด 80 ห้อง
- โรงแรม H ตั้งอยู่ในจังหวัด นครราชสีมา ขนาด 100 ห้อง
- โรงแรม I ตั้งอยู่ในจังหวัด พิษณุโลก ขนาด 130 ห้อง
- โรงแรม J ตั้งอยู่ในจังหวัด เชียงใหม่ ขนาด 158 ห้อง
- โรงแรม K ตั้งอยู่ในจังหวัด นครราชสีมา ขนาด 167 ห้อง
- โรงแรม L ตั้งอยู่ในจังหวัด ศรีสะเกษ ขนาด 214 ห้อง

จากตารางจะเห็นได้ว่า วิธีการที่โรงแรมส่วนใหญ่มักจะใช้เพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าคือ 1. การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแบบธรรมดาเป็นแบบ Low Loss

2. การเปลี่ยนหลอดไฟจากแบบหลอดไส้เป็นแบบหลอด Compact Fluorescent

3. ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า

4. บำรุงรักษา Air Conditioner อย่างสม่ำเสมอ

3.8 ระยะเวลาที่เงินลงทุนเท่ากับเงินที่คืนมาในแต่ละปีโดยไม่คิดมูลค่าปัจจุบัน

เมื่อพิจารณาวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้ง 4 วิธีนี้แล้ว จากข้อมูลการตรวจวัดสามารถสรุประยะเวลาในการคืนทุนของแต่ละวิธีได้ดังตารางที่ 3.4

วิธีการ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	เฉลี่ย
1. ใช้บัลลาสต์ Low Loss	0.00	-	3.50	5.32	1.50	1.97	3.00	3.00	2.40	3.50	3.61	2.50	2.52
2. ใช้หลอด Compact Fluorescent	0.25	0.90	2.05	0.76	1.35	0.64	-	1.10	1.74	0.90	-	3.06	1.06
3. ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า	0.46	0.54	0.60	0.22	-	-	0.30	0.53	0.71	0.44	0.64	0.66	0.42
4. บำรุงรักษา Air สม่ำเสมอ	-	0.90	1.00	0.73	0.73	0.76	0.37	0.90	0.30	-	0.67	0.90	0.60

ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาเงินลงทุนเท่ากับเงินที่คืนมาของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าวิธีต่างๆ

(เนื่องจากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน มิได้มีการคำนวณอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าของบัลลาสต์ Low Loss เมื่อเปรียบเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดา ทำให้เวลาเงินลงทุนเท่ากับเงินที่คืนมาของโรงแรม B-L มีเวลานานกว่าโรงแรม A ซึ่งมีการคำนวณอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าทำให้ค่าใช้จ่ายในการซื้อบัลลาสต์ Low Loss ต่ำกว่าบัลลาสต์ธรรมดาในแต่ละปี โดยที่สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าลงได้อีก ทำให้ระยะเวลาเงินลงทุนเท่ากับเงินที่คืนมาเป็น 0)

สามารถเรียงลำดับเวลาในการคุ้มทุนได้ดังนี้

1. ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า 0.42 ปี
2. บำรุงรักษา Air Conditioner แบบ Splt Type สม่ำเสมอ 0.60 ปี
3. การเปลี่ยนหลอดไฟจากแบบหลอดไส้เป็นแบบหลอด Compact Fluorescent 1.06 ปี
4. การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแบบธรรมดาเป็นแบบ Low Loss 2.52 ปี

3.9 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่คาดหวังว่าจะลดได้

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่คาดหวังว่าจะลดได้แบ่งได้เป็น 3 ระดับคือ

1. ระดับต่ำคือ ทุกโรงแรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะวิธีที่มีจุดคุ้มทุนต่ำกว่า 1 ปี ซึ่งจากตารางที่ 3.4 มีอยู่ 2 วิธีคือ

- ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า ลดได้เฉลี่ย 0.11 %
- บำรุงรักษา Air Conditioner แบบ Splt Type สม่ำเสมอ ลดได้เฉลี่ย 4.32 %

รวมลดได้ 4.43 %

2. ระดับปานกลางคือ ทุกโรงแรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะวิธีที่มีความคุ้มทุนและเป็นวิธีที่ ใช้กันทั่วไป ซึ่งวิธีที่มักจะใช้กันทั่วไปมี 4 วิธีคือ

- ปรับ Tap หม้อแปลงไฟฟ้า ลดได้เฉลี่ย 0.11 %
- การเปลี่ยนบัลลาสต์จากแบบธรรมดาเป็นแบบ Low Loss ลดได้เฉลี่ย 0.68 %
- การเปลี่ยนหลอดไฟจากแบบหลอดไส้เป็นแบบหลอด Compact Fluorescent ลดได้เฉลี่ย 3.45 %
- บำรุงรักษา Air Conditioner แบบ Splt Type สม่ำเสมอ ลดได้เฉลี่ย 4.32 %

รวมลดได้ 8.56 %

3. ระดับสูงสุดคือ ทุกโรงแรมลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทุกวิธีที่ทำได้ทั้งคุ้มทุนและไม่คุ้มทุน ซึ่งค่าเฉลี่ยของทุกโรงแรมที่ทำการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกวิธีคือสามารถลดได้ 10.51 %

จากข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตออกจากโรงไฟฟ้าจนถึงบ้านผู้ใช้ไฟฟ้า มีการสูญเสียระหว่างการส่ง 14 % ของการใช้งาน ดังนั้นจึงต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีก 14 % เพื่อทดแทนการสูญเสียระหว่างการส่ง

และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะต้องมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าสำรองเผื่อไว้อีก 20 %

ดังนั้นจึงต้องมีการผลิตเพิ่มขึ้นอีก 34 % ของปริมาณการใช้งานเพื่อสำรองและทดแทนการสูญเสียระหว่างส่งจ่ายให้ผู้ใช้ไฟฟ้า

ดังนั้นปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าจะลดได้จึงมี 3 ระดับคือ

1. ระดับต่ำ คาดว่าจะลดได้

= 2,121.5 x 4.43 / 100

= 93.98 ล้าน kWh./ปี

เผื่ออีก 34 %

= 93.98 x 34 / 100

= 31.95 ล้าน kWh./ปี

รวมเป็น

= 93.98 + 31.95

= 125.94 ล้าน kWh./ปี

2. ระดับกลาง คาดว่าจะลดได้

= 2,121.5 x 8.56 / 100

= 181.60 ล้าน kWh./ปี

เผื่ออีก 34 %

= 181.60 x 34 / 100

= 61.74 ล้าน kWh./ปี

รวมเป็น

= 181.60 + 61.74

= 243.34 ล้าน kWh./ปี

3. ระดับสูง คาดว่าจะลดได้

= 2,121.5 x 10.51 / 100

= 222.97 ล้าน kWh./ปี

เผื่ออีก 34 %

= 222.97 x 34 / 100

= 75.81 ล้าน kWh./ปี

รวมเป็น

= 222.97 + 75.81

= 298.78 ล้าน kWh./ปี

3.10 ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้

ค่าใช้จ่ายในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ลดได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ค่าใช้จ่ายในการผลิตและส่งพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย แบ่งเป็น

- ค่าใช้จ่ายการผลิตเฉลี่ย	0.744	บาท / kWh.
- ค่าใช้จ่ายการส่งเฉลี่ย	0.255	บาท / kWh.
รวม	0.999	บาท / kWh.
2. ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิต	1.033	บาท / kWh.

ดังนั้นค่าใช้จ่ายที่คาดหวังว่าจะลดได้เท่ากับ

1. ระดับต่ำ คาดว่าจะลดได้

- ค่าใช้จ่ายการผลิต

= 125.94 x 0.744

= 93.7 ล้านบาท/ปี

- ค่าใช้จ่ายการส่ง

= 125.94 x 0.255

= 32.11 ล้านบาท/ปี

- ค่าเชื้อเพลิง

= 125.94 x 1.033

= 130.10 ล้านบาท/ปี

รวม = 93.7 + 32.11 + 130.10

= 255.91 ล้านบาท/ปี

2. ระดับกลาง คาดว่าจะลดได้

- ค่าใช้จ่ายการผลิต

= 243.34 x 0.744

= 181.04 ล้านบาท/ปี

- ค่าใช้จ่ายการส่ง

= 243.34 x 0.255

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

= 62.05 ล้านบาท/ปี

- ค่าเชื้อเพลิง

= 243.34 x 1.033

= 251.37 ล้านบาท/ปี

รวม = 181.04 + 62.05 + 251.37

= 494.46 ล้านบาท/ปี

3. ระดับสูง คาดว่าจะลดได้

- ค่าใช้จ่ายการผลิต

= 298.78 x 0.744

= 222.29 ล้านบาท/ปี

- ค่าใช้จ่ายการส่ง

= 298.78 x 0.255

= 76.19 ล้านบาท/ปี

- ค่าเชื้อเพลิง

= 298.78 x 1.033

= 308.64 ล้านบาท/ปี

รวม = 222.29 + 76.19 + 308.64

= 607.12 ล้านบาท/ปี

หน่วย : ล้านบาท/ปี

ค่าใช้จ่าย	ระดับต่ำ	ระดับกลาง	ระดับสูง
ค่าใช้จ่ายการผลิต	93.70	181.04	222.29
ค่าใช้จ่ายการส่ง	32.11	62.05	76.19
ค่าเชื้อเพลิง	130.10	251.37	308.64
รวม	255.91	494.46	607.12