



การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงาน
ในอาคารโรงแรมโดยวิธีแผนที่พลังงาน

วัชระ จำปาดิษฐ์

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2550

**The Development of Information System for Energy
Management in Hotel Building by Energy Map Method**

Watchara Jumpadit

**A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science**

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2007

เลขทะเบียน	0199657
วันที่รับ	3 ส.ย. 2551
เลขเรียกหนังสือ	333-796316
	2361 ก
	[1550]
	๑๖



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงานในอาคารโรงแรม
โดยวิธีแผนที่พลังงาน

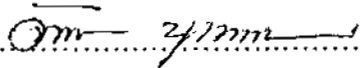
เสนอโดย วัชรระ จำปาศิษฐ์

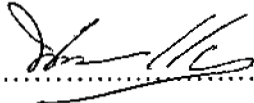
สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ผศ.ดร.ติกะ บุนนาค

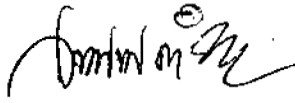
ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.รังสิต สรจิตติ)


..... กรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ผศ.ดร.ติกะ บุนนาค)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นภาพ แยมไตรพัฒน์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผศ.ดร.สมศักดิ์ คำวิชอบ)

วันที่ 8 เดือน กันยายน พ.ศ. 2550

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำสารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จล่วงไปได้ ผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ติกะ บุนนาค อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาให้ข้อคิดเห็นตลอดจนช่วยแก้ไขใน ระยะเวลาการทำสารนิพนธ์ และตรวจสอบต้นฉบับสารนิพนธ์ ขอขอบคุณคณาจารย์สาขา วิชาการ การจัดการเทคโนโลยีในอาคารที่ให้ความรู้และสามารถนำมาใช้ประกอบในการจัดทำ อันเป็นผลให้ สารนิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ ผู้จัดทำสารนิพนธ์ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และคนที่รัก ทุกคนที่เป็นกำลังใจอันสำคัญยิ่งในการทำสารนิพนธ์ จะถูกจารึกไว้ในจิตใจของผู้จัดทำด้วยความ ระลึกถึงตลอดไป

วัชระ จำปาดิษฐ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ม
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฉ
รายการสัญลักษณ์	ญ
ประมวลศัพท์และคำย่อ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของงานศึกษา	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงานในองค์กร.....	4
2.2 การดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย.....	5
2.3 การบริหารการจัดการด้านพลังงาน.....	6
2.4 การใช้พลังงานในอาคาร.....	8
2.5 อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับธุรกิจโรงแรม	9
2.6 ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง	9
2.7 ค่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน	10
2.8 การข้อมูลและแผ่นตรวจสอบ.....	11
2.9 การบันทึกข้อมูลตามกฎหมาย	11
2.10 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง	13
3. ระเบียบวิธีศึกษา.....	14
3.1 ข้อมูลทั่วไปอาคารกรณีศึกษา.....	14
3.2 ประเภทและโครงสร้างแผนที่พลังงาน	16

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.3 การจัดทำแผนที่พลังงาน.....	18
3.4 การเก็บข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนที่พลังงาน	28
3.5 การใช้งานแผนที่พลังงาน	29
4. ผลการศึกษา.....	30
4.1 แผนที่พลังงานระบบปรับอากาศ.....	32
4.2 แผนที่พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	38
4.3 การประยุกต์ใช้แผนที่พลังงาน	41
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	55
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	55
5.2 อภิปรายผลการศึกษา.....	55
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดทำแผนที่พลังงาน.....	55
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป.....	56
บรรณานุกรม.....	57
ภาคผนวก.....	59
ประวัติผู้เขียน.....	94

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 อัตราตราส่วนการใช้พลังงานในอาคาร.....	8
2.2 ลักษณะของการใช้ไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคาร	8
2.3 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU.....	9
3.1 ลักษณะการใช้พื้นที่ภายในอาคารกรณีศึกษา.....	14
3.2 รายละเอียดการบันทึกข้อมูลในแผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ.....	21
3.3 ตารางเก็บข้อมูลแผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ	23
3.4 รายละเอียดการบันทึกข้อมูลในแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง .	24
3.5 ตารางเก็บข้อมูลแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	25
4.1 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 1.....	43
4.2 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 1	44
4.2 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 2.....	46
4.3 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 2	47
4.4 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตารางมาตรการที่ 3.....	49
4.5 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 3	50
4.6 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 4 ...	52
4.7 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 4	53

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนขั้นตอนที่เจ้าของอาคาร จะต้องดำเนินการตามวิธีที่กฎหมายกำหนด	5
2.2 แสดงขั้นตอนด้านการบริหารจัดการด้านพลังงาน	7
3.1 อาคารกรณีศึกษา	16
3.2 โครงสร้างแผนที่พลังงาน	17
3.3 แหล่งที่มาของพลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคาร โรงแรม	18
3.4 อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ.....	19
3.5 การแบ่งพื้นที่ตามลักษณะการใช้งานในอาคาร โรงแรม.....	20
3.6 รายละเอียดแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ.....	26
3.7 ขั้นตอนการจัดทำแผนที่พลังงาน.....	27
3.8 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าแบบคลิป์แอมป์	28
4.1 แผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ	30
4.2 แผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	31
4.3 แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิอาคาร โรงแรมกรณีศึกษา	32
4.4 แผนที่ภาคระบบปรับอากาศ	33
4.5 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – เครื่องซีลเลอร์.....	34
4.6 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – เครื่องคลุกถึงทาวเวอร์.....	34
4.7 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – เครื่องคอนเดนเซอร์ปั๊ม.....	35
4.8 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – ปั๊มน้ำเย็น.....	36
4.9 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – Make up pump	36
4.10 แผนที่เขตรบบปรับอากาศ – AHU และ FCU	37
4.11 สัดส่วนการใช้พลังงานระบบปรับอากาศ	38
4.12 แผนที่ภาคระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	39
4.13 แผนที่ภาคและแผนที่เขตรบบไฟฟ้าแสงสว่าง.....	40
4.14 สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	41

รายการสัญลักษณ์

1A	แผนที่พลังงาน Zone 1A
1A ₁	แผนที่พลังงาน Zone 1A ₁
AHU-1	AHU เครื่องที่ 1
1B	แผนที่พลังงาน Zone 1B
1B ₁	แผนที่พลังงาน Zone 1B ₁
1C	แผนที่พลังงาน Zone 1C
1C ₁	แผนที่พลังงาน Zone 1C ₁
CDP-1,...,4	คอนเดนเซอร์ปั๊มเครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4
CH-1,...,4	เครื่องฮีตแลนเจอร์เครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4
CHWP-PRI-1,...,4	ปั๊มน้ำเส้นทางด้าน Primary เครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4
CHWP-SEC-1,...,8	ปั๊มน้ำเส้นทางด้าน Secondary เครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4
CT-1,...,4	ตุลิ่งทาวเวอร์เครื่องที่ 1 ถึงเครื่องที่ 4
FCU-1	FCU เครื่องที่ 1
FI-33,...,50	ชั้นที่ 33 ถึงชั้นที่ 50
MP-1,2	Make Up Pump เครื่องที่ 1 และเครื่องที่ 2

ประมวลศัพท์และคำย่อ

AHU	Air Handling Unit	
BOH	พื้นที่ส่วนหลัง	
CDP	คอนเดนเซอร์ปั๊ม	
CH	เครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่	
CHWP	ปั๊มน้ำเย็น	
CHWP-PRI	ปั๊มน้ำเย็น ทางด้าน Primary	
CHWP-SEC	ปั๊มน้ำเย็น ทางด้าน Secondary	
CS	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน	บาท
CT	คูลิ่งทาวเวอร์	
FCU	Fan coil Unit	
F1	ชั้น	
I	กระแสไฟฟ้า	A
IC	เงินลงทุนเพื่อใช้ดำเนินการประหยัดพลังงาน	บาท
Ip	พลังงานที่ใช้	W-h
L	พลังงานที่สูญเสีย	W-h
MP	Make up Pump	
Op	ผลที่ได้รับจากการใช้พลังงาน	W-h
P	กำลังไฟฟ้า	W
Pp	ระยะเวลาดำเนินทุน	เดือน
SC	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อเดือน	บาท
T	ระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์พลังงาน	h
V	แรงดันไฟฟ้า	V

หัวข้อสารนิพนธ์	การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการพลังงาน ในอาคาร โรงแรม โดยวิธีแผนที่พลังงาน
ชื่อผู้เขียน	วัชรระ จำปาศิษฐ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติกะ บุนนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงานในอาคารโรงแรม โดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน เนื่องจากอาคารประเภทโรงแรมเป็นอาคารที่ให้บริการ 24 ชั่วโมงเพื่อให้บริการแก่ผู้มาใช้บริการและมีอัตราการใช้พลังงานสูง ดังนั้นการวางแผนงานในการประหยัดพลังงานจึงเป็นสิ่งสำคัญในการดำเนินธุรกิจ การพัฒนาเทคนิควิธีการสำหรับเก็บรวบรวม จัดระบบ พิจารณาและวิเคราะห์ข้อมูล การใช้พลังงานของอุปกรณ์พลังงานรวมทั้งการจำลองมาตรการอนุรักษ์พลังงานต่างๆ ซึ่งเรียกว่า “แผนที่พลังงาน” โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ แผนที่ภาพรวม แผนที่ภาค แผนที่เขต และแผนที่เขตย่อย การศึกษาในอาคารกรณีศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

จากการดำเนินการในอาคารกรณีศึกษาทำให้พบว่า เครื่องซีลเลอร์ เป็นอุปกรณ์พลังงานที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดในระบบปรับอากาศ โดยมีสัดส่วนสูงถึง 53.41% ของพลังงานรวมในระบบปรับอากาศ สำหรับการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นพบว่า พื้นที่ส่วนหน้ามีการใช้พลังงานสูงถึง 83.3 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยสิ่งที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานคือ จำนวนของอุปกรณ์พลังงาน กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ และชั่วโมงการใช้งานต่อวันของอุปกรณ์ แผนที่พลังงานประกอบด้วยโครงสร้างของอุปกรณ์ ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์พลังงาน และการประมวลผลพลังงานทั้งหมด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนเพื่ออนุรักษ์พลังงานประหยัดเวลาในขั้นตอนของการประมวลผล เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรายการของอุปกรณ์ที่อาจเกิดขึ้นภายในอาคาร

คำสำคัญ : การจัดการพลังงาน / แผนที่พลังงาน / ระบบสารสนเทศ

Thesis Title The Development of Information System for Energy Management
 in Hotel Building by Energy Map Method

Author Watchara Jumpadit

Thesis Advisor Assistant Professor Dr.Tika Bunnag

Department Building Technology Management

Academic Year 2007

ABSTRACT

The study is to develop the information system for energy management in hotel building by using the energy map method. Hotel building is one of commercial building which has high level of energy consumption due to the necessity of 24-hour operating to provide comfortable and convenience to the customer. The ability of energy saving is therefore the critical factor for business success. The development of techniques in data consolidating, systematizing and analyzing the energy Information. This method is call Energy Map. Mapping is designed in diagram mapping and table mapping and categorized to 4 levels which are overview, regional, districts and specific area. In this study, energy map method is adopted to manage energy consumption in particularly air-conditioning system and lighting system

Based on finding of the case study, chiller is the most energy consumption machine in air-conditioning system equal to 53.41%. In lighting system, front of house area has highest level of energy consumption equal to 83.3%. The important factors that affect to the energy usage are number of equipments, capacity and usage hour per day. The energy map consists of structure of equipments, specific data of each equipments and energy evaluation processing. It is beneficial for energy saving plan and also will significantly reduce time for data processing when some electrical appliances are changed.

Key words: Energy Management / Energy Map / Information System

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เราใช้พลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การคมนาคมขนส่ง การบริการและการผลิตทั้งในภาคเกษตรกรรม และภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานในประเทศโดยเฉพาะน้ำมันเชื้อเพลิงซึ่งมีปริมาณการใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามความต้องการการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเติบโตทางเศรษฐกิจ ในขณะที่ประเทศต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศเนื่องจากการที่ประเทศไทยไม่มีแหล่งน้ำมันเพียงพอกับการใช้งาน ดังนั้นในแต่ละปีรัฐบาลต้องสูญเสียงบประมาณในการนำเข้าน้ำมันดิบ เป็นจำนวนมหาศาลและเนื่องจาก แหล่งน้ำมันในโลกมีจำนวนจำกัด และมีการทำนายว่าจะหมดไปภายในเวลาที่ไม่นาน ส่งผลให้ แนวโน้มราคาน้ำมันสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ประเทศผู้นำเข้าน้ำมัน จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้พลังงานอย่างประหยัด เพื่อควบคุมปริมาณการใช้ให้คงที่หรือไม่เพิ่มขึ้น

จุดเริ่มต้นของการอนุรักษ์พลังงานในประเทศไทย มีมาตั้งแต่ปี 2516 ซึ่งในขณะนั้น ทั่วโลกเกิดวิกฤตพลังงาน ประเทศไทยเป็นหนึ่งในหลายประเทศที่ประสบปัญหาจากวิกฤตดังกล่าวจึงมีการดำเนินมาตรการต่างๆเพื่อลดการใช้พลังงาน เช่น การปิดปั้มน้ำมันในเวลากลางคืน ลดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในทางสาธารณะลง ร้อยละ 50 เป็นต้น หลังวิกฤตพลังงานผ่านพ้น มาตรการเหล่านี้ได้ถูกยกเลิกไป และในปี พ.ศ.2522 เกิดวิกฤตพลังงานของโลก เป็นครั้งที่ 2 จึงเป็นจุดที่เริ่มเกิดแนวความคิดที่จะต้องออกกฎหมายเพื่อการอนุรักษ์พลังงานใช้บังคับอย่างจริงจังในประเทศ ต่อมาได้มีการเริ่มต้นร่างและคิดเรื่องการจัดทำพระราชบัญญัติเพื่อส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงานขึ้น และเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2535 ประกาศใช้เมื่อวันที่ 2 เมษายน 2535 และมีผลบังคับใช้ ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2535 เป็นต้นมา จนถึงปัจจุบัน โดยกำหนดให้กลุ่มเป้าหมาย คือ โรงงาน อุตสาหกรรม โรงแรมและอาคารธุรกิจต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ โดยรัฐจะเป็นผู้ให้การสนับสนุนทางเทคนิค และวิชาการทางด้านเทคโนโลยี การอนุรักษ์พลังงาน

การใช้พลังงานในส่วนของธุรกิจอาคารพาณิชย์เป็นสาขาหนึ่งที่มีปริมาณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานค่อนข้างสูง เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้พลังงานรวมของประเทศ ธุรกิจอาคารพาณิชย์ในที่นี้รวมถึง อาคาร โรงแรม ซึ่งเป็นธุรกิจที่อำนวยความสะดวกสบายในเรื่องที่พักและบริการต่างๆ แก่ผู้เดินทาง และนักท่องเที่ยว เป็นธุรกิจที่มีบทบาทและมีความสำคัญที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละ

มากกว่าห้าหมื่นล้านบาท ซึ่งในปัจจุบันรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมและสนับสนุนการท่องเที่ยวเพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลาง การท่องเที่ยวของโลก นอกจากสถานที่ท่องเที่ยวที่งดงามแล้ว เเงื่อนไขที่สำคัญที่จะบรรลุเป้าหมายดังกล่าวคือ การให้บริการด้านที่พักและความสะดวกสบายต่างๆ ในโรงแรม เพื่อสร้างความพึงพอใจ และความประทับใจให้แก่นักท่องเที่ยว อันจะทำให้ยอดนักท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้นและ เป็นมาตรการ การส่งเสริมการท่องเที่ยวอย่างเป็นทางการของรัฐ ซึ่งได้ผลสูงสุด เนื่องจากธุรกิจโรงแรมเป็นธุรกิจที่ต้องให้บริการ 24 ชั่วโมง เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่เข้าใช้บริการส่งผลให้มีการใช้พลังงานที่สูงมาก การใช้พลังงานในโรงแรมมีทั้ง การใช้พลังงานไฟฟ้า และพลังงานความร้อน การดำเนินการจัดการด้านพลังงานจึงเป็นไปตามแผน การอนุรักษ์เพื่ออนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายทั้งยังเป็นการลดต้นทุนและค่าใช้จ่ายด้านพลังงานซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งหากทำได้ย่อมมีประสิทธิภาพ นอกจากจะเกิดผลด้านการลดต้นทุนการดำเนินการลง ทำให้กิจการมีกำไรมากขึ้นแล้ว ยังส่งผลให้พนักงานได้รับค่าตอบแทนที่สูงขึ้นทำให้เกิดการตั้งใจทำงานอย่างมีความสุขกับการให้บริการแก่แขกที่มาพัก นอกจากนั้นยังช่วยลดการใช้พลังงานโดยรวมของประเทศด้วย

ในการดำเนินการประหยัดพลังงานให้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ สิ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องดำเนินการคือ การจัดเก็บรวบรวมข้อมูลด้านพลังงาน อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งคือ ระเบียบวิธีการจัดเก็บข้อมูลรวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูล และการใช้ประโยชน์จากข้อมูลด้านพลังงานที่มีอยู่ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นการพัฒนาเทคนิค วิธีการรวบรวมข้อมูลอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานและพลังงานที่เกิดขึ้นจากการใช้งานอย่างเป็นระบบและมีแบบแผน ทั้งยังสามารถวิเคราะห์การใช้พลังงานที่เกิดหรือมีการเปลี่ยนแปลงรายการข้อมูลของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานได้อย่างรวดเร็ว เพื่อมุ่งสู่เป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นทางการและสามารถดำเนินการปรับปรุงให้การทำงานด้านพลังงานเกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการใช้งาน กล่าวรวมในที่นี้คือ การพัฒนาระบบสารสนเทศด้านพลังงาน โดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านพลังงาน ตามวิธีแผนที่พลังงานเพื่อใช้ในอาคารประเภทโรงแรม
2. เพื่อจัดทำแผนที่พลังงานเพื่อใช้ในอาคารประเภทโรงแรม

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ในการพิจารณาแผนที่พลังงาน จะทำเพื่อใช้กับอาคารประเภท โรงแรมเท่านั้น
2. การพัฒนาแผนที่พลังงานจะพัฒนาเฉพาะส่วนที่เป็นพลังงาน ไฟฟ้าเท่านั้น
3. แผนที่พลังงานที่พัฒนาขึ้น รวบรวมข้อมูลพลังงาน ไฟฟ้าเฉพาะส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ในชั้น 33-60 และคาดฟ้า ในอาคารต้นแบบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำแผนที่พลังงานที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการแผนจัดการพลังงานของ อาคารประเภทโรงแรม
2. สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดทำข้อมูลรายละเอียดการอนุรักษ์พลังงานตามแบบ บพอ.2 ได้
3. ใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในอนาคต
4. ใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานในอาคารประเภทโรงแรม
5. เพื่อเป็นเครื่องมือในการวางมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานเพื่อลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน และให้การดำเนินการประหยัดพลังงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และการศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการประหยัดพลังงานในองค์กร

ปัจจุบันภาวะการณปัจจุบันภาคธุรกิจต่าง ๆ มีการแข่งขันกันมากขึ้น การเพิ่มรายได้โดยการเพิ่มยอดขาย หรือเพิ่มราคาขาย เริ่มทำได้ยากขึ้น ผู้ประกอบการส่วนใหญ่จึงหันมา มุ่งเน้นในการลดต้นทุนกันมากขึ้น ต้นทุนที่สำคัญประการหนึ่งของกิจการที่ผู้ประกอบการได้ให้ ความสนใจมากที่สุดคือ การลดต้นทุนด้านพลังงาน หรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อ ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่องค์กรโดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของ บุคลากรในองค์กรนั้นๆ

หลักการพื้นฐานในการลดปริมาณการใช้พลังงานภายในองค์กรมีอยู่ด้วยกัน 3 ประการคือ

1. ลดการใช้พลังงานที่สิ้นเปลือง (Reduce) เป็นการลดการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็น และเกินความต้องการซึ่งอาจเกิดจากผู้ใช้งานที่มีการใช้งานอย่างไม่ถูกต้อง หรือเกิดจาก การออกแบบที่เกินความต้องการและไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริง
2. การเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงาน (Increase Efficiency) หมายถึง อัตราส่วนของ ผลที่ได้รับ (Output) จากการใช้พลังงาน ต่อ พลังงานที่ใช้ไป (Input) เมื่อพลังงานที่ ได้รับ มีค่าเท่ากับ พลังงานที่ใช้ไป ลบด้วย การสูญเสีย (Loss) ที่เกิดขึ้น ซึ่งสามารถ แสดงได้จากสมการ

$$E_{\#} = \frac{(Ip - L) \times 100}{Ip} \dots\dots\dots 2.1$$

เมื่อ $E_{\#}$ หมายถึง ประสิทธิภาพ (Efficiency), %

Op หมายถึง ผลที่ได้รับจากการใช้พลังงาน (Output), W

Ip หมายถึง พลังงานที่ใช้ไป (Input), W

L หมายถึง พลังงานที่สูญเสีย (Loss), W

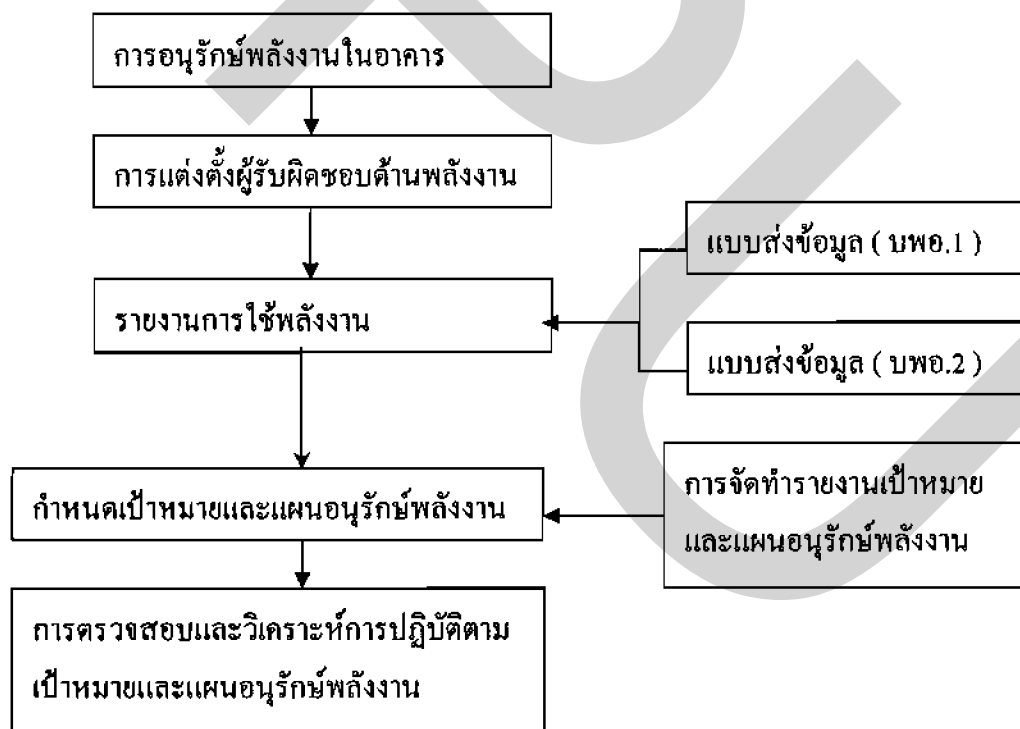
จากสมการ 2.1 แสดงให้เห็นว่า การเพิ่มประสิทธิภาพ ของการใช้พลังงาน คือ การลดค่า การสูญเสียที่เกิดขึ้น โดยค่าของประสิทธิภาพจะแปรผกผันกับค่าการสูญเสีย จากหลักการ

ดังกล่าว ค่าของประสิทธิภาพจึงถูกนำมาใช้เป็นค่าเปรียบเทียบในการประเมินการใช้พลังงานเสมอ

3. การนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) เป็นการนำพลังงานที่เหลือทิ้งจากการใช้งาน กลับมาใช้ใหม่เพื่อให้เกิดประโยชน์ เช่น การนำลมร้อนจากระบบระบายอากาศของห้องซักกรีด มาผลิตน้ำร้อนแล้วส่งกลับมาใช้ใหม่ในระบบซักกรีด เป็นต้น

2.2 การดำเนินการด้านการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 และพระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุม พ.ศ.2538 กำหนดให้อาคารหรือกลุ่มอาคารที่อยู่ในเลขที่บ้านเดียวกัน ที่ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า ตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงไฟฟ้า ชุดเดียว หรือหลายชุด รวมกันเกินกว่า 1,175 kVA หรือใช้พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสิ้นเปลืองเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้ามากกว่า 20 ล้านMJ/Year เป็นอาคารควบคุมจะต้องปฏิบัติตามกฎโดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงขั้นตอนที่เจ้าของอาคารควบคุมจะต้องดำเนินการตามวิธีที่กฎหมายกำหนด

2.3 การบริหาร การจัดการด้านพลังงาน

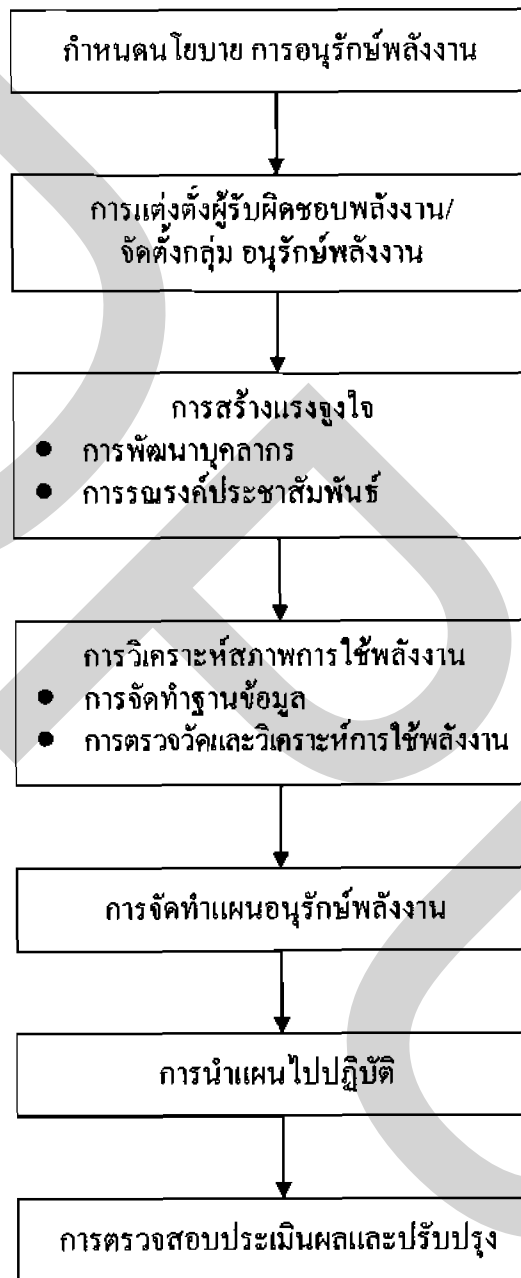
ในการจัดการด้านพลังงานเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่เป็นการลดความต้องการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น หรือลดความสูญเสียด้านพลังงานที่เกิดขึ้น โดยการจัดการบริหารที่ดี เป็นการนำไปสู่ การลดค่าใช้จ่าย ด้านพลังงาน หรือต้นทุน รวมถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีแนวทางเบื้องต้น ดังนี้

- การลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น (Good House Keeping) เช่น การตั้งอุณหภูมิของห้องปรับอากาศให้เหมาะสม การปิดเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ไม่ได้ใช้งาน หรือการลดเวลาใช้งานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์
- การลดความสูญเสีย (Reduce loss) เช่น ความสูญเสียที่เกิดจากการจัดการที่ไม่เหมาะสม การออกแบบ ที่เกินความต้องการ ซึ่งเป็นต้นเหตุของการใช้พลังงานอย่างไม่มีประสิทธิภาพ
- การนำความสูญเสีย (Losses Recovery) กลับมาใช้งาน เช่น การนำความร้อนที่เหลือจากการใช้งานกลับมาใช้ใหม่
- การจัดการความต้องการใช้พลังงานให้เหมาะสมกับสภาวะการณ์ทำงาน เช่น ในกรณีระบบพลังงานนั้น ๆ ประกอบด้วย อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรหลาย ๆ เครื่องจักร จะต้องเพิ่มภาระการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรให้ใกล้เคียงกับพิกัดติดตั้ง เพื่อให้อุปกรณ์หรือเครื่องจักรมีประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรที่ไม่มีภาระ
- การบำรุงรักษาที่ดี ซึ่งจะมีผลทำให้อุปกรณ์ หรือเครื่องจักรมีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความยั่งยืน จำเป็นต้องมีระบบ การจัดการพลังงาน อย่างเหมาะสม และมีปัจจัยหลายอย่างที่จะนำไปสู่ความสำเร็จ ของการจัดการด้านพลังงาน เช่น

- นโยบายการบริหารจัดการ ด้านพลังงาน เป็นที่ยอมรับจากผู้บริหาร
- มีบุคลากร / องค์กรที่สามารถดำเนินการ และแนะนำในเรื่องการจัดการพลังงาน
- พนักงานในองค์กร ตระหนัก และยอมรับถึงความสำคัญของการจัดการพลังงานอย่างกว้างขวาง
- มีแผนปฏิบัติ และปฏิบัติตามแผนอย่างจริงจัง และต่อเนื่อง
- มีการติดตาม ประเมินผล และปรับปรุงการปฏิบัติ การอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง
- รณรงค์ และประชาสัมพันธ์ ผลงานต่อเนื่อง

สามารถสรุปภาพรวมหรือองค์ประกอบของการจัดการด้านระบบการจัดการพลังงานเป็น
ขั้นตอนการดำเนินงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนด้านการบริหารจัดการด้านพลังงาน

2.4 การใช้พลังงานในอาคาร

การใช้พลังงานในอาคารส่วนใหญ่ถูก นำมาใช้ในการอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร ซึ่งมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ

- พลังงานไฟฟ้า
- พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง

อาคารพาณิชย์ เป็นกลุ่มที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศ รองลงมาจากกลุ่มโรงงาน อุตสาหกรรม และมีแนวโน้มของการใช้เพิ่มมากขึ้น ส่วนการใช้พลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง จะมีการใช้ในอาคารบางประเภทเท่านั้น ซึ่งจะใช้สำหรับระบบทำน้ำอุ่น ระบบซักรีด ระบบฆ่าเชื้อ และการทำอาหาร ได้แก่ อาคาร ประเภทโรงแรม และโรงพยาบาล ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนการใช้พลังงานในอาคาร

ประเภทอาคาร	ร้อยละของพลังงานไฟฟ้า	ร้อยละของพลังงาน ความร้อน
โรงแรม	70 – 25	25 – 30
สำนักงาน	100	-
ศูนย์การค้า	100	-
โรงพยาบาล	80 – 85	15 – 20

ลักษณะการใช้พลังงานในอาคารส่วนใหญ่ จะเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยถูกใช้ไปในระบบปรับอากาศ ในการปรับอากาศ และความร้อน เพื่อสร้างภาวะสบายให้กับผู้ใช้ในอาคาร ในสัดส่วนที่มากที่สุดและรองลงมาถูกนำไปใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัดส่วนของการใช้ไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคาร

ประเภทอาคาร	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบแสงสว่าง (%)	ระบบอื่น ๆ (%)
โรงแรม	60 – 70	15 – 20	10 – 25
สำนักงาน	50 – 60	20 – 30	10 – 20
ศูนย์การค้า	60 – 65	20 – 25	10 – 20
โรงพยาบาล	50 – 60	20 – 30	10 – 20

2.5 อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับธุรกิจโรงแรม

อัตราค่าไฟฟ้าสำหรับธุรกิจ โรงแรมถูกกำหนดให้มีการจัดเก็บในอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาการใช้ หรือ Time of Use (TOU) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 วัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้ไฟฟ้าลดการใช้ในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งรายละเอียดอัตราค่าไฟฟ้าได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU

ประเภท	ค่าความต้องการ พลังไฟฟ้า (บาท / kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ kWh)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
		1	2	
5.2.1 แรงดัน 69 kV	74.14	2.6136	1.1726	228.17
5.2.2 แรงดัน 12-24 kV ขึ้นไป	132.93	2.6950	1.1914	228.17
5.2.3 แรงดันต่ำกว่า 12 kV	210	2.8408	1.2246	228.17

1* On Peak : เวลา 9.00 – 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

2* Off Peak : เวลา 22.00 – 09.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

เวลา 00.00 – 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ และ วันหยุดข้าราชการตามปกติไม่รวมวันหยุดชดเชย

2.6 ตัวแปรทางไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบหลัก ๆ ของค่าทางไฟฟ้าประกอบด้วย

- แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Volt (V) ในที่นี้จะกล่าวถึงแรงดันไฟฟ้าแรงต่ำที่ใช้ภายในอาคารทั่วไป โดยมีค่าแรงดันไฟฟ้า 220 V สำหรับระบบ 1- เฟส และ 380 V สำหรับ 3-เฟส
- กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น Am pare (A) ซึ่งกระแสไฟฟ้านี้จะไหลผ่านอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยที่ค่าของกระแสไฟฟ้าจะมีค่าน้อยขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าของ อุปกรณ์นั้นๆ ซึ่งจะได้อธิบายต่อไป
- เพาเวอร์แฟกเตอร์, PF คือ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 0-1 และโดยทั่วไปจะควบคุมอยู่ระหว่าง 0.85-1.00
- กำลังไฟฟ้า คือ ความต้องการไฟฟ้าจริงที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องการใช้ในการทำงาน มีหน่วย

- เป็น วัตต์ (Watt) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$\text{ระบบไฟฟ้า 1-เฟส } P = VI \cos\theta \dots\dots\dots 2.2$$

$$\text{ระบบไฟฟ้า 3-เฟส } P = \sqrt{3} VI \cos\theta \dots\dots\dots 2.3$$

เมื่อ P หมายถึง กำลังไฟฟ้า (W)

V หมายถึง แรงดันไฟฟ้า (V)

I หมายถึง กระแสไฟฟ้า (A)

$\cos\theta$ หมายถึง ค่า Power Factor

- พลังงานไฟฟ้า คือ พลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรือเครื่องจักรใช้ในการทำงานในระยะเวลาหนึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมง (Wh) หรือกิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ

$$E = PT \dots\dots\dots 2.4$$

$$\text{หรือ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส } E = VI \cos\theta \times T \dots\dots\dots 2.5$$

$$\text{ระบบไฟฟ้า 3 เฟส } E = \sqrt{3} VI \cos\theta \times T \dots\dots\dots 2.6$$

เมื่อ E หมายถึง พลังงานไฟฟ้า (W)

T หมายถึง ระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า (hour)

2.7 ค่าตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน

การดำเนินการประหยัดพลังงานและการวางมาตรการประหยัดพลังงาน สิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเพื่อช่วยในการตัดสินใจเสมอคือ เรื่องการเงิน หรือข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องดังนี้

- เงินลงทุน (Investment Cost) หมายถึง ค่าใช้จ่ายเพื่อดำเนินการในการประหยัดพลังงาน ซึ่งอาจหมายถึงค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรเพื่อนำมาเปลี่ยนอุปกรณ์เดิมที่มีการใช้พลังงานในการทำสูง และรวมถึงค่าใช้จ่ายเพื่อใช้ในการติดตั้ง

• ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) หมายถึง ระยะเวลาที่เกิดจาก จำนวนเงินลงทุนหารด้วย จำนวนเงินที่ได้จากผลของการดำเนินการประหยัดพลังงานต่อหน่วยเวลา (Saving Cost) ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$P_p = \frac{IC}{SC} \dots\dots\dots 2.7$$

เมื่อ P_p หมายถึง ระยะเวลาคืนทุน (เดือน)

IC หมายถึง จำนวนเงินลงทุนที่ใช้เพื่อดำเนินการประหยัดพลังงาน (บาท)

SC หมายถึง จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (Saving Cost) ต่อเดือน (บาท/เดือน)

2.8 การเก็บข้อมูลและแผ่นตรวจสอบ

ในวงการสถิติและวิชาการสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ข้อเท็จจริงเกี่ยวกับเรื่องต่างๆ ที่สนใจ ซึ่งอาจเป็นข้อเท็จจริงที่เป็นตัวเลข เช่น ปริมาณการใช้พลังงานของอาคาร หรือการนำเข้าเชื้อเพลิงเพื่อใช้ผลิตพลังงานของประเทศไทย ซึ่งในทางสถิติ เรียกข้อมูลประเภทนี้ว่า ข้อมูลเชิงปริมาณ หรืออาจเป็นข้อเท็จจริงที่ไม่ใช่ตัวเลข เช่น ชื่อเพศ อาชีพ สถานภาพ ลักษณะนิสัย ความต้องการหรือความพึงพอใจ ซึ่งในทางสถิติเรียกว่า ข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งข้อมูลนี้ จึงจัดว่าเป็นข้อมูลดิบ ที่จะใช้ผลิตเป็นข่าวสาร หรือความรู้เฉพาะ เป็นที่น่าสนใจ ทั้งนี้ โดยผ่านวิธีที่เหมาะสม

วัตถุประสงค์ ของการเก็บข้อมูล คือ

1. เพื่อควบคุมและติดตามผลดำเนินงาน หรือสิ่งที่ต้องการตรวจวัด
2. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความไม่สอดคล้อง

ดังนั้น ข้อมูลใดๆ ที่มีการเก็บขึ้นมา จะต้องมียุทธศาสตร์เฉพาะตัวที่ชัดเจน และต้องตามด้วยการปฏิบัติการเท่านั้น จึงจะเกิดประโยชน์และ เครื่องมือที่ช่วยในการเก็บข้อมูลที่มีความสำคัญและใช้กันอยู่โดยทั่วไป คือ แผ่นตรวจสอบ ซึ่งเป็นแบบฟอร์มที่ได้รับการออกแบบช่องว่างต่างๆ เพื่อให้ผู้บันทึกสามารถลงบันทึก ข้อมูลต่างๆ ลงในแต่ละช่องว่างได้อย่างสะดวก ถูกต้อง ไม่ยุ่งยาก และต้องเขียนน้อยที่สุด ขณะเดียวกัน ผู้ที่อ่านข้อมูล หลังจากจดบันทึก แล้วต้องเข้าใจได้ง่าย นำไปใช้ได้เสีย ดังนั้นในการออกแบบฟอร์ม แผ่นตรวจสอบ จึงต้องกำหนดเป้าหมายไว้อย่างน้อย 2 ประการ คือ

1. เพื่อช่วยให้การกรอกข้อมูลสะดวกสบายที่สุด
2. เพื่อให้ข้อมูลที่จดบันทึก สามารถนำไปใช้ได้โดยง่ายขายที่สุด

2.9 การบันทึกข้อมูลตามกฎหมาย

ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมและอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ได้กำหนดให้ อาคารที่เข้าข่าย อาคารควบคุม จะต้องจัดทำข้อมูลพลังงาน ตามแบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน และการติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการ ใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน หรือเรียกว่า บพอ. 2 มีส่วนประกอบและรายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารควบคุม

- 1.1) ชื่ออาคาร
- 1.2) ที่ตั้งอาคาร
- 1.3) ประเภทอาคาร
- 1.4) เวลาทำงานของอาคาร
- 1.5) จำนวนห้องหรือเตียงทั้งหมด
- 1.6) การใช้ประโยชน์ พื้นที่ใช้งานจริงในแต่ละเดือน
- 1.7) ชื่อผู้รับผิดชอบพลังงาน

ส่วนที่ 2 ข้อมูลลักษณะอาคาร

- 2.1) ข้อมูลพื้นที่อาคาร
- 2.2) ผังบริเวณ และทิศที่ตั้งอาคาร
- 2.3) บันทึกการแก้ไขต่อเติมอาคาร หรือปลูกสร้างอาคารเพิ่มเติม

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการใช้พลังงาน

- 3.1) การซื้อไฟฟ้า
- 3.2) การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ
- 3.3) การใช้เชื้อเพลิง
- 3.4) การใช้เชื้อเพลิงในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์
- 3.5) การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า
- 3.6) สรุปการใช้พลังงาน

ส่วนที่ 4 การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน

- 4.1) การติดตั้งเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน
 - 4.1.1) หม้อแปลงไฟฟ้า
 - 4.1.2) ระบบปรับอากาศแบบหน่วยเดี่ยว
 - 4.1.3) ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
 - 4.1.4) ระบบแสงสว่าง
 - 4.1.5) เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ขนาดตั้งแต่ 5 กิโลวัตต์ขึ้นไป
 - 4.1.6) หม้อไอน้ำ
 - 4.1.7) เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในระบบการนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้

4.1.8) เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำ

4.1.9) ระบบผลิตไฟฟ้า - เครื่องต้นกำลัง
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

4.1.10) เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่ใช้เชื้อเพลิงอื่นๆ

4.2) การเปลี่ยนแปลง หรือปรับปรุงเครื่องจักรหรืออุปกรณ์และมาตรการอนุรักษ์พลังงาน

2.10 การศึกษาที่เกี่ยวข้อง

แผนที่พลังงานเป็นการพัฒนาขึ้นมาใหม่ทั้งหมดโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิถะ นุนนาค ร่วมกับ บริษัทเนสเลย์เปอริเออร์วิสเซิล ประเทศไทย ในปี 2540 แต่การพัฒนายังไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ดังนั้นการวิจัยที่เกี่ยวข้องในเรื่องนี้จึงยังไม่มี อย่างไรก็ตามการวิจัยที่ใกล้เคียงในด้านการพัฒนาระบบการจัดการพลังงาน มีดังนี้

- สุวรรณ รุ่งเรืองมานา (2541) การวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐกรณีศึกษา อาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ซึ่งศึกษาถึงการเปรียบเทียบทางเลือก ระหว่างการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูง กับกรณีที่ไม่มีการปรับเปลี่ยน โดยจะเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ตามหลักสัมฤทธิ์ภาพตามต้นทุน ผลการศึกษาพบว่าโครงการอนุรักษ์พลังงานของรัฐ ควรได้รับการสนับสนุนให้ดำเนินการ เพื่อให้ได้เป็นโครงการ เพื่อที่จะได้เป็นโครงการตัวอย่าง แก่ภาคเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง สำหรับพระราชบัญญัติการอนุรักษ์พลังงาน ที่มีผลให้ภาคเอกชนจะต้องทำการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และโรงงานที่จะส่งผลในการประหยัดพลังงานของประเทศและยังทำให้การใช้พลังงานของประเทศมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

- มัชฌนา พุกกุล (2541) ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของพนักงาน ในกิจการการณรงค์ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร กรณีศึกษา โรงแรมเชลล์ทรลพลาซ่า ผลการศึกษาพบว่า พนักงานส่วนใหญ่เคยมีประสบการณ์ด้านการประหยัดพลังงาน และอนุรักษ์พลังงานมาก่อนที่จะทำการวิจัย และเห็นว่าผลการประหยัดพลังงานที่พบเห็นมีประโยชน์มาก แต่ไม่แน่ใจว่าการอนุรักษ์พลังงานมีลักษณะเช่นใด ปัจจัยที่มีผลต่อการอนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วยระดับการศึกษาของพนักงาน บุคลิกภาพ ด้านการยอมรับสิ่งใหม่ ลักษณะสังคมและสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ ด้านการอนุรักษ์พลังงาน พนักงานในอาคารกรณีศึกษามีพฤติกรรมการมีส่วนร่วมในกิจกรรม การณรงค์ เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคารค่อนข้างดี และมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมเป็นอย่างมาก

บทที่ 3

ระเบียบวิธีศึกษา

3.1 ข้อมูลทั่วไปอาคารกรณีศึกษา

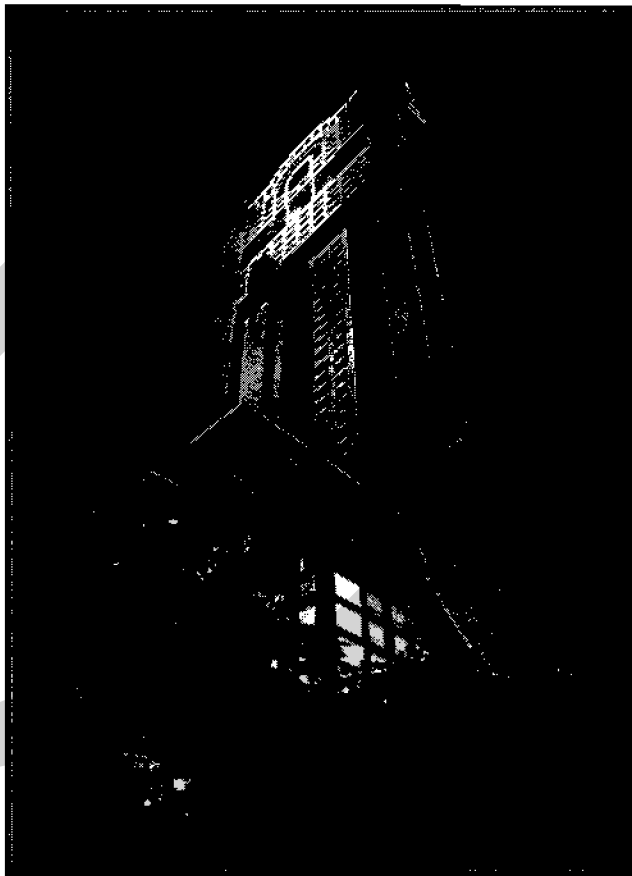
ลักษณะเป็นอาคารที่มีความสูง 60 ชั้นระดับความสูง 196 เมตร จากระดับพื้นดิน ซึ่งเป็นอาคารที่มีความสูงติดอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย โดยมีที่ตั้งอยู่ย่านใจกลางธุรกิจบนถนนสาทรใต้โดยมีอายุการใช้งานของอาคารประมาณ 10 ปี โดยเปิดใช้งานเมื่อ ปี พ.ศ. 2539 อาคารนี้มีพื้นที่ทั้งหมด 41,563.09 ตารางเมตร พื้นที่ใช้สอยรวม 30,578.60 ตารางเมตร โดยแบ่งเป็นพื้นที่ปรับอากาศ 5,554.86 ตารางเมตร พื้นที่ไม่ปรับอากาศ 5,023.74 ตารางเมตร ซึ่งจัดอยู่ในประเภทอาคารขนาดใหญ่พิเศษเนื่องจากมีขนาดพื้นที่เกิน 10,000 ตารางเมตร โดยมีธุรกิจหลักภายในอาคารแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ธุรกิจโรงแรมและให้เช่าพื้นที่เพื่อทำสำนักงาน ธุรกิจโรงแรมจัดอยู่ในกลุ่มโรงแรมห้าดาวมีจำนวนห้องพัก 216 ห้อง และห้องอาหารจำนวน 6 ห้อง สำหรับชั้นที่เป็นพื้นที่ให้เช่าเพื่อเป็นสำนักงาน ปัจจุบันอยู่ในระหว่างการปรับปรุงเพื่อเปลี่ยนเป็นห้องพักแขกและสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับธุรกิจโรงแรม โดยเริ่มปรับปรุงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 และกำหนดเสร็จสมบูรณ์ทั้งหมดในปี พ.ศ. 2551 จากลักษณะธุรกิจ ที่กล่าวมาและการดำเนินการของธุรกิจโรงแรมทำให้มีการใช้พื้นที่ภายในอาคาร ต่างกันไปในแต่ละชั้น ซึ่งมีรายละเอียดตามตารางที่ 3.1 และลักษณะของอาคารตามรูปที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ลักษณะการใช้พื้นที่ภายในอาคารภายในอาคารกรณีศึกษา

ชั้นที่	ลักษณะการใช้พื้นที่ภายในอาคาร
คาถฟ้า	ห้องอาหารบาร์บีคิว, ห้องครัว
60	ห้องอาหารจีน, ห้องครัว
59	ห้องอาหารซีฟู้ด, ห้องครัว
55-58	ห้องพักแขก ชั้นละ 10 ห้อง จำนวน 40 ห้อง
53-54	ห้องอาหารญี่ปุ่น, ห้องครัว
51-52	ห้องอาหารไทย, ห้องครัว ห้องเครื่องไฟฟ้าและห้องเครื่องซิลเลอร์

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชั้นที่	ลักษณะการใช้พื้นที่ภายในอาคาร
36-39, 41-50	ห้องพักแขก ชั้นละ 10 ห้อง จำนวน 140 ห้อง
33-35, 40	ห้องพักแขก ชั้นละ 9 ห้อง จำนวน 36 ห้อง ห้องเครื่อง
23-32	อยู่ในระหว่างการปรับปรุง
22	สำนักงาน
21	ห้องออกกำลังกาย, สระว่ายน้ำและ Gallery
20	สปา
19	Club lounge
15-18	อยู่ในระหว่างการปรับปรุง
14	ห้องฝึกอบรม, ห้องอาหารพนักงาน, ห้องพักผ่อนของพนักงาน
12	สำนักงานผู้บริหาร
10-11	ห้องประชุม
3-9	ลานจอดรถในอาคาร
2	ห้องประชุมและลานจอดรถภายในอาคาร
Ground	Lobby, สำนักงาน, พื้นที่ส่วนหลังของโรงแรม ห้องเครื่องไฟฟ้า
Basement	ห้องอาหารนานาชาติ, สำนักงาน, ห้องครัว, ห้องซักรีด และพื้นที่ส่วนหลัง
ชั้นใต้ดิน	ห้องเครื่องดับเพลิง, ระบบบำบัดน้ำเสีย และบ่อเก็บน้ำใต้ดิน



รูปที่ 3.1 อาคารกรณีศึกษา

3.2 ประเภทและโครงสร้าง แผนที่พลังงาน

แผนที่พลังงานเป็นการนำเสนอที่มากการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน ซึ่งบ่งชี้ถึงกลุ่มของอุปกรณ์และที่ตั้งของอุปกรณ์ทั้งหมดที่อยู่ในอาคาร ซึ่งแผนที่พลังงานสามารถแบ่งออกได้ตามลักษณะการนำเสนอได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ (Diagram Energy Map)

เป็นการนำเสนอข้อมูลพลังงานในลักษณะของบล็อกไดอะแกรม (Block diagram) ซึ่งทำให้รวดเร็วต่อการทำความเข้าใจ

2. แผนที่พลังงานแบบตาราง (Table Energy Map)

เป็นการนำเสนอข้อมูลพลังงานในรูปแบบของตารางซึ่งจะแสดงรายละเอียดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน พร้อมทั้งผลของการคำนวณพลังงาน ค่าพลังงานที่ใช้ และสัดส่วนของพลังงาน

จากลักษณะของแผนที่พลังงานทั้ง 2 แบบดังที่กล่าวมา จะสามารถบอกรายละเอียดของกลุ่มอุปกรณ์พลังงาน ชนิดของอุปกรณ์พลังงาน สถานที่ติดตั้งของอุปกรณ์พลังงาน การใช้พลังงานต่อวันและสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละรายการเปรียบเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด จากลักษณะดังกล่าวสามารถแบ่งแผนที่พลังงานออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. แผนที่ภาพรวม (Global Energy Map)

เป็นแผนที่พลังงานที่แสดงภาพรวมของการใช้พลังงานทั้งหมดของระบบนั้น ๆ

2. แผนที่ภาค (Local Energy Map)

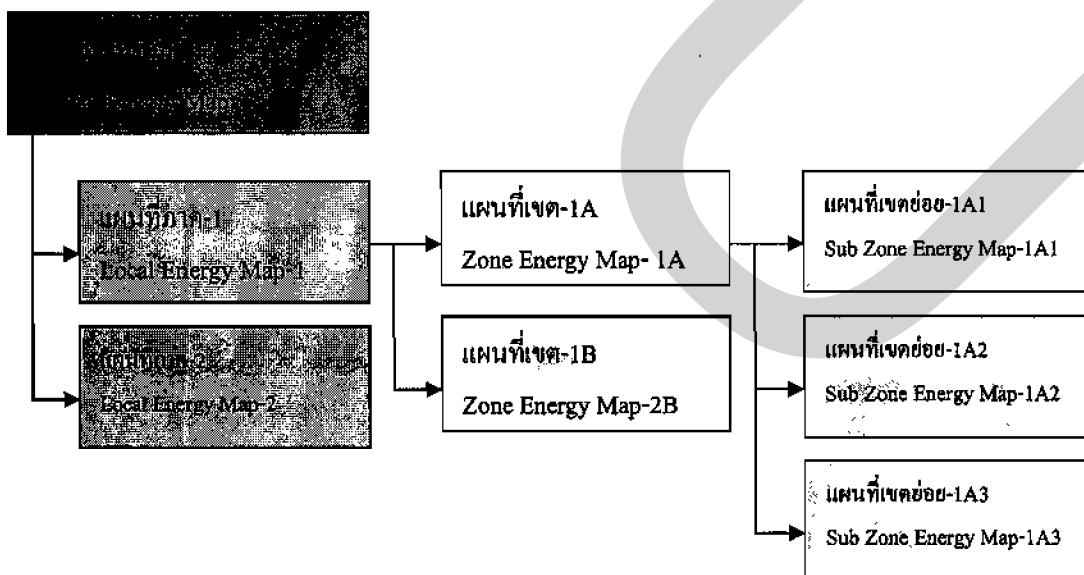
เป็นแผนที่พลังงานที่เป็นกลุ่มย่อยของแผนที่ภาพรวม แผนที่ภาพรวมหนึ่งๆอาจมีแผนที่ภาคมากกว่าสองแผนที่ภาค

3. แผนที่เขต (Zone Energy Map)

เป็นแผนที่พลังงานที่มีขนาดรองลงมาจากแผนที่ภาค ซึ่งหนึ่งแผนที่ภาคอาจมีมากกว่าสองแผนที่เขต

4. แผนที่เขตย่อย (Sub Zone Energy Map)

เป็นแผนที่พลังงานที่เป็นส่วนหนึ่งของแผนที่เขต หนึ่งแผนที่เขตอาจประกอบด้วยหลายๆแผนที่เขตย่อย และในแต่ละแผนที่เขตย่อยอาจจะประกอบด้วยอุปกรณ์พลังงานซึ่งมีลักษณะเดียวกันอีกหลายหลายการ โดยอุปกรณ์ย่อยนี้ เป็นส่วนที่สามารถแสดงรายละเอียดซึ่งนำไปสู่การคำนวณหาพลังงานและสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวของแผนที่พลังงาน สามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 โครงสร้างแผนที่พลังงาน

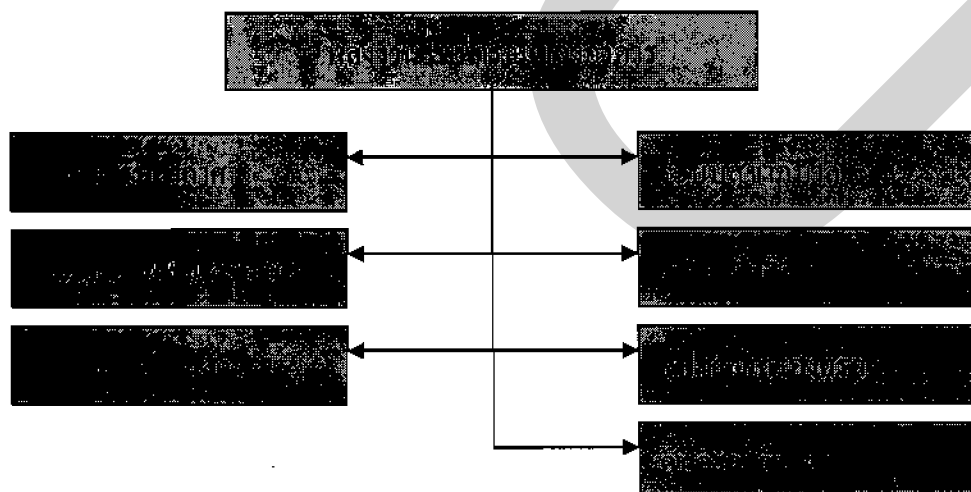
3.3 การจัดทำแผนที่พลังงาน

ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แผนที่พลังงานแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ แผนที่พลังงานแบบตาราง และแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ การดำเนินการในขั้นนี้เป็นการจัดทำแผนที่พลังงานระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การจัดทำแผนที่พลังงาน ก่อนอื่นต้องเริ่มจากการทำแผนที่พลังงานแบบตาราง และตามด้วยแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการจัดทำโดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 ข้อมูลหลักในการจัดทำแผนที่พลังงานแบบตาราง ข้อมูลที่ต้องการทราบในระหว่างการจัดทำและภายหลังจากการจัดทำแผนที่พลังงานแบบตาราง ซึ่งประกอบด้วย

- โครงสร้างของอุปกรณ์และรายการของอุปกรณ์โดยละเอียด
- ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในแต่ละรายการ
- การใช้พลังงานต่อวันและสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์และกลุ่มของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในแต่ละรายการ ในแต่ละรายการ

3.3.2 กำหนดโครงสร้างอุปกรณ์พลังงาน เนื่องจากธุรกิจโรงแรมเป็นธุรกิจที่ให้บริการ 24 ชม. มีกิจกรรมและสิ่งอำนวยความสะดวกหลายอย่าง เพื่อให้บริการแก่แขกที่มาใช้บริการ ซึ่งนอกเหนือจากการให้บริการห้องพักและห้องอาหาร ยกตัวอย่างเช่น ห้องประชุม สระว่ายน้ำ ห้องออกกำลังกาย อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง บริการซักรีด และนอกจากนี้อาคารขนาดใหญ่หรืออาคารโรงแรมโดยทั่วไปจะต้องจัดเตรียมระบบสาธารณูปโภคต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อให้เป็นไปตามกฎหมายและเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้มาใช้บริการ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า ระบบลิฟท์โดยสาร ระบบสุขาภิบาล ห้องซักรีด อุปกรณ์เครื่องครัวต่าง ๆ ซึ่งจากสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 3.3

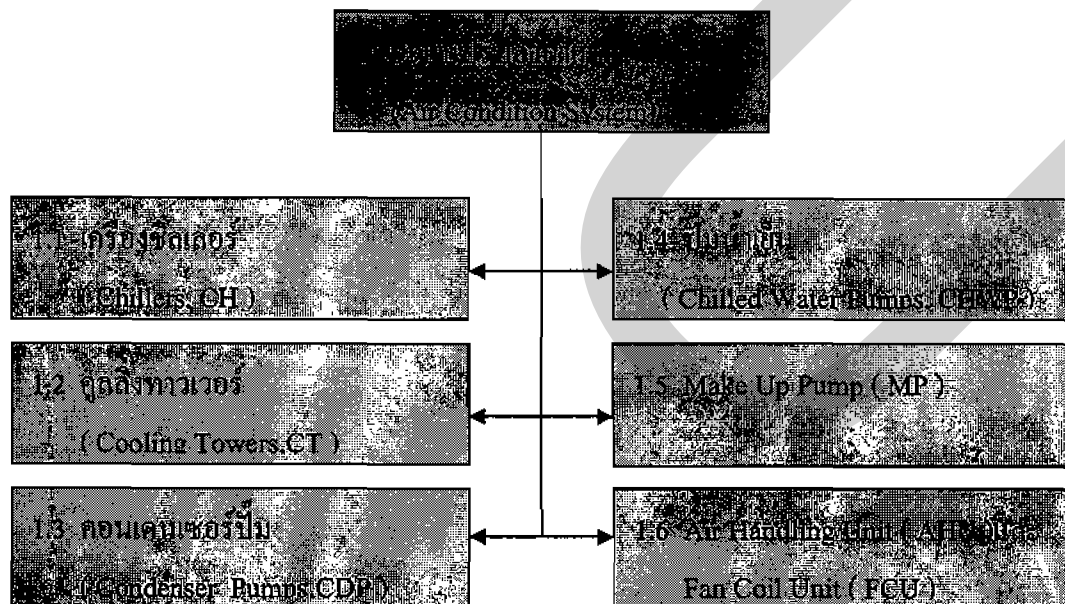


รูปที่ 3.3 แหล่งที่มาของพลังงานที่เกิดขึ้นภายในอาคารโรงแรม

จากรูปที่ 3.3 แสดงถึงพลังงานรวมของอาคาร ซึ่งเกิดจากผลรวมของพลังงานจากกลุ่มของอุปกรณ์พลังงานกลุ่มต่าง ๆ หรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งได้คือ แผนที่พลังงานภาพรวมของอาคาร โรงแรม จากขอบเขตในการจัดทำสารนิพนธ์นี้ เป็นการจัดทำเฉพาะระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างเท่านั้น เพื่อให้การจัดทำแผนที่พลังงานเป็นไปอย่างมีระบบ เข้าใจง่าย โดยมีแนวทางในการกำหนดโครงสร้างของอุปกรณ์ คือ กำหนดกลุ่มที่มีหน้าที่การทำงานที่เหมือนกันให้เป็นกลุ่มเดียวกันและแบ่งกลุ่มย่อยที่มีขนาดเล็กลงโดยใช้หลักการเดียวกัน หรือแบ่งตามสถานที่ติดตั้ง ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการ ดังนี้

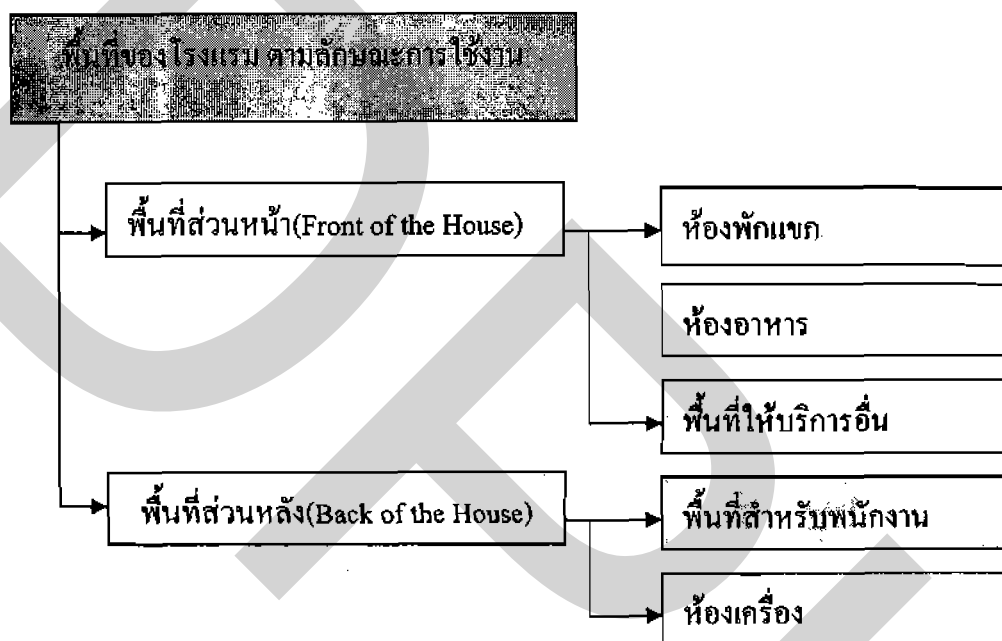
1. ระบบปรับอากาศ (Air condition System) ประกอบด้วยกลุ่มของอุปกรณ์ดังนี้
 - 1.1 เครื่องชิลเลอร์ (Chillers, CH)
 - 1.2 คูลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower , CT)
 - 1.3 คอนเดนเซอร์ปั๊ม (Condenser Pump , CDP)
 - 1.4 ปั๊มน้ำเย็น (Chilled Water Pump, CWP)
 - 1.5 Make up Pump (MP)
 - 1.6 Air Handling Unit (AHU) และ Fan coil Unit (FCU)

จากรายละเอียดดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 และนอกจากนี้อุปกรณ์ในแต่ละกลุ่มยังประกอบด้วยอุปกรณ์ย่อยอีกมาก ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป



รูปที่ 3.4 โครงสร้างอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารในแต่ละอาคาร ประกอบด้วยหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ จำนวนมาก ในการจัดวางโครงสร้างของอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารประเภทโรงแรม สามารถจัดทำได้โดย กำหนดตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งมีการเรียกกันโดยทั่วไป คือ พื้นที่ส่วนหน้า (Front of the House) และพื้นที่ส่วนหลัง (Back of the House) โดยมีรายละเอียดดัง รูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การแบ่งพื้นที่ตามลักษณะการใช้งานในอาคาร โรงแรม

3.3.3 การจัดทำแผนที่พลังงานแบบตาราง การออกแบบแผนที่พลังงานแบบตารางและแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ กำหนดให้มีการทำงานสัมพันธ์กันระหว่างแผนที่พลังงานทั้ง 2 แบบ วัตถุประสงค์เพื่อให้สะดวกและรวดเร็วต่อการวิเคราะห์และการทำความเข้าใจในการใช้งานแผนที่พลังงาน โดยมีขั้นตอนในการจัดทำดังต่อไปนี้

1. หลักการออกแบบตารางเก็บข้อมูล เป็นการจัดทำโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการจัดทำตารางและความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล โดยแผนที่พลังงานแบบตาราง จะประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ
 - 1) ส่วนของรายละเอียดของอุปกรณ์และข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์พลังงาน
 - 2) ส่วนของการประมวลผลและแสดงผล การใช้พลังงาน เนื่องจากรายการอุปกรณ์ใน

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ช่องที่	รายการ	รายละเอียด
7	PF	เป็นการบันทึกค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบไฟฟ้า ในที่นี้กำหนดไว้ที่ 0.85
8	ชั่วโมงใช้งาน (hour/day)	บันทึกจำนวนชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ต่อวัน
9	พลังงานไฟฟ้า/ วัน (kWh/day)	เป็นช่องที่แสดงผลการใช้พลังงานของอุปกรณ์พลังงานในแต่ละรายการ ซึ่งเกิดจากผลคูณของข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ในช่องที่ 5,6,7 และ 8 หมายเหตุ - อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 1-Phase ค่าที่ได้เป็นผลคูณของ ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ในช่องที่ 5,6,7 และ 8 - อุปกรณ์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 3-Phase ค่าที่ได้เป็นผลคูณของข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ 5,6,7,8 และค่าคงที่ 1.732 หรือ $\sqrt{3}$
10	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	เป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคาร มีค่าเท่ากับ 3.00 บาท / kWh
11	ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน (บาท/วัน)	เป็นผลคูณระหว่างช่องที่ 9 กับช่องที่ 10 ของแต่ละแถว
12	สัดส่วนพลังงาน (%)	เป็นสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในช่องรายการนั้นเทียบกับผลรวมการใช้พลังงานทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ = $\frac{\text{ค่าในช่องที่ 9}}{\text{ผลรวมของพลังงานที่ใช้ต่อวัน ทุกรายการ}} \times 100 \dots\dots \%$

ตารางที่ 3.3 ตารางเก็บข้อมูลแผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์	พิกัด		แรงดัน (V)	กระแส (A)	PF (0.85)	ชั่วโมงใช้งาน (Hour/day)	พลังงานไฟฟ้า/วัน (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (3 บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
			kW	Phase								
ช่องที่ 1	ช่องที่ 2	ช่องที่ 3	ช่องที่ 4	ช่องที่ 4	5	6	7	8	9	10	11	12

• ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การออกแบบตารางเก็บข้อมูลระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้หลักการเช่นเดียวกับระบบปรับอากาศ คือ จัดทำโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.4

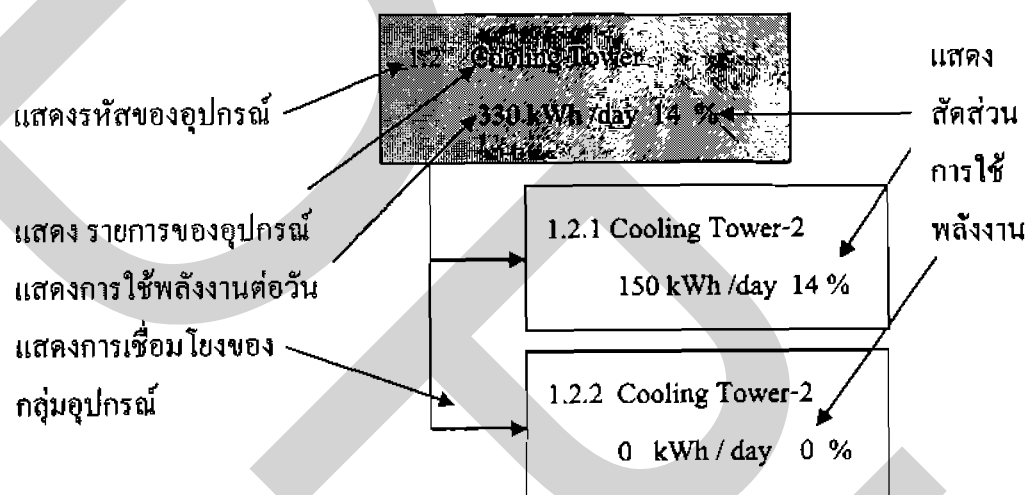
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดการบันทึกข้อมูลในแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ช่องที่	รายการ	รายละเอียด
1	รหัสอุปกรณ์	หลักการเหมือนระบบปรับอากาศหัวข้อ 3.3.3
2	รายการอุปกรณ์	หลักการเหมือนระบบปรับอากาศหัวข้อ 3.3.3
3	จำนวนพื้นที่	เป็นการบันทึกจำนวนของพื้นที่ เช่น จำนวนของห้องพักแขก มีทั้งหมด 216 ห้อง เป็นต้น
4	จำนวนอุปกรณ์	เป็นการบันทึกจำนวนของอุปกรณ์ในพื้นที่นั้นๆ
5	กำลังไฟฟ้า (W)	เป็นการบันทึกขนาดกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ระบบแสงสว่างในแต่ละรายการ
6	กำลังไฟฟ้ารวม, (kW)	เป็นการประมวลผลการใช้กำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ในรายการนั้น ซึ่งเกิดจากผลคูณของ (ช่องที่ 3,4 และ 5) ทหารด้วย 1000 มีหน่วยเป็น kW
7	ชั่วโมงการใช้งาน (hour/day)	เป็นการบันทึกจำนวนชั่วโมงการใช้งานของอุปกรณ์ต่อวัน
8	พลังงานไฟฟ้า/วัน (kWh/day)	เป็นการประมวลผลที่เกิดจากการใช้พลังงานของอุปกรณ์ ซึ่งเกิดจาก ผลคูณของ ข้อมูลในช่องที่ 6 และ 7
9	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	เป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารกำหนดไว้ที่ 3.00 บาทต่อkWh
10	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh/day)	เป็นค่าการใช้พลังงานของอุปกรณ์ต่อวัน ซึ่งเกิดจากผลคูณของ ข้อมูลในช่อง ที่ 8 แล 9
11	สัดส่วนพลังงาน (%)	เป็นสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ในช่องรายการนั้นเทียบกับผลรวมการใช้พลังงานทั้งหมด ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ $\frac{\text{ข้อมูลในช่องที่ 9}}{\text{ผลรวมของพลังงานที่ใช้ต่อวัน ทุกรายการ}} \times 100 \dots\dots \%$

ตารางที่ 3.5 ตารางเก็บข้อมูลแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัส อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน พื้นที่	จำนวน อุปกรณ์	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้า (KW)	ชั่วโมงใช้ งาน / วัน (ชั่วโมง)	พลังงาน ไฟฟ้า/วัน (kwh/วัน)	ค่าไฟฟ้า (บาท/kwh)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า/วัน (บาท/วัน)	สัดส่วน พลังงาน (%)
ช่องที่ 1	ช่องที่ 2	ช่องที่ 3	ช่องที่ 4	ช่องที่ 5	ช่องที่ 6	ช่องที่ 7	ช่องที่ 8	ช่องที่ 9	ช่องที่ 10	ช่องที่ 11

3.3.5 การออกแบบแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ การจัดทำแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิในที่นี้ มีลักษณะของแผนที่เป็น Block Diagram โดยมีลูกศรแสดงการเชื่อมโยงและแสดงความสัมพันธ์ของกลุ่มอุปกรณ์และรายการอุปกรณ์ โดยแสดงรายละเอียดของอุปกรณ์ ซึ่งรวมถึงค่าการใช้พลังงาน และสัดส่วนของพลังงาน แสดงไว้ในกรอบสี่เหลี่ยม โดยทำงานสัมพันธ์กับแผนที่พลังงานแบบตาราง สามารถวิเคราะห์และง่ายต่อการทำความเข้าใจ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 รายละเอียดแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ

นอกจากนี้แผนที่พลังงานแบบตารางและแบบแผนภูมิจะทำงานสัมพันธ์กัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ตำแหน่งที่แสดงรหัสของกลุ่มอุปกรณ์ หรือรายการอุปกรณ์ซึ่งรหัสจะตรงกันกับแผนที่พลังงานเสมอ
2. ตำแหน่งที่แสดงรายการอุปกรณ์ ซึ่งจะตรงกันกับแผนที่พลังงานแบบตาราง
3. แสดงจำนวนของพลังงานที่ใช้ มีหน่วยเป็น kWh ค่าที่ได้จะสัมพันธ์กันกับแผนที่พลังงานแบบตาราง โดยเป็นแบบอัตโนมัติ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล
4. แสดงสัดส่วนพลังงานของรายการอุปกรณ์, % จะสัมพันธ์กันกับแผนที่พลังงานแบบตาราง โดยเป็นไปแบบอัตโนมัติ

จากวิธีการดังกล่าว สามารถสรุปขั้นตอนการจัดทำแผนที่พลังงาน ได้ดังนี้



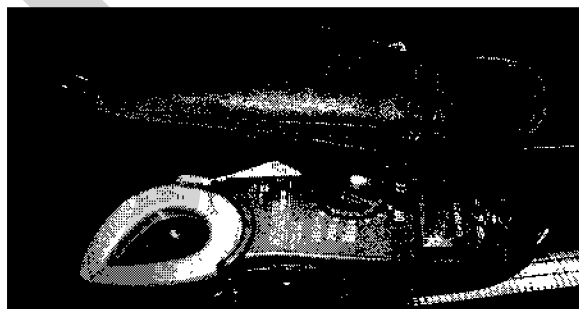
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการจัดทำแผนที่พลังงาน

3.4 การเก็บข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนที่พลังงาน

เนื่องจากลักษณะของอุปกรณ์ที่ต้องเก็บข้อมูลในที่นี้ ประกอบด้วย หลอดไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า และเครื่องซิลเลอร์ ซึ่งมีลักษณะการใช้งานแตกต่างกันไป ดังนั้นการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการจัดทำแผนที่พลังงาน จึงมีวิธีและเครื่องมือที่ใช้แตกต่างกัน ดังนี้

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล การเก็บข้อมูลสิ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพื่อความถูกต้องของข้อมูลและแผนที่พลังงาน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย

1) คลิปแอมป์ (Clip Amp) เป็นเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีทั้งแบบแสดงผลเป็นแบบเข็มและแบบตัวเลข เพื่อนำข้อมูลที่ได้อ่านที่กิโลวัตต์มิเตอร์เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าพลังงานต่อไป



รูปที่ 3.8 เครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้าแบบ คลิปแอมป์

2) แบบ AS BUILT งานระบบในอาคาร เป็นแบบที่จัดทำขึ้นสำหรับงานก่อสร้างอาคารภายหลังการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ โดยทั่วไปแบบ AS BUILT งานระบบในอาคารทั่วไปจะมีครอบคลุมทุกระบบ ในการจัดทำแผนที่พลังงานในที่นี้ แบบที่ใช้คือ แบบระบบปรับอากาศ และแบบระบบไฟฟ้า ซึ่งในแบบดังกล่าวจะสามารถ บอกรายละเอียดสถานที่ติดตั้งและจำนวนของอุปกรณ์

3) เอกสารการจดบันทึกการทำงานประจำวันของเครื่องจักร เอกสารที่ใช้จดบันทึกการทำงานของเครื่องจักรประจำวันสามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนที่พลังงานได้ ซึ่งถือว่ามีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการจัดทำแผนที่พลังงาน

3.4.2 วิธีการเก็บข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 วิธีดังนี้

1) ใช้ค่าเฉลี่ยจากการจดบันทึกประจำวัน วิธีนี้เหมาะกับการเก็บข้อมูลกับอุปกรณ์ที่มีการจดบันทึกการใช้งานสม่ำเสมอ เช่น เครื่องซิลเลอร์ โดยการนำค่าของกระแสของคอมเพรสเซอร์ในการบันทึกในช่วงระยะเวลาหนึ่งนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อใช้เป็นข้อมูลและป้อนในแผนที่พลังงานแบบตาราง

2) ใช้ข้อมูลจากเอกสารการบำรุงรักษา ซึ่งในการบำรุงรักษาโดยทั่วไปจะมีการบันทึกค่าต่างๆ ไว้ทั้งจากข้อมูลจำเพาะของเครื่อง และข้อมูลจากการตรวจวัดจริง

3) ใช้ค่าจากการตรวจวัดจริง ในที่นี้หมายถึงการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านอุปกรณ์โดยใช้เครื่องวัดแบบ คลิปแอมป์ เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ

4) ใช้ข้อมูลจากการตรวจนับจากแบบและพื้นที่จริง เช่น การตรวจนับจำนวนหลอดไฟฟ้า

3.5 การใช้งานแผนที่พลังงาน

เนื่องจากแผนที่พลังงานทั้ง 2 แบบมีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งมีรายละเอียดการใช้งานดังนี้

3.5.1 แผนที่พลังงานแบบตาราง เป็นการนำเสนอรายละเอียดของพลังงานทั้งหมดทุกรายการ ซึ่งจัดทำขึ้นโดยใช้ Microsoft Excel รวมทั้งการคำนวณและการประมวลผล ดังนั้นการใช้งาน และประโยชน์ของแผนที่แบบตารางจะใช้เพื่อช่วยในการประเมินผลการใช้พลังงาน และการประมวลผลจะแสดงผลเชื่อมโยงกับแผนที่พลังงานแบบภาพดังนั้นความถูกต้องของแผนที่พลังงานจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

1) ความถูกต้องของข้อมูล ถ้าข้อมูลผิดพลาดเพียงจุดใดจุดหนึ่งจะทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนทั้งหมด

2) การตั้งสูตรคำนวณ เช่นเดียวกันเมื่อการคำนวณเกิดความผิดพลาดจะทำให้การประมวลผลและการแสดงผลผิดพลาดด้วย ซึ่งรวมทั้งการแสดงผลในแผนที่พลังงานแบบภาพดังนั้นในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนแปลงหรือไขข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงาน จะสามารถทำได้เฉพาะการเปลี่ยนข้อมูลของอุปกรณ์พลังงานเท่านั้น ไม่ควรเปลี่ยนแปลงและแก้ไขสูตรที่ใช้ในการคำนวณ ยกเว้นผู้ที่เข้าใจการทำงานและโครงสร้างการทำงานของแผนที่พลังงานเท่านั้น

3.5.2 แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ เป็นการนำเสนอผลสรุปการใช้พลังงานของกลุ่มอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมโยงหรือเกี่ยวข้องกัน โดยตรงซึ่งจะมีความสะดวกในการทำความเข้าใจ ในการออกแบบนั้นค่าของพลังงานและสัดส่วนการใช้พลังงานนั้น จะแสดงผลโดยมีความเชื่อมโยงกับค่าของพลังงานจากแผนที่พลังงานแบบตาราง

บทที่ 4 ผลการศึกษา

จากแผนที่พลังงานแบบภาพรวมของอาคารประเภทโรงแรม โดยพลังงานรวมที่เกิดขึ้น มาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ของกลุ่มอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวก ภายในอาคาร โดยสามารถแบ่งตามหน้าที่และการใช้งาน ซึ่งประกอบด้วย ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบลิฟต์โดยสาร ระบบสุขาภิบาล เครื่องจักรรีด อุปกรณ์เครื่องครัว และอุปกรณ์อื่นๆ การศึกษา การจัดทำแผนที่พลังงานในอาคาร โรงแรมในที่นี่เป็นการสำรวจและรวบรวมข้อมูล การใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าเฉพาะ ระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างในชั้นที่ 33 ถึงชั้นคาคีฬา ของอาคารกรณีศึกษา ผลของการสำรวจและการรวบรวมข้อมูลได้จัดทำไว้ในรูปของแผนที่ พลังงานแบบตาราง ประกอบด้วยลักษณะบางส่วนของแผนที่พลังงานแบบตารางของระบบปรับอากาศ ดังรูปที่ 4.1 และแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งได้แสดงไว้โดยละเอียดในภาคผนวก

แผนที่แบบตารางระบบปรับอากาศ												
รหัส	ชื่อ	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ความหนาแน่น (วัตต์/ตร.ม.)	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าปรับ	พลังงาน (กิโลวัตต์)	ค่าปรับ	พลังงาน (กิโลวัตต์)	ค่าปรับ	
1.1 เครื่องจักร								3799.69		11399.07	53.41	
1.1.1	เครื่องจักรเบอร์-1	1	190	3	380	283	0.85	24	3799.69	3.00	11399.07	53.41
1.1.2	เครื่องจักรเบอร์-2	1	190	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.1.3	เครื่องจักรเบอร์-3	1	190	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.2 ตู้ลิฟต์โดยสาร								227.24		987.71	0.00	
1.2.1	ตู้ลิฟต์โดยสารเบอร์-1	1	11	3	380	0	0.85	24	161.12	3.00	483.35	2.26
1.2.2	ตู้ลิฟต์โดยสารเบอร์-2	1	11	3	380	0	0.85	24	161.12	3.00	483.35	2.26
1.2.3	ตู้ลิฟต์โดยสารเบอร์-3	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0
1.2.4	ตู้ลิฟต์โดยสารเบอร์-4	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0
1.3 คอมพิวเตอร์								404.19		1812.57	8.49	
1.3.1	คอมพิวเตอร์เบอร์-1	1	30	3	380	45	0.85	24	404.19	3.00	1812.57	8.49

รูปที่ 4.1 แผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

จากตารางที่ 4.1 ประกอบด้วยรายละเอียดของตาราง รายละเอียดของ อุปกรณ์พลังงาน รายละเอียดของพลังงานจากการใช้งานของอุปกรณ์ในแต่ละรายการและพลังงานรวมทั้งหมดของ

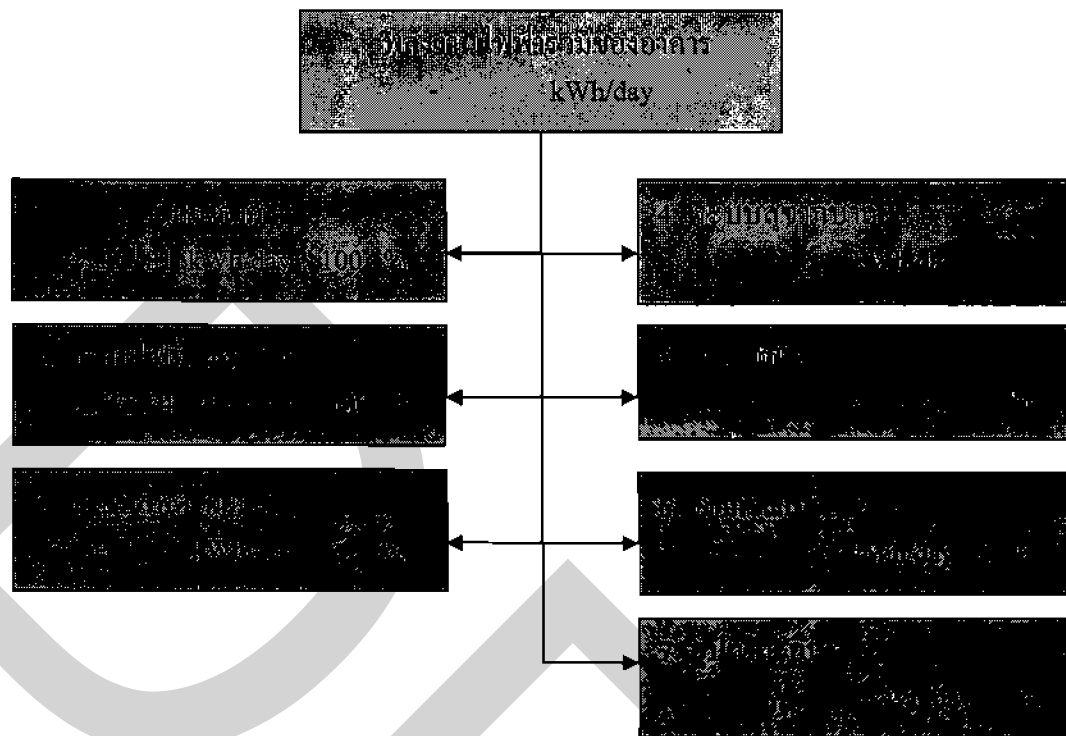
ระบบปรับอากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 7,113.81 kWh/day หรือเท่ากับ 21,341.44 บาท/วัน คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงาน เท่ากับ 100 % สำหรับอุปกรณ์ในรายการอื่นๆ ได้แสดงผลการการใช้พลังงานเช่นเดียวกัน คือ แผนที่พลังงานนี้ประกอบด้วย เครื่องซีลเลอร์ จำนวน 3 เครื่องมีการใช้พลังงาน 3,799.69 kWh/day หรือเท่ากับ 11,399.07 บาท/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 53.41 %

แผนผังตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง										
ลำดับ	ชื่ออุปกรณ์	จำนวน	กำลังไฟ (W)	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคูณ	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	รวม (บาท)	รวม (บาท)	
2.1.1	ห้องจัดพบปะ/ทางเดินในโถงทั้งหมด.						1427.34	4283.69	62.74	
2.1.1.1	ชั้น 33 ห้อง 3301-3310.	9					27.27	245.13	1.20	
	•Incandescent lamp 60 W.	2	18	60	1.08	6	6.48	3.00	19.44	0.23
	•Saving lamp 11 W.	10	20	11	0.99	6	5.94	3.00	17.92	0.26
	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	2	50	0.4	6	2.70	3.00	8.10	0.12
	•Halogen lamp 12 V 35 W.	2	18	35	0.56	6	5.67	3.00	17.01	0.35
	•Jumbo lamp 25 W.	2	18	25	0.45	6	2.70	3.00	8.10	0.13
	•Fluores lamp 35 W.	2	18	35	0.63	6	3.78	3.00	11.34	0.17
2.1.1.2	ชั้น 34 ห้อง 3401-3410.	9					27.27	245.13	1.20	

รูปที่ 4.2 แผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

สำหรับรูปที่ 4.2 เป็นส่วนหนึ่งของแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จัดทำขึ้นโดยการรวบรวมข้อมูลจากพื้นที่ใช้งานจริงและจากแบบ As Built เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดไปลงในแผนที่พลังงานแบบตาราง พบว่า ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีการใช้งานทั้งสิ้น 2239.55 kWh/day หรือเท่ากับ 6718.66 บาท/วัน และจากโครงสร้างของอุปกรณ์ที่จัดทำขึ้น ในส่วนของพื้นที่ส่วนหน้ามีการใช้พลังงาน เท่ากับ 1869.60 kWh/day คิดเป็นค่าพลังงาน 5689.80 บาท/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 84.69 % ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดได้แสดงไว้ในภาคผนวก

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น อุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในอาคารประเภทโรงแรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 7 กลุ่ม เมื่อนำมาแสดงในรูปของแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ พร้อมทั้งรายละเอียดของพลังงานที่ใช้ ดังรูปที่ 4.3 พบว่า สามารถอ่านและทำความเข้าใจในโครงสร้างของอุปกรณ์ทั้งหมดได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

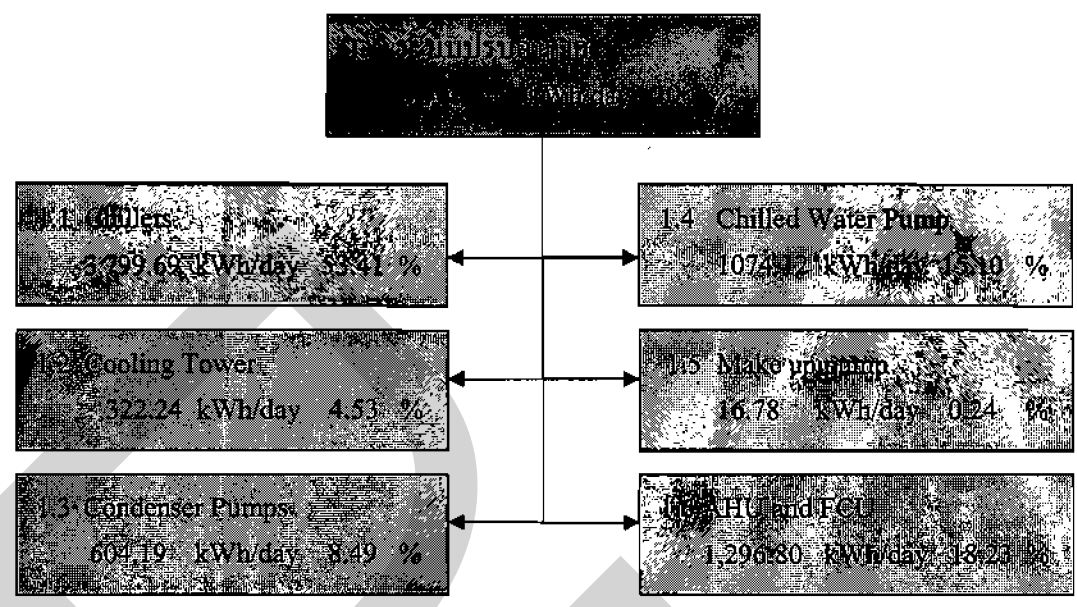


รูปที่ 4.3 แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ อาคาร โรงแรมกรณีศึกษา

จากแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิของอาคารกรณีศึกษาดังที่กล่าวมาแล้วยังสามารถแบ่งย่อยออกเป็นแผนที่ภาค แผนที่เขต และแผนที่เขตย่อย ได้ดังนี้

4.1 แผนที่พลังงานระบบปรับอากาศ

4.1.1 แผนที่ภาคระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย เครื่องซีลเลอร์, ชุดลิ่งทาวเวอร์คอนเดนเซอร์ ปั๊ม, ปั๊มน้ำเย็น, Make up Pump, Air Handling Unit (AHU) และ Fan coil Unit (FCU) จากการจัดทำแผนที่พลังงาน พบว่าพลังงานที่ใช้สำหรับทำความเย็นของอาคารมีค่าเท่ากับ 7113.78 kWh/day พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ เกิดจากการใช้พลังงานของเครื่องซีลเลอร์ มีค่าเท่ากับ 3799.69 kWh/day คิดเป็นสัดส่วน 53.41 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศทั้งหมด สาเหตุเนื่องจากขนาดของคอมเพรสเซอร์ที่มีขนาดถึง 190 kW และมีการใช้งานต่อเนื่อง 24 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งเป็นลักษณะการใช้พลังงานในอาคารประเภทโรงแรมโดยทั่วไป รองลงมาได้แก่ เครื่อง AHU และ FCU มีการใช้พลังงาน 1,296.80 kWh/day คิดเป็นสัดส่วน 18.23 % อันดับ 3 ได้แก่ ปั๊มน้ำเย็นมีการใช้พลังงาน 1,074.12 kWh/day คิดเป็นสัดส่วน 15.10 % ซึ่งสามารถแสดงได้ดังแผนที่ภาพ ดังรูปที่ 4.4

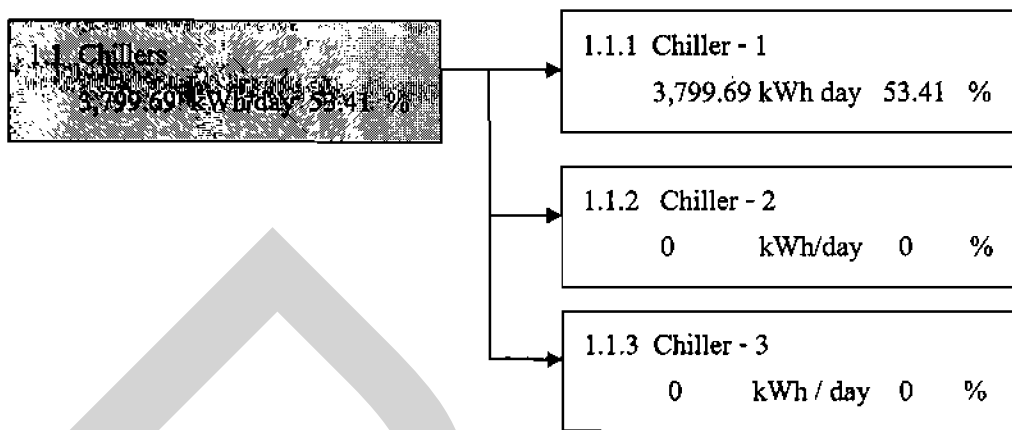


รูปที่ 4.4 แผนที่ภากระบบปรับอากาศ

4.1.2 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ จากแผนที่ภากระบบปรับอากาศ ประกอบด้วยกลุ่มของอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แตกต่างกัน และในแต่ละกลุ่มอุปกรณ์ยังแบ่งออกเป็นอุปกรณ์ย่อยซึ่งเรียกว่าแผนที่เขต โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.2.1 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ – เครื่องซิลเลอร์ เครื่องซิลเลอร์เป็นส่วนประกอบหลักและมีความสำคัญมากของระบบปรับอากาศ ในอาคารกรณีศึกษานี้ประกอบด้วย เครื่องซิลเลอร์ ขนาด 270 ตัน จำนวน 3 เครื่อง ในการใช้งานของแต่ละวันจะเดินเครื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 1 เครื่องและทำหน้าที่ Stand by จำนวน 2 เครื่อง ผู้ปฏิบัติงานจะทำการสลับการเดินเครื่องทุกๆสัปดาห์ ลักษณะของโหลดของเครื่องซิลเลอร์จะค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของแขกที่เข้าพักเนื่องจาก ในการใช้งานเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องพักแวก ในโรงแรมต่างๆจะเปิดใช้งานต่อเนื่องเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่อยู่เสมอ แม้ว่าแขกที่มาพักจะไม่ได้อยู่อาศัยในห้อง ทั้งนี้เพื่อความพึงพอใจของผู้มาพักและเพื่อเป็นการควบคุมความชื้นและยืดอายุการใช้งานของ อุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องให้มีอายุการใช้งานนานยิ่งขึ้น

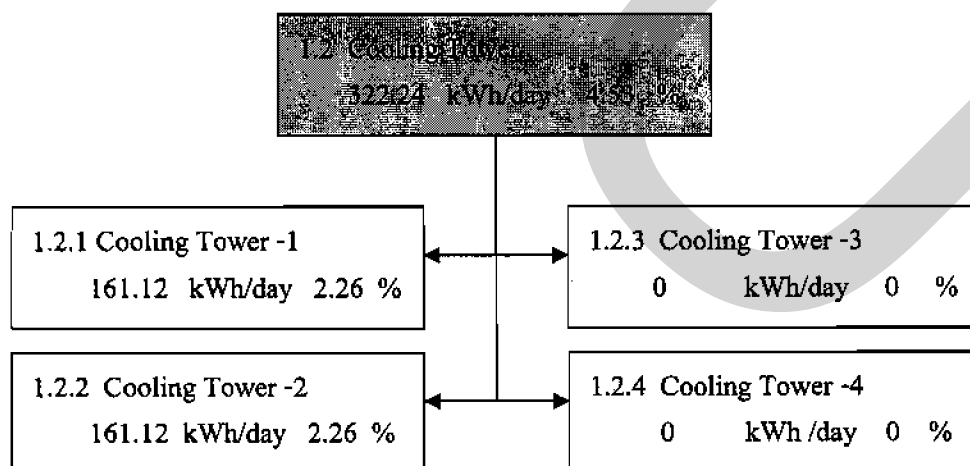
การเก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเครื่องซิลเลอร์เป็นการใช้ค่าเฉลี่ยของกระแสของคอมเพรสเซอร์ จากการจดบันทึกข้อมูลของการเดินเครื่องประจำวันเป็นระยะเวลา 10 วัน ในช่วง เดือน มกราคม 2550 พบว่า มีการใช้พลังงาน 11,399.07 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 53.41 % ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ-เครื่องชิลเลอร์

4.1.2.2. แผนที่เขตระบบปรับอากาศ-เครื่อง กูลิ่ง ทาวเวอร์ เครื่องกูลิ่งทาวเวอร์ถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศ ซึ่งมีทั้งหมด 4 เครื่อง มีการใช้งานจำนวน 2 เครื่องและทำหน้าที่ Stand by จำนวน 2 เครื่อง การเก็บข้อมูลเป็นการวัดกระแสจากการใช้งานจริง โดยใช้เครื่องวัดกระแสที่เรียกว่า คลิปแอมป์และนำข้อมูลที่ได้อ่านในตารางเก็บข้อมูลแผนที่พลังงานแบบตาราง

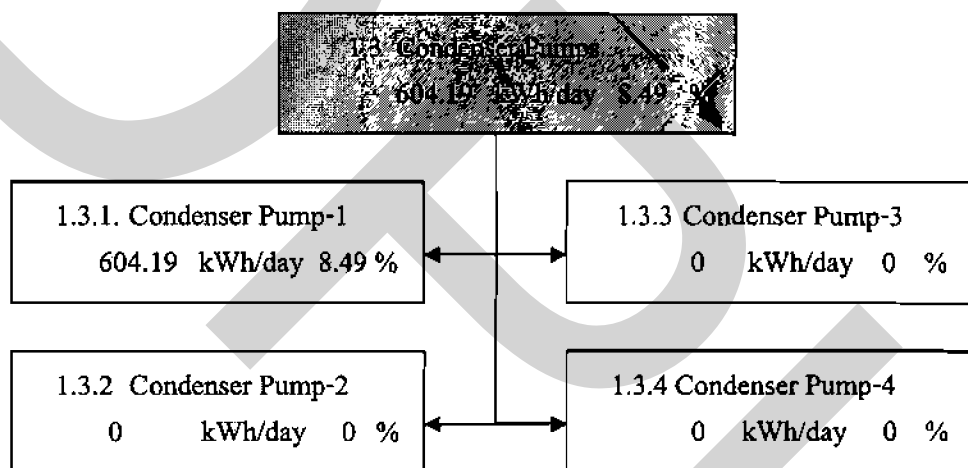
จากผลการดำเนินการพบว่า กูลิ่งทาวเวอร์ มีการใช้พลังงาน 322.24 kWh/day หรือเท่ากับ 966.71 บาท/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 4.53 % ของพลังงานที่ใช้สำหรับระบบปรับอากาศ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ-เครื่องกูลิ่งทาวเวอร์

4.1.2.3 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ – คอนเดนเซอร์ปั๊ม คอนเดนเซอร์ปั๊ม เป็นส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศที่มีความสำคัญมากอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ปัมน้ำหมุนเวียนระหว่างเครื่องชิลเลอร์ และกูลลิ่งทาวเวอร์เพื่อระบายความร้อนให้กับระบบปรับอากาศ ประกอบด้วยมอเตอร์ปั๊มจำนวน 4 เครื่อง มีการใช้งาน 1 เครื่องตลอด 24 ชั่วโมง

การเก็บข้อมูลปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการเก็บข้อมูลของ เครื่องกูลลิ่งทาวเวอร์ โดยการวัดกระแสของมอเตอร์ปั๊มด้วยเครื่องวัดกระแส แล้วนำข้อมูลที่ได้อ้อนเข้าตารางเก็บข้อมูลของแผนที่พลังงานแบบตาราง พบว่าคอนเดนเซอร์ปั๊มมีการใช้พลังงาน 604.19 kWh/day หรือ 1,812.57 บาท/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 8.49 % ของระบบปรับอากาศ สามารถแสดงได้ดังแผนที่พลังงานแผนภูมิ ดังรูปที่ 4.7

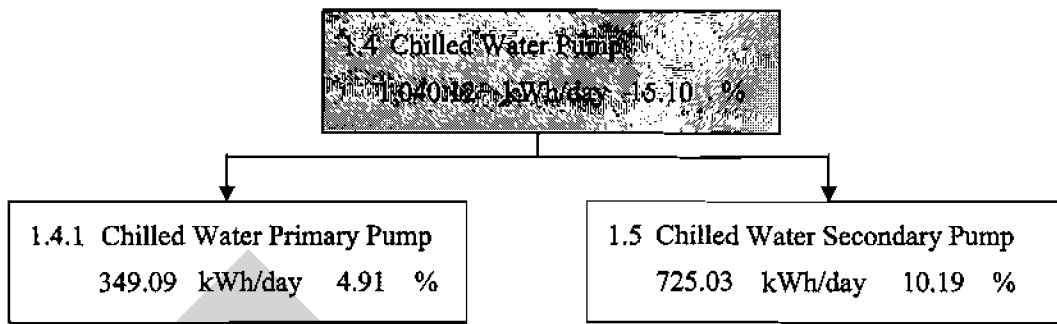


รูปที่ 4.7 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ – คอนเดนซิ่งปั๊ม

4.1.2.4 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ – ปั๊มน้ำเย็น ปั๊มน้ำเย็น หรือ Chilled Water Pump เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งในระบบปรับอากาศ ทำหน้าที่ปัมน้ำเย็นที่ผ่านการทำความเย็นโดยเครื่องชิลเลอร์ เพื่อจ่ายให้กับเครื่องปรับอากาศที่อยู่ตามพื้นที่ต่างๆภายในอาคาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

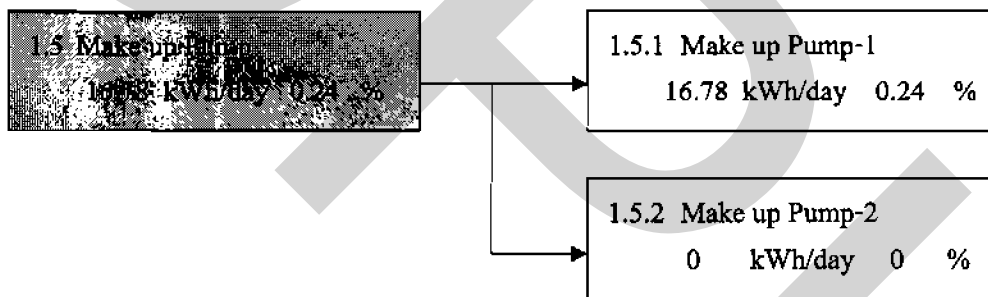
1. กลุ่มที่ 1 Chilled water primary pump มีการใช้พลังงาน 349.09 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 4.91 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ
2. กลุ่มที่ 2 Chilled water Secondary Pump มีการใช้พลังงาน 725.03 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วน พลังงาน 10.19% ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดโดยแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ - ปั๊มน้ำเย็น

4.1.2.5 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ - Make up Pump หน้าห้องของ Make up pump คือ ปั๊มน้ำเพื่อเติมให้กับคลุกลิ่งทาวเวอร์ ประกอบด้วย มอเตอร์ปั๊มน้ำจำนวน 2 เครื่อง ใช้งาน 1 เครื่อง และทำหน้าที่ Stand by 1 เครื่อง มีการใช้พลังงาน 16.78 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 0.24 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศทั้งหมด ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แผนที่ภาพระบบปรับอากาศ- Make up Pump

4.1.2.6 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ - AHU & FCU จากการสำรวจข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนที่พลังงานพบว่า AHU และ FCU มีจำนวนของอุปกรณ์มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มของอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบปรับอากาศ มีการใช้พลังงานเท่ากับ 1,296.80 kWh/day คิดเป็น 18.23 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ในกลุ่มนี้ สามารถ แบ่งเป็นกลุ่มของอุปกรณ์ ได้ตามลักษณะการใช้งานพื้นที่ของอาคาร ได้ดังนี้

1. พื้นที่ ส่วนหน้า เป็นพื้นที่สำหรับให้บริการสำหรับแขกที่มาพักหรือผู้มาใช้บริการ พบว่ามีการใช้พลังงาน 872.52 kWh/day วันคิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 12.27 % ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในระบบปรับอากาศ โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงาน ดังนี้

- ห้องพักแขกและทางเดินห้องพักแขก มีการใช้พลังงาน 476.18 kWh/day

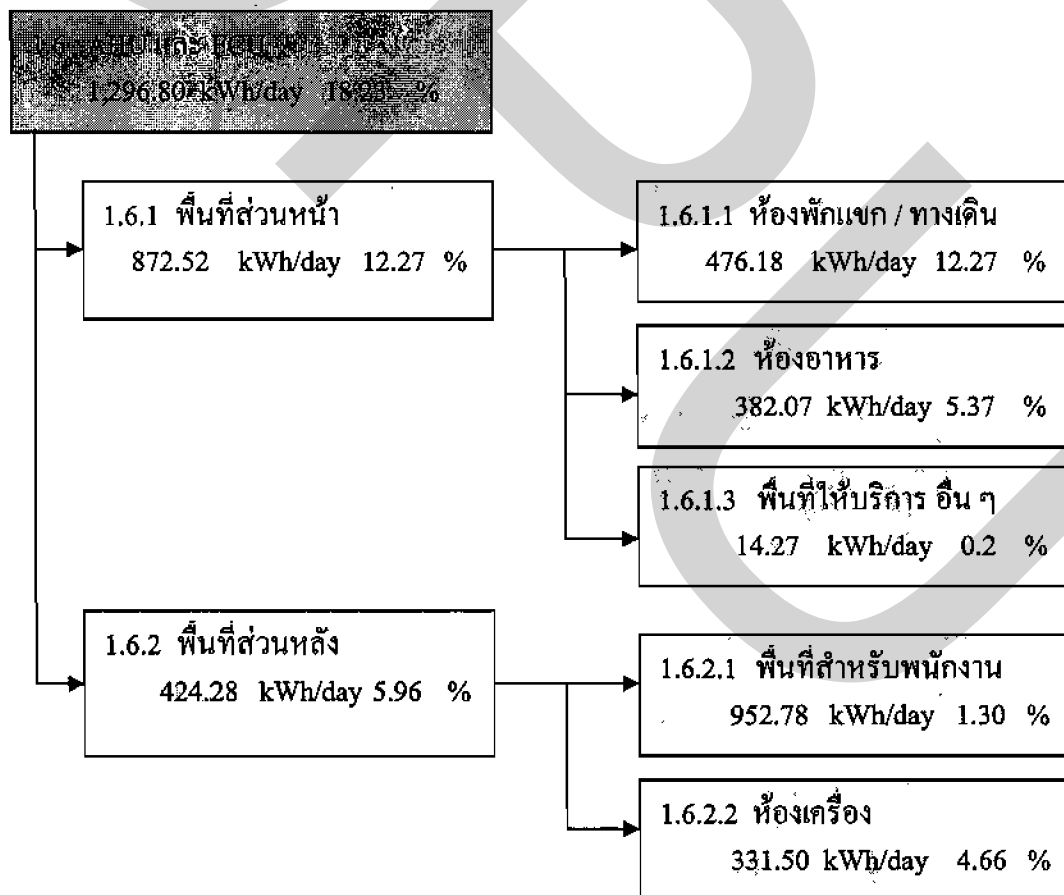
คิดเป็น สัดส่วนพลังงาน 6.69 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

- ห้องอาหาร มีการใช้พลังงาน 382.07 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 5.37 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ
- พื้นที่ให้บริการอื่นๆ มีการใช้พลังงาน 14.27 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 0.2% ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

2. พื้นที่ส่วนหลัง มีการใช้พลังงาน 424.28 kWh/day คิดเป็นสัดส่วน พลังงาน 5.96% ของพลังงานทั้งหมดที่ใช้ในระบบปรับอากาศ โดยมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังนี้

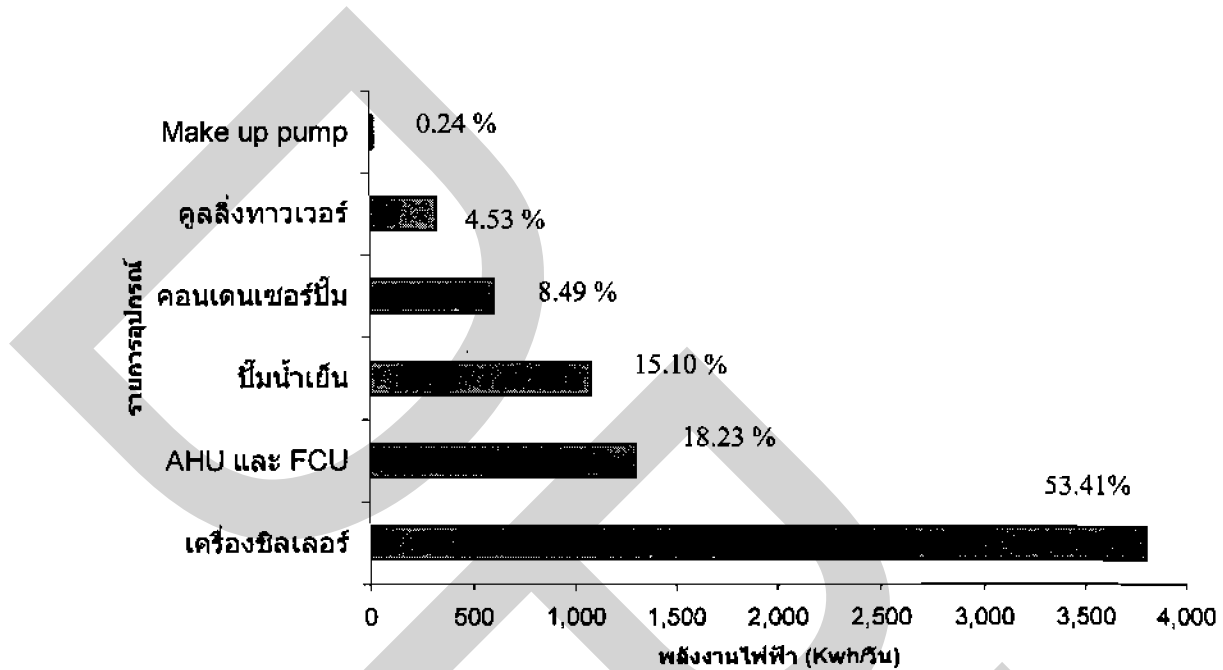
- พื้นที่สำหรับพนักงานทำงาน มีการใช้พลังงาน 92.78 kWh/day คิดเป็น สัดส่วนพลังงาน 1.3 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ
- พื้นที่ห้องเครื่อง มีการใช้พลังงาน 331.50 kWh/day คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 4.66 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ

จากรายละเอียดดังกล่าวสามารถ แสดงได้จากแผนที่พลังงานแบบภาพ ดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 แผนที่เขตระบบปรับอากาศ - AHU และ FCU

จากการดำเนินการสามารถลำดับสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งส่วนที่ใช้พลังงานสูงที่สุดคือ เครื่องซิลเลอร์ มีสัดส่วนการใช้พลังงาน 53.41 % รองลงมา คือ AHU และ FCU มีสัดส่วนการใช้พลังงาน 18.23 % น้อยที่สุด คือ Make Up Pump มีสัดส่วนการใช้พลังงาน 0.24 % ซึ่งทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 4.11

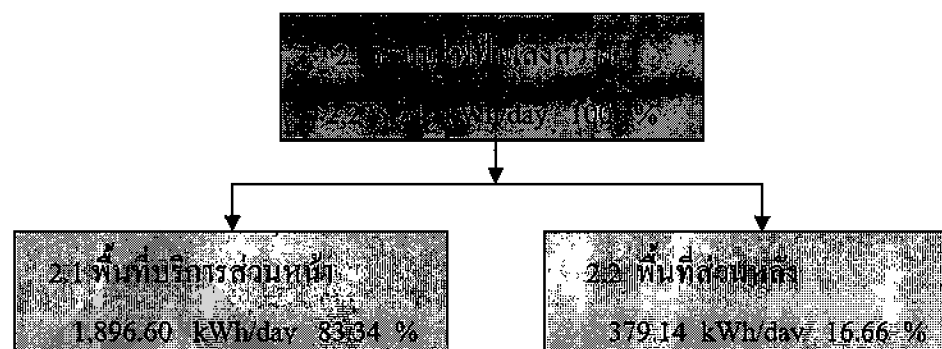


รูปที่ 4.11 สัดส่วนการใช้พลังงานระบบปรับอากาศ

4.2 แผนที่พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

จากการดำเนินการสามารถแบ่งเป็นแผนที่ภาค แผนที่เขต ได้ดังนี้

4.2.1 แผนที่ภาคระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ในการจัดทำแผนที่พลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารประเภทโรงแรมในที่นี้ การจัดทำโครงสร้างของอุปกรณ์ได้แบ่งพื้นที่ ตามลักษณะการให้บริการและการใช้งานของพื้นที่คือ พื้นที่ส่วนหน้าและพื้นที่ส่วนหลัง จากการสำรวจการใช้พลังงาน พบว่าพลังงานที่ใช้รวมมีค่าเท่ากับ 2275.74 kWh/วัน การใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนหน้ามีค่าเท่ากับ 1896.60 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 83.37 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้งหมด ส่วนการใช้พลังงานในส่วนพื้นที่ส่วนหลังมีค่าเท่ากับ 379.14 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 16.66 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถแสดงด้วยแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ รายละเอียดดังรูปที่ 4.12



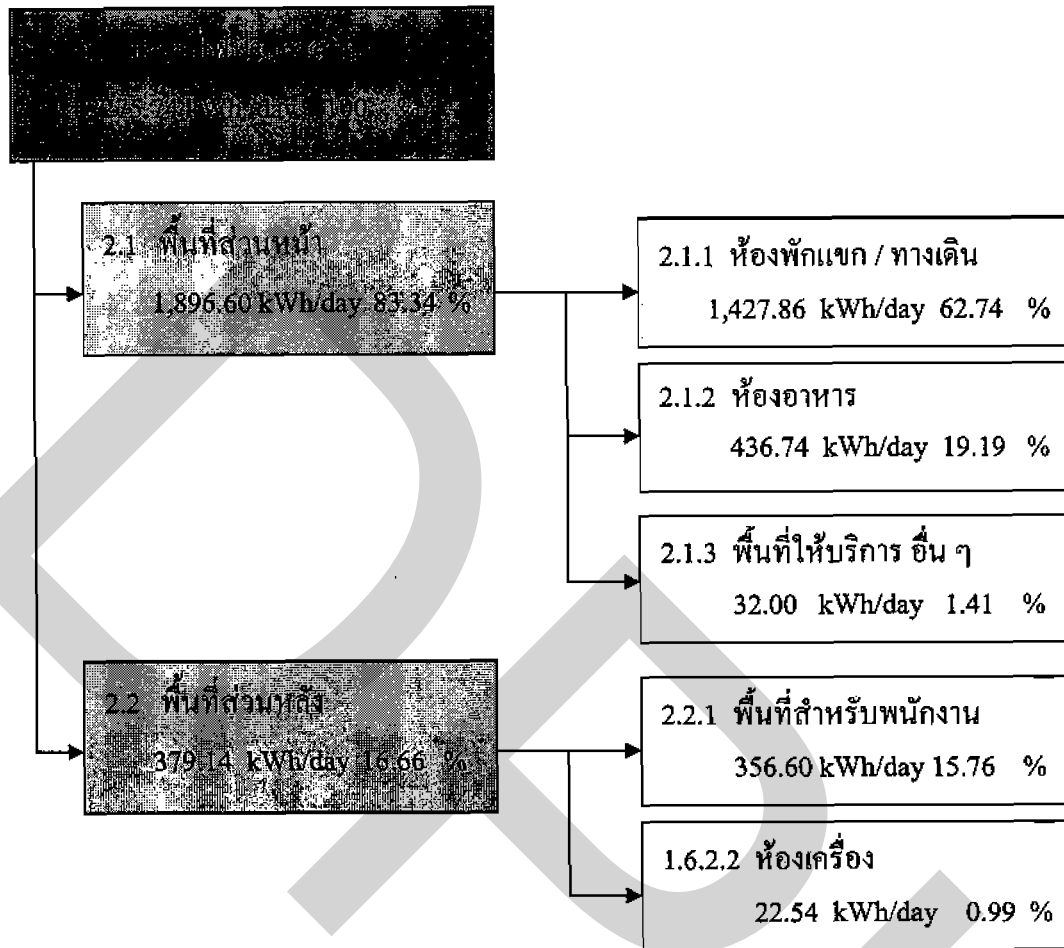
รูปที่ 4.12 แผนที่ภาค ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง

4.2.2 แผนที่เขตระบบไฟฟ้าแสงสว่าง – พื้นที่ส่วนหน้า การแบ่งพื้นที่ ส่วนหน้าในอาคาร ประเภทโรงแรม สามารถแบ่งออกได้เป็น พื้นที่ห้องพักแขก, พื้นที่ห้องอาหาร และพื้นที่ให้บริการอื่น ในการสำรวจ การใช้พลังงานในพื้นที่ดังกล่าว สามารถแสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4.10 และมีรายละเอียดการใช้พลังงานดังนี้

- 4.2.2.1 ห้องพักแขกและทางเดินห้องพักแขก ใช้พลังงาน 1,427.86 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วน 62.74 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 4.2.2.2 ห้องอาหาร ใช้พลังงาน 436.74 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 19.19 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 4.2.2.3 พื้นที่ให้บริการ ใช้พลังงาน 32.00 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 1.41 % ของพลังงานที่ใช้ทั้งหมดในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

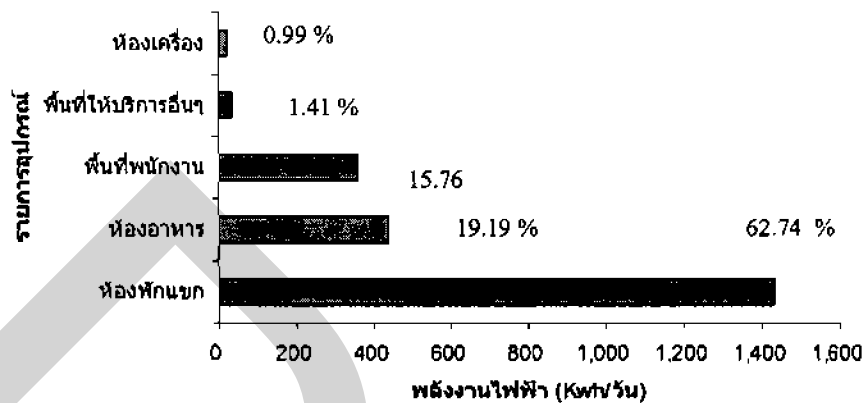
4.2.3 แผนที่เขตระบบไฟฟ้าแสงสว่าง – พื้นที่ส่วนหลัง ในการแบ่งพื้นที่ส่วนหลัง สามารถแบ่งออกได้เป็นพื้นที่สำหรับพนักงานทำงาน และห้องเครื่อง จากการสำรวจพบว่า ปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนหลังนี้มีค่า 79.14 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วน 16.66 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยสามารถจำแนกในรายละเอียดได้ดังนี้

- 4.2.3.1 พื้นที่สำหรับพนักงานทำงาน มีการใช้พลังงาน 356.60 kWh/วัน คิดเป็นสัดส่วนพลังงาน 15.67 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
- 4.2.3.2 ห้องเครื่อง มีการใช้พลังงาน 22.54 kWh/วัน คิดเป็นส่วนพลังงาน 0.99% จากระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้ง พื้นที่ส่วนหน้าและสามารถแสดงได้ดัง รูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 แผนที่ภาคและแผนที่เขต ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง

จากการดำเนินการจัดทำแผนที่พลังงานในส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าแสงสว่างดังที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถลำดับสัดส่วนการใช้พลังงาน ซึ่งพบว่ามากที่สุดคือ ห้องพักแขกและทางเดิน ห้องพักแขก มีการใช้พลังงานสูงที่สุดคือ 62.74 % รองลงมาคือ พื้นที่ในส่วนของห้องอาหารมีการใช้พลังงาน 19.19 % และพื้นที่ที่มีการใช้พลังงานต่ำสุดคือ พื้นที่สำหรับห้องเครื่องมีการใช้พลังงานคิดเป็นสัดส่วน 0.99 % ซึ่งรายละเอียดทั้งหมดสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 สัดส่วนการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

4.3 การประยุกต์ใช้แผนที่พลังงาน

จากผลของการดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศพลังงานในอาคารโรงแรมโดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน สามารถนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ และจัดทำ มาตรการประหยัดพลังงานได้ ดังนี้

มาตรการที่ 1 ปรับลดชั่วโมงใช้งาน เครื่องปรับอากาศในห้องเครื่องให้เหมาะสมกับสภาพ ความต้องการจริง

จากแผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ พบว่า มีเครื่องปรับอากาศ สำหรับห้องเครื่องไฟฟ้า ชั้น 51 จำนวน 2 เครื่อง และเครื่องปรับอากาศ ห้องเครื่องซิลเลอร์ ชั้น 52 และ 53 จำนวน 2 เครื่อง เปิดใช้งานวันละ 24 ชั่วโมง รายละเอียดตามภาคผนวก เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าว เป็นห้องเครื่องการเปิดเครื่องปรับอากาศพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง ซึ่งเกินความต้องการ ทำให้สูญเสียพลังงานและขาดอุปกรณ์ควบคุมที่มีประสิทธิภาพซึ่งควรปรับปรุงและแก้ไข

วิธีดำเนินการ

1. ติดตั้ง Timer เพื่อควบคุมการทำงานเครื่องปรับอากาศ
2. ตั้งเวลาให้เครื่องทำงานสลับกัน โดยให้ทำงานเครื่องละ 12 ชั่วโมง ต่อ วัน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

ในการดำเนินการมีค่าใช้จ่ายสำหรับอุปกรณ์เพื่อติดตั้งระบบควบคุม ดังนี้

1. Timer จำนวน 2 ตัว ราคา 1,500 บาท / ตัว รวม	3,000 บาท
2. อุปกรณ์อื่น	1,000 บาท
3. ค่าแรง	2,000 บาท
รวม	6,000 บาท

การประเมินการประหยัดพลังงาน โดยใช้แผนที่พลังงาน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อประเมินการใช้พลังงานก่อนและหลังดำเนินการ โดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง ด้วยการป้อนข้อมูลจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ รายการอุปกรณ์ที่ 1.6.2.2.1.1, 1.6.2.2.1.2, 1.6.2.2.2 และ 1.6.2.2.3 ซึ่งเป็น AHU ในห้องเครื่องชั้นที่ 51, 52 และ 53 จากจำนวน 24 ชั่วโมงต่อวัน เป็น 12 ชั่วโมงต่อวัน

จากการดำเนินการดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังดำเนินการเพื่อประเมินผลการประหยัดพลังงาน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 1
ก่อนดำเนินการปรับปรุง

รหัส อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน อุปกรณ์	พิกัด		แรงดัน (V)	กระแส ไฟฟ้า (A)	PF	ชั่วโมงการ ใช้งาน/วัน (h/วัน)	พลังงาน ไฟฟ้า/วัน (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้า เฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า/วัน (บาท/วัน)	สัดส่วน พลังงาน (%)
			kW	Phase								
1.6.2.2.1.1	AHU 51.12	1	1.5	3	380	2	0.85	24	26.85	3.00	80.55	0.38
1.6.2.2.1.2	AHU 51.13	1	1.5	3	380	2	0.85	24	26.85	3.00	80.55	0.38
1.6.2.2.2	AHU 52.10	1	3	3	380	3.8	0.85	24	51.02	3.00	153.06	0.72
1.6.2.2.3	AHU 53.9	1	3	3	380	3.8	0.85	24	51.02	3.00	153.06	0.72

หลังดำเนินการปรับปรุง

รหัส อุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน อุปกรณ์	พิกัด		แรงดัน (V)	กระแส ไฟฟ้า (A)	PF	ชั่วโมงการ ใช้งาน/วัน (h/วัน)	พลังงาน ไฟฟ้า/วัน (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้า เฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงาน ไฟฟ้า/วัน (บาท/วัน)	สัดส่วน พลังงาน (%)
			kW	Phase								
1.6.2.2.1.1	AHU 51.12	1	1.5	3	380	2	0.85	12	13.425	3.00	40.28	0.19
1.6.2.2.1.2	AHU 51.13	1	1.5	3	380	2	0.85	12	13.425	3.00	40.28	0.19
1.6.2.2.2.1	AHU 52.10	1	3	3	380	3.8	0.85	12	25.51	3.00	76.53	0.36
1.6.2.2.3.1	AHU 53.9	1	3	3	380	3.8	0.85	12	25.51	3.00	76.53	0.36

สรุปผลการดำเนินการและระยะเวลาคืนทุน

จากแนวคิด วิธีการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการประเมินการประหยัดพลังงาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 1

มาตรการ	ผลการดำเนินการ		ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (วัน)
	พลังงานที่ลดลง (kWh/วัน)	ค่าพลังงานที่ลด (บาท/วัน)		
มาตรการที่ 1	77.87	233.61	6,000	25.7

กล่าวคือ ผลจากการดำเนินการที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนที่พลังงาน ในที่นี้ ทำให้ได้ข้อมูลเพียงพอเพื่อจัดทำมาตรการประหยัดพลังงานดังกล่าว ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 77.87 kWh/day คิดเป็นค่าพลังงานที่ประหยัดได้ 233.61 บาท/วัน โดยมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 6,000 บาท และมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 25.7 วัน หรือ สามารถคืนทุนภายใน 1 เดือน

มาตรการที่ 2 การปรับลดค่าอุณหภูมิน้ำเย็นและบำรุงรักษาโดยการทำความสะอาดหอคอนเดนเซอร์ของเครื่องซิลเลอร์

จากแผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ พบว่า เครื่องซิลเลอร์เป็นอุปกรณ์พลังงานที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอุปกรณ์พลังงานอื่นๆ ซึ่งมีสัดส่วนการใช้พลังงาน สูงถึง 53.41 % ของพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ ตามหลักการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ หากมีการจัดการบำรุงรักษาที่ดีด้วยการทำความสะอาดหอคอนเดนเซอร์ให้สะอาดอยู่เสมอเพื่อเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพการระบายความร้อนจากน้ำยาทำความเย็นทางด้านคอนเดนเซอร์ของเครื่องซิลเลอร์กับระบบน้ำระบายความร้อนของระบบปรับอากาศ ซึ่งความร้อนดังกล่าวจะถูกระบายออกสู่ภายนอกอาคารด้วยเครื่อง กูลลิ่งทาวเวอร์ ซึ่งถือว่าการทำให้เครื่องซิลเลอร์ทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงอยู่ตลอดเวลา และการปรับอุณหภูมิน้ำเย็นให้เหมาะสมกับสภาพอากาศและฤดูกาลจะทำให้สามารถประหยัดพลังงานที่ใช้กับเครื่องซิลเลอร์ได้น้อย 3 %

วิธีดำเนินการ

1. ติดตั้งอุปกรณ์ทำความสะอาดหอคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ
2. ปรับลดอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องซิลเลอร์ให้เหมาะสมตามสภาวะอากาศและฤดูกาล

ค่าใช้จ่ายการดำเนินการ

อุปกรณ์ทำความสะอาดหอคอนเดนเซอร์แบบอัตโนมัติ ราคา 290,000 บาท

การประเมินการประหยัดพลังงานโดยใช้แผนที่พลังงาน

จากมาตรการดังกล่าว จะทำให้การใช้พลังงานของเครื่องซิลเลอร์ ลดลงอย่างน้อย 3 % ซึ่งหมายถึง กระแสของคอมเพรสเซอร์จะลดลงจากเดิม 3 % ซึ่งสามารถคำนวณหากระแสที่ลดลงได้โดย นำค่าของกระแสในสภาวะปกติ คือ 283 A คูณด้วย 3 % จะได้กระแสที่ลดลง ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8.43 A นำค่าที่ได้ป้อนลงในแผนที่พลังงานแบบตารางในรายการอุปกรณ์ที่ 1.1.1

จากการดำเนินการดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างก่อนและหลังดำเนินการเพื่อประเมินผลการประหยัดพลังงาน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตราการที่ 2
ก่อนดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน	พิกัด		กระแสไฟฟ้า (A)	PF	ชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
			kW	Phase							
1.1	Chiller	3						3,799.69			54
1.1.1	CH-1	1	190	3	283	0.85	24	3,799.69	3.00	11,399.07	54
1.1.2	CH-2	1	190	3	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.1.3	CH-3	1	190	3	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00

หลังดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวน	พิกัด		กระแสไฟฟ้า (A)	PF	ชั่วโมงใช้งาน (ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
			kW	Phase							
1.1	Chiller	3						3,685.70			53.25
1.1.1	CH-1	1	190	3	274.51	0.85	24	3,685.70	3.00	11,057.10	53.25
1.1.2	CH-2	1	190	3	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.1.3	CH-3	1	190	3	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00

ผลการดำเนินการและระยะเวลาคืนทุน

จากแนวคิด วิธีการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การประเมินการประหยัดพลังงาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 2

มาตรการ	ผลการดำเนินการ		ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (เดือน)
	พลังงานที่ลดลง (kWh/วัน)	ค่าพลังงานที่ลด (บาท/วัน)		
มาตรการที่ 2	144	432	290,000	22.4

จากการดำเนินการ พบว่าแผนที่พลังงานสามารถประมวลการใช้พลังงาน ทำให้ทราบว่าหากมีการดำเนินการจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานได้ถึงวันละ 144 kWh หรือ สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 432 บาท/วัน หากมีการลงทุนดังรายละเอียดดังกล่าว จะสามารถประหยัดพลังงานและคืนทุนภายใน 22.4 เดือน

มาตรการที่ 3 ลดชั่วโมงการใช้งาน ไฟฟ้าแสงสว่างพื้นที่หน้าลิฟท์พนักงานชั้น 33-50 และชั้น 55-58 จากแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่าง รายการอุปกรณ์ที่ 1.2.1.1 เป็นพื้นที่หน้าลิฟท์พนักงานชั้น 33-55 และชั้น 55-58 จำนวน 22 ชั้น มีการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 24 ชั่วโมง ต่อวัน คิดเป็นค่าพลังงานไฟฟ้า 285.12 บาท ต่อวัน หรือคิดเป็นสัดส่วนพลังงานระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็น 4.18 % นอกจากนี้พบว่าในช่วงเวลาประมาณ 22.00 น. ถึง 8.00 น. ไม่มีการทำงานในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว หากสามารถปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลาดังกล่าวจะสามารถประหยัดพลังงานได้ ซึ่งจะกล่าวในรายละเอียดต่อไป

วิธีดำเนินการ

1. ติดตั้ง สวิตช์ แยกวงจรของหลอดให้สามารถ ปิด-เปิด ได้สะดวก
2. จัดเจ้าหน้าที่รับผิดชอบเพื่อ ปิด-เปิด สวิตช์ไฟฟ้าแสงสว่างโดยกำหนด ปิด เวลา 22.00 น. และเปิด 08.00 น. ของทุกวัน

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ

1. ค่าอุปกรณ์	1,200	บาท ต่อ ชั้น
2. ค่าแรงงาน	800	บาท ต่อ ชั้น
รวม	2,000	บาท ต่อ ชั้น
รวมประมาณการค่าใช้จ่ายทั้งหมด	$2,000 \times 22 = 44,000$	บาท

การประเมินการประหยัดพลังงานโดยใช้แผนที่พลังงาน

จากข้อมูลดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อประเมินการใช้พลังงานก่อนและหลังดำเนินการโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง ด้วยการเข้าไปในโปรแกรมของแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จัดทำขึ้น รายการของพื้นที่ส่วนหลังรหัสอุปกรณ์ที่ 2.2 และรหัสอุปกรณ์ที่ 2.2.1.1.1 ซึ่งเป็นรายการอุปกรณ์ในพื้นที่ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ข้างต้นทำการเปลี่ยนข้อมูลในช่องจำนวนชั่วโมงการใช้งาน จากเดิม 24 ชั่วโมงเปลี่ยน เป็น 14 ชั่วโมง เนื่องจากตามแนวความคิดต้องการปิดไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลา 22.00 น.- 08.00น. เท่ากับ 10 ชั่วโมง ทำให้เหลือเวลาการใช้งาน วันละ 14 ชั่วโมง แผนที่พลังงานจะทำหน้าที่ประมวลการใช้พลังงาน นำข้อมูลการใช้พลังงานมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังดำเนินการ ดังแสดงได้ดัง ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 3

ก่อนดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวนพื้นที่	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (Hour/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
2.2.1.1	พื้นที่หน้าลิฟท์ชั้น33-50,55-58	22					95.04		285.12	4.18
2.2.1.1.1	Fluorescent Lamp 32 W.	1	22	42	0.92	24	22.18	3.00	66.53	0.97
2.2.1.1.2	Fluorescent Lamp 36 W.	3	66	46	3.04	24	72.86	3.00	218.59	3.20

หลังดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวนพื้นที่	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้ารวม (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (Hour/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/วัน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
2.2.1.1	พื้นที่หน้าลิฟท์ชั้น33-50,55-58	22					55.44		166.32	2.48
2.2.1.1.1	Fluorescent Lamp 32 W.	1	22	42	0.92	14	12.94	3.00	38.81	0.58
2.2.1.1.2	Fluorescent Lamp 36 W.	3	66	46	3.04	14	42.50	3.00	27.51	1.90

ผลการดำเนินการและระยะเวลาดำเนินการ

จากแนวคิด วิธีการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การประเมินการประหยัดพลังงาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 3

มาตรการ	ผลการดำเนินการ		ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (เดือน)
	พลังงานที่ลดลง (kWh/วัน)	ค่าพลังงานที่ลด (บาท/วัน)		
มาตรการที่3	39.60	118.8	44,000	12.4

จากการดำเนินการ พบว่าแผนที่ใช้พลังงานสามารถประมวลการใช้พลังงาน ทำให้ทราบว่าหากมีการดำเนินการจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานได้ถึงวันละ 39.60 kWh หรือ สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 118.80 บาท/วัน หากมีการลงทุนดังรายละเอียดดังกล่าว จะสามารถประหยัดพลังงานและคืนทุนภายใน 12.4 เดือน

มาตรการที่ 4 เปลี่ยนโคมไฟแสงสว่าง บันไดหนีไฟ จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 32 วัดต์ เป็นโคมไฟชนิดประหยัดพลังงาน 13 วัดต์

เนื่องจากลักษณะโคมไฟที่ใช้ในบริเวณบันไดหนีไฟเป็นแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 32 วัดต์ มีการใช้งาน 24 ชั่วโมงต่อวัน และลักษณะโคมที่ใช้เป็นแบบมีฝาครอบ สีขาวขุ่น แสงผ่านได้น้อยทำให้มีแสงสว่างไม่เพียงพอ เนื่องจากมีการใช้งานมาเป็นระยะเวลานานเกินกว่า 10 ปี ซึ่งสมควรเปลี่ยนไปใช้โคมไฟชนิดประหยัดพลังงานที่ให้แสงสว่างมากกว่าและประหยัดพลังงาน

วิธีดำเนินการ

สำรวจลักษณะโคมที่เหมาะสมโดยพิจารณาจาก ปริมาณ แสงสว่างที่มากกว่าแต่ประหยัด พลังงาน อายุการใช้งาน และสามารถติดตั้งแทนโคมไฟชนิดเดิมได้ โดยได้พิจารณาเป็นโคมไฟแบบประหยัดพลังงาน ขนาด 13 W. ชนิดติดตั้งบนเพดาน

ค่าใช้จ่ายการดำเนินการ

1. ค่าโคมไฟหลอดประหยัดพลังงาน จำนวน 116 ชุด	75,400	บาท
ราคา 650 บาทต่อชุด รวมเป็นเงิน		
2. ค่าอุปกรณ์ในการติดตั้ง 100 บาทต่อชุด	11,600	บาท
รวมเป็นเงิน		
3. ค่าแรงในการติดตั้ง 500 บาทต่อชุด	58,000	บาท
รวมเป็นเงิน	145,000	บาท

ประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาข้างต้นสามารถนำมาเป็นข้อมูลเพื่อประเมินการใช้พลังงานก่อนและหลังดำเนินการโดยใช้แผนที่พลังงานแบบตาราง โดยเข้าไปในโปรแกรมของแผนที่พลังงานแบบตารางระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จัดทำขึ้น ในส่วนของรหัสอุปกรณ์ที่ 2.2.11.1 ซึ่งเป็นพื้นที่บันไดหนีไฟ ชั้น 33- 61 และเปลี่ยนค่าของกำลังไฟฟ้าจาก 42 W. เป็น 13 W ในช่องกำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ แผนที่พลังงานจะทำหน้าที่ประมวลการใช้พลังงานและนำข้อมูลการใช้พลังงานมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังดำเนินการ ดังแสดงได้ดัง ตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานโดยใช้แผนที่ใช้พลังงานแบบตาราง มาตรการที่ 4

ก่อนดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวนพื้นที่	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้รวม (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (Hour/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/day)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
2.2.1.11	บันไดหนีไฟชั้น 33-61	29								
	Fluorescent Lamp 32 W.	4	116	42	4.87	24	116.92	3.00	350.78	5.41

หลังดำเนินการปรับปรุง

รหัสอุปกรณ์	รายการอุปกรณ์	จำนวนพื้นที่	จำนวนหลอด	กำลังไฟฟ้า (W)	กำลังไฟฟ้รวม (kW)	ชั่วโมงใช้งาน (Hour/วัน)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/day)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/kWh)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/วัน)	สัดส่วนพลังงาน (%)
2.2.1.11	บันไดหนีไฟชั้น 33-61	29								
	Fluorescent Lamp 32 W.	4	116	13	4.87	24	36.19	3.00	108.58	1.65

ผลการดำเนินการและระยะเวลาคืนทุน

จากแนวคิด วิธีการ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ การประเมินการประหยัดพลังงาน สามารถสรุปผลได้ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 สรุปผลการดำเนินการประหยัดพลังงาน มาตรการที่ 4

มาตรการ	ผลการดำเนินการ		ค่าใช้จ่าย (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (เดือน)
	พลังงานที่ลดลง (kWh/วัน)	ค่าพลังงานที่ลด (บาท/วัน)		
มาตรการที่4	80.73	242.19	145,000	20

จากการดำเนินการ พบว่าแผนที่พลังงานสามารถประมวลการใช้พลังงาน ทำให้ทราบว่าหากมีการดำเนินการจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานได้ถึงวันละ 80.73 kWh หรือ สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 242.19 บาท/วัน หากมีการลงทุนเปลี่ยนโคมไฟเป็นแบบหลอดประหยัดพลังงาน ขนาด 13 W ต่อชุด จะสามารถคืนทุนได้ภายใน 20 เดือน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

การดำเนินการจัดเก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูล ด้านพลังงานในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อนำไปสู่การจัดทำและพัฒนากระบวนการด้านพลังงานโดยใช้วิธีแผนที่พลังงาน ผลของการศึกษาสามารถแบ่งแผนที่พลังงานออกเป็น 2 แบบ คือ แผนที่พลังงานแบบตารางและแผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ โดยแผนที่พลังงานทั้ง 2 แบบนี้ ได้แบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ แผนที่ภาครวม แผนที่ภาค แผนที่เขต และแผนที่เขตย่อย การพิจารณาจัดระดับแผนที่พลังงาน มีหลักการพิจารณาจากลักษณะ โครงสร้างของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในแต่ละกลุ่ม เช่น พิจารณาจากลักษณะการทำงาน สถานที่ที่ติดตั้งของอุปกรณ์นั้นๆ เป็นต้น แผนที่พลังงานที่ได้พัฒนาและจัดทำขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์และมีความเหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

แผนที่พลังงานแบบตาราง มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้วิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด เนื่องจากแผนที่พลังงานเป็นการบันทึกรายละเอียดและการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่มีอยู่ รวมทั้งสามารถนำไปใช้ในการจำลองเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์และประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เพื่อนำไปสู่การจัดทำมาตรการประหยัดพลังงาน

แผนที่พลังงานแบบแผนภูมิ มีลักษณะเป็น Block Diagram เป็นการแสดงผลการใช้พลังงานของกลุ่มอุปกรณ์ตามโครงสร้างของอุปกรณ์พลังงาน โดยทำงานสัมพันธ์กับแผนที่พลังงานแบบตาราง ในส่วนของรหัสอุปกรณ์ รายการอุปกรณ์ พลังงานที่ใช้ต่อวัน และสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์นั้นๆ แผนที่พลังงานแบบแผนภูมินี้เหมาะกับการนำเสนอ เพราะทำความเข้าใจได้ง่าย ประหยัดเวลาในการวิเคราะห์ข้อมูล เนื่องจากแผนที่พลังงานแบบแผนภูมินี้จะแสดงการเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ทั้งหมดของอุปกรณ์

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการดำเนินการจัดทำแผนที่พลังงาน เมื่อดำเนินการเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นสามารถสรุปหลักการและประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดทำแผนที่พลังงานได้ดังนี้

1. แผนที่พลังงานเมื่อดำเนินการจัดทำเสร็จสมบูรณ์ จะทำให้ทราบข้อมูลของอุปกรณ์ทั้งหมดของอาคาร พร้อมทั้งทราบสัดส่วนการใช้พลังงานของอุปกรณ์ แต่ละชนิดทำให้สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนจัดการพลังงานได้
2. เนื่องจาก การจัดทำแผนที่พลังงาน เป็นการเก็บข้อมูล ของอุปกรณ์พลังงานโดยละเอียด ซึ่งสามารถนำไปใช้ฐานข้อมูลด้านพลังงานของอาคารและใช้เป็นข้อมูลเพื่อจัดทำ บพอ.2 ได้เป็นอย่างดี
3. ช่วยประหยัดเวลา ในการประเมินผล รวมถึง การประมวลผลเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของอุปกรณ์ ทำให้ง่ายต่อการประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานในอาคารประเภท โรงแรม เช่น การปิดระบบ ไฟฟ้าในชั้นที่ไม่มีการเข้าพักของแขก ซึ่งสามารถประเมินศักยภาพการประหยัดได้เพียงปรับแก้จำนวนชั่วโมง ของอุปกรณ์พลังงานนั้น ๆ
4. การจัดทำแผนที่พลังงานในที่นี้ สามารถคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้าได้ทันที เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของอุปกรณ์พลังงาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือ เพื่อช่วยในการดำเนินการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดทำแผนที่พลังงาน

จากการพัฒนาการจัดการสารสนเทศด้านพลังงาน โดยใช้วิธีแผนที่พลังงานในอาคาร โรงแรมนี้มีข้อเสนอแนะเพื่อให้การดำเนินการ การจัดทำแผนที่พลังงานและแผนที่พลังงานที่จัดทำขึ้นเป็นไปอย่างถูกต้องและสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อเป็นประโยชน์ที่กว้างขวางขึ้นในอนาคต ได้ดังนี้

1. ผู้จัดทำควรทำความเข้าใจโครงสร้างของอุปกรณ์พลังงานทั้งหมด รวมทั้งศึกษาการใช้พื้นที่ทั้งหมดภายในอาคาร ทั้งนี้เพื่อให้ง่ายต่อการวางแผนในการจัดทำและการเก็บข้อมูล เช่น โครงสร้างของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศมีอะไรบ้างและแต่ละชนิดเกี่ยวข้องกับกันอย่างไร เป็นต้น
2. แผนที่พลังงานจะมีประโยชน์มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความถูกต้องและครบถ้วนของข้อมูล ดังนั้นผู้จัดทำต้องให้ความสำคัญในขั้นตอนการเก็บข้อมูลเป็นอย่างมาก
3. ความสำคัญในการจัดทำแผนที่พลังงานอีกอย่างหนึ่ง คือความถูกต้องของการตั้งสมการคำนวณซึ่งจะทำให้การจัดทำแผนที่พลังงานเป็นไปอย่างถูกต้องและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาต่อไป

การพัฒนาแผนที่พลังงาน เพื่อใช้ประโยชน์ในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานในอาคาร สามารถขยายผลของการจัดทำแผนที่ออกไปได้อีก ซึ่งจะช่วยให้ขยายการใช้แผนที่พลังงานมีความสมบูรณ์ขึ้น ดังนี้

1. การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการทำแผนที่พลังงาน สามารถอำนวยความสะดวกและทำให้ขบวนการในการป้อนข้อมูลและการวิเคราะห์ทำได้ง่ายขึ้นและสมบูรณ์แบบในเวลาอันสั้น
2. การปรับปรุงระบบวิเคราะห์ข้อมูลแบบเชิงโครงการ โดยการป้อนข้อมูลโครงการที่จะปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงด้านพลังงานลงในตารางและระบบจะวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดให้โดยอัตโนมัติ ทำให้ง่ายต่อการใช้งานและวิเคราะห์ข้อมูล
3. วิธีในการจัดทำแผนที่พลังงานนี้ สามารถนำไปขยายผลเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนด้านพลังงาน สำหรับอาคารประเภทอื่น ๆ เช่น อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า รวมทั้งโรงงานได้ สามารถนำวิธีการในการจัดทำนี้ไปประยุกต์ใช้กับการประเมินพลังงานในระดับเขต ระดับภาคหรือระดับประเทศได้

พ.ร.บ.

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

วีชระ มิ่งวิทิทกุล. (2548). กระบวนการและเทคนิคการลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารและ
โรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ: บริษัท ราไทยเพลส จำกัด.

ฮิโตชิ คูเมะ. (2544). วิธีทางสถิติเพื่อการพัฒนาคุณภาพ แปลโดย วีระพงษ์ เฉลิมจิระวัฒน์.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ศ.ท.

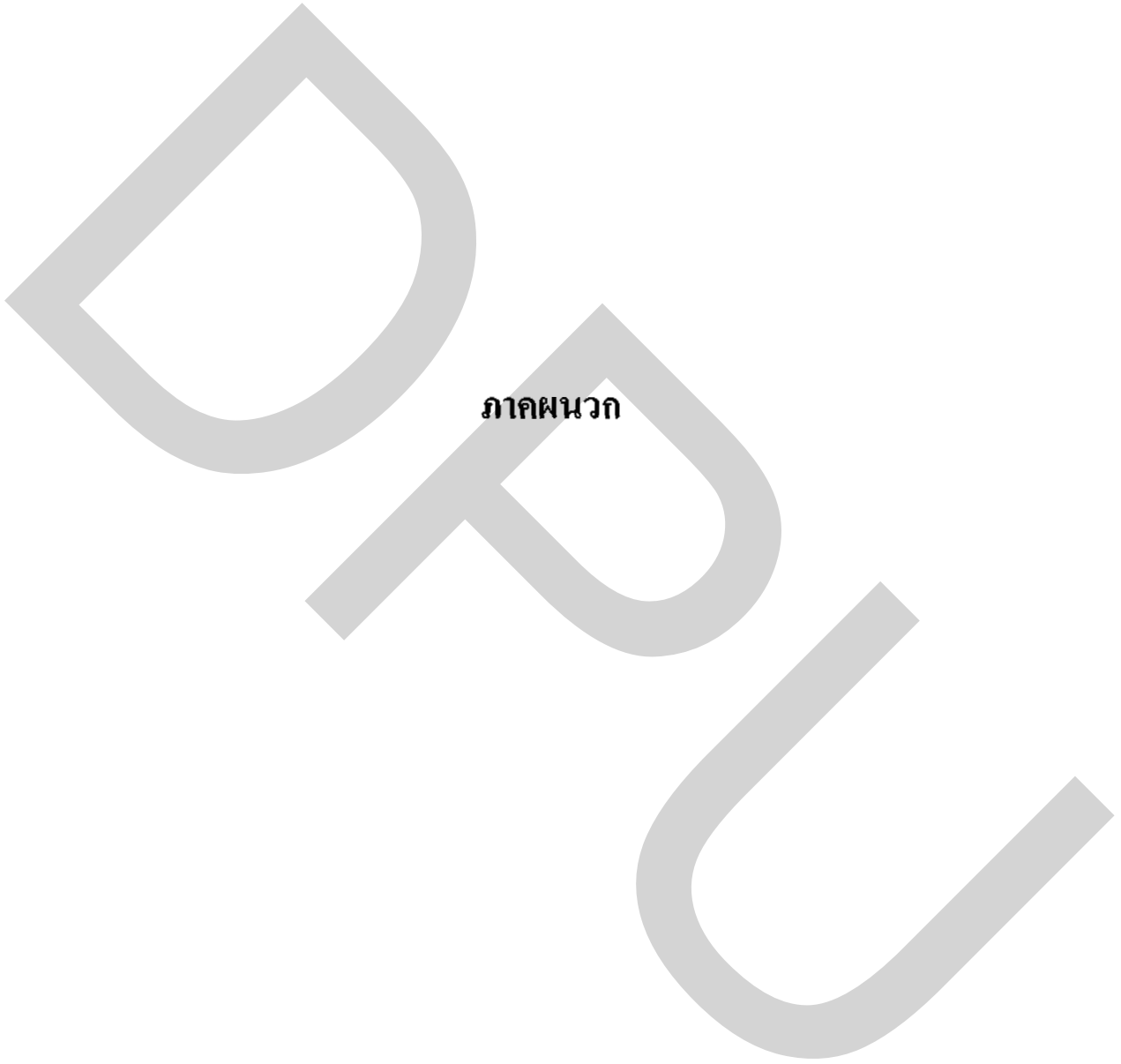
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2549). เอกสารประกอบการสัมมนา โครงการ
อนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมโดยอาคารควบคุม. กรุงเทพฯ.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548). คู่มือการอนุรักษ์พลังงาน ตาม พรบ.
การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 สำหรับอาคารควบคุม. กรุงเทพฯ:
หน่วยลูก้าสัมพันธ์

วิทยานิพนธ์

สุวรรณ รุ่งเรืองมานา. (2541). การวิเคราะห์โครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารอาคารรัฐ
ครณีศึกษา กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์ปริญญา
มหาบัณฑิต คณะเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

มันทนา พุกุล. (2541). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมของพนักงาน
ครณีศึกษา โรงแรมเจ็ดทรีดพาซ่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต คณะวารสาร
ศาสตร์และสื่อสารมวลชน. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



ภาคผนวก

แผนทีหลังงานมอบตารางระบบปรับอากาศ

1.1 เครื่องปรับอากาศ	1	190	3	380	283	0.85	24	3799.69	3.00	11399.07	53.41
1.1.1 เครื่องปรับอากาศ-1	1	190	3	380	283	0.85	24	3799.69	3.00	11399.07	53.41
1.1.2 เครื่องปรับอากาศ-2	1	190	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.1.3 เครื่องปรับอากาศ-3	1	190	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.2 ชุดล้างทาวเวอร์										9160.71	
1.2.1 ชุดล้างทาวเวอร์-1	1	11	3	380	12	0.85	24	161.12	3.00	483.35	2.26
1.2.2 ชุดล้างทาวเวอร์-2	1	11	3	380	12	0.85	24	161.12	3.00	483.35	2.26
1.2.3 ชุดล้างทาวเวอร์-3	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0
1.2.4 ชุดล้างทาวเวอร์-4	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0
1.3 คอนเดนเซอร์ปั๊ม										1812.57	8.49
1.3.1 คอนเดนเซอร์ปั๊ม-1	1	30	3	380	45	0.85	24	604.19	3.00	1812.57	8.49
1.3.2 คอนเดนเซอร์ปั๊ม-2	1	30	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.3.3 คอนเดนเซอร์ปั๊ม-3	1	30	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.3.4 คอนเดนเซอร์ปั๊ม-4	1	30	3	380	0	0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00

แผนที่ตั้งงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.4	1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5	1.4.6	1.4.7	1.4.8	1.4.9	1.4.10	
	1.4.1 Chilled Water Primary Pump										
	1.4.1.1 CH-PRI-1	1	15	3	380	26	0.85	24	349.09	1047.26	4.91
	1.4.1.2 CH-PRI-2	1	15	3	380	0	0.85	0	349.09	1047.26	4.91
	1.4.1.3 CH-PRI-3	1	15	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.1.4 CH-PRI-4	1	15	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.2 Chilled Water Secondary Pump								725.03	2175.09	10.19
	1.4.2.1 CHWP Hi-Zone-1	1	11	3	380	19	0.85	24	255.10	765.31	6.71
	1.4.2.2 CHWP Hi-Zone-2	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.2.3 CHWP Hi-Zone-3	1	11	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.2.4 CHWP Mid-Zone-1	1	15	3	380	24	0.85	24	322.24	966.71	4.53
	1.4.2.5 CHWP Mid-Zone-2	1	15	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.2.6 CHWP Mid-Zone-3	1	15	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00
	1.4.2.7 CHWP Low-Zone-1	1	15	3	380	11	0.85	24	147.69	443.07	2.08
	1.4.2.8 CHWP Low-Zone-2	1	15	3	380	0	0.85	0	0.00	0.00	0.00

แผนที่ยังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.5	Make Up Pump									16.78	50.35	0.24
1.5.1	MP-1	1	1.5	3	380	2.5	0.85	12	16.78	3.00	50.35	0.24
1.5.2	MP-2	1	1.5	3	380		0.85	0	0.00	3.00	0.00	0.00
1.6	เครื่องปรับอากาศ Air Handling Unit(AHU) Fan Coil Unit(FCU)								12,96.80		3890.40	18.23
1.6.1	พื้นที่ส่วนหน้า(Front of the House)								872.52		2617.56	12.27
1.6.1.1	ห้องพักแขก/ทางเดินห้องพักแขก								476.18		1428.53	6.69
1.6.1.1.1	ชั้น 33								22.89		68.67	0.32
1.6.1.1.1.1	ห้อง 3301-3310	9	0.67	1	220	7.2	0.85	8	10.77	3.00	32.31	0.15
1.6.1.1.1.2	ทางเดินห้องพักแขก	3	0.37	1	220	2.7	0.85	24	12.12	3.00	36.35	0.17
1.6.1.1.2	ชั้น 34								18.85		56.55	0.26
1.6.1.1.2.1	ห้อง 3401-3410	9	0.67	1	220	7.2	0.85	8	10.77	3.00	32.31	0.15
1.6.1.1.2.2	ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	3.00	24.24	0.11
1.6.1.1.3	ชั้น 35								18.85		56.55	0.26
1.6.1.1.3.1	ห้อง 3501-3510	9	0.67	1	220	7.2	0.85	8	10.77	3.00	32.31	0.15
1.6.1.1.3.2	ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	3.00	24.24	0.11

แผนที่ตั้งงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.6.1.1.4	ชั้น 36									22.44	67.32	0.32
1.6.1.1.4.1	ห้อง 3601-3610	12	0.90	1	220	9.6	0.85	8	3.00	14.36	43.08	0.20
1.6.1.1.4.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	3.00	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.5	ชั้น 37									22.44	67.32	0.32
1.6.1.1.5.1	ห้อง 3701-3710	12	0.90	1	220	9.6	0.85	8	3.00	14.36	43.08	0.20
1.6.1.1.5.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	3.00	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.6	ชั้น 38									22.44	67.32	0.32
1.6.1.1.6.1	ห้อง 3801-3810	12	0.90	1	220	9.6	0.85	8	3.00	14.36	43.08	0.20
1.6.1.1.6.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	3.00	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.7	ชั้น 39									24.83	74.50	0.35
1.6.1.1.7.1	ห้อง 3901-3910	14	1.04	1	220	11.2	0.85	8	3.00	16.76	50.27	0.24
1.6.1.1.7.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	3.00	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.8	ชั้น 40									18.85	56.55	0.26
1.6.1.1.8.1	ห้อง 4001-4010	9	0.67	1	220	7.2	0.85	8	3.00	10.77	32.31	0.15
1.6.1.1.8.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	3.00	8.08	24.24	0.11

แผนที่ยังต้องตามแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.6.1.1.9	ชั้น 41							20.05		60.14	0.28
1.6.1.1.9.1	•ห้อง 4101-4110	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17
1.6.1.1.9.2	•ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.10	ชั้น 42								20.05	60.14	0.28
1.6.1.1.10.1	•ห้อง 4201-4210	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17
1.6.1.1.10.2	•ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.11	ชั้น 43								20.05	60.14	0.28
1.6.1.1.11.1	•ห้อง 4301-4310	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17
1.6.1.1.11.2	•ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.12	ชั้น 44								20.05	60.14	0.28
1.6.1.1.12.1	•ห้อง 4401-4410	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17
1.6.1.1.12.2	•ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11
1.6.1.1.13	ชั้น 45								20.05	60.14	0.28
1.6.1.1.13.1	•ห้อง 4501-4510	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17
1.6.1.1.13.2	•ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11

แผนที่ตั้งงบประมาณแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.6.1.1.14	ชั้น 46											20.05		60.14	0.28
1.6.1.1.14.1	ห้อง 4601-4610	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8				11.97	3.00	35.90	0.17
1.6.1.1.14.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24				8.08	3.00	24.24	0.11
1.6.1.1.15	ชั้น 47											20.05		60.14	3.32
1.6.1.1.15.1	ห้อง 4701-4710	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8				11.97	3.00	35.90	0.17
1.6.1.1.15.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24				8.08	3.00	24.24	0.11
1.6.1.1.16	ชั้น 48											20.05		60.14	0.28
1.6.1.1.16.1	ห้อง 4801-4810	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8				11.97	3.00	35.90	0.17
1.6.1.1.16.1	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24				8.08	3.00	24.24	0.11
1.6.1.1.17	ชั้น 49											20.05		60.14	0.28
1.6.1.1.17.1	ห้อง 4901-4910	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8				11.97	3.00	35.90	0.17
1.6.1.1.17.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24				8.08	3.00	24.24	0.11
1.6.1.1.18	ชั้น 50											20.05		60.14	0.28
1.6.1.1.18.1	ห้อง 5001-5010	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8				11.97	3.00	35.90	0.17
1.6.1.1.18.2	ทางเดินห้องพักแยก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24				8.08	3.00	24.24	0.11

แผนที่ตั้งงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

ชื่อห้อง	จำนวนห้อง	พื้นที่ (ตร.ม.)	ความสูง (ม.)	ปริมาณอากาศ (ลิตร/วินาที)	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (ตร.ม.)	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	ปริมาณอากาศ (ลิตร/วินาที)	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (ตร.ม.)	จำนวนเครื่องปรับอากาศ	ปริมาณอากาศ (ลิตร/วินาที)	พื้นที่ (ตร.ม.)
1.6.1.1.19 ชั้น 55							20.05		60.14	0.28				
1.6.1.1.19.1 •ห้อง 5501-5510	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17				
1.6.1.1.19.1 •ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11				
1.6.1.1.20 ชั้น 56							43.98		131.95	7.28				
1.6.1.1.20.1 •ห้อง 5601-5610	10	0.75	1	220	8.0	0.85	24	35.90	107.71	5.94				
1.6.1.1.20.2 •ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11				
1.6.1.1.21 ชั้น 57							20.05		60.14	0.28				
1.6.1.1.21.1 •ห้อง 5701-5710	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17				
1.6.1.1.21.2 •ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11				
1.6.1.1.22 ชั้น 58							20.05		60.14	0.28				
1.6.1.1.22.1 •ห้อง 5801-5810	10	0.75	1	220	8.0	0.85	8	11.97	35.90	0.17				
1.6.1.1.22.2 •ทางเดินห้องพักแขก	2	0.37	1	220	1.8	0.85	24	8.08	24.24	0.11				
1.6.1.2 ห้องอาหา							382.07		1146.21	5.37				
1.6.1.2.1 ห้องอาหารชั้น 51							19.43		58.28	0.27				
1.6.1.2.1.1 •FCU. 51.1 (Private Din-1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	8.33	0.04				
1.6.1.2.1.2 •FCU. 51.2 (Private Din-1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	8.33	0.04				

แผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

Room No.	Room Name	Area (sq.m)	Volume (cu.m)	Height (m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)
1.6.1.2.1.3	•FCU. 51.3(Private Din-2)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.1.3	•FCU. 51.4(Private Din-2)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.1.4	•FCU. 51.5(Corridor)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.1.5	•FCU. 51.6(Private Dinning 3)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.1.6	•FCU. 51.7(Private Dinning 3)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2	ห้องอาหารชั้น 52								24.98		74.93	0.35
1.6.1.2.2.1	•FCU. 52.1(Dinning Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.2	•FCU. 52.2(Dinning Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.3	•FCU. 52.3(Dinning Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.4	•FCU. 52.4(Dinning Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.5	•FCU. 52.5(Corridor)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.6	•FCU. 52.6(Lounge Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.7	•FCU. 52.7(Lounge Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.8	•FCU. 52.8(Lounge Area)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.1.2.2.9	•FCU. 52.9(Pantry Room)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04

แผนที่พลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

Room No.	Room Name	Area (sq.m)	Volume (cu.m)	Height (m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)	Volume (cu.m)
1.6.1.2.3	ห้องอาหารชั้น 53									30.13	90.39	0.42
1.6.1.2.3.1	•FCU. 53.1(Yakitori Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.2	•FCU. 53.2(Yakitori Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.3	•FCU. 53.3(Yakitori Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.4	•FCU. 53.4(Yakitori Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.5	•FCU. 53.5(Sushi Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.10
1.6.1.2.3.6	•FCU. 53.6(Sushi Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.7	•FCU. 53.7(Sushi Bar)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.3.8	•FCU. 53.8(Corridor)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4	ห้องอาหารชั้น 54									26.36	79.09	0.37
1.6.1.2.4.1	•FCU. 54.1(Teppanyaki- 2)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4.2	•FCU. 54.2(Teppanyaki- 2)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4.3	•FCU. 54.3(Teppanyaki-1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4.4	•FCU. 54.3(Teppanyaki-1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4.5	•FCU. 54.4(Teppanyaki-1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05
1.6.1.2.4.6	•FCU. 54.5(Teppanyaki -1)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05

แผนผังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

พื้นที่	ชื่อพื้นที่	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)	จำนวน	พื้นที่ (ตร.ม.)
1.6.1.2.4.7	•FCU. 54.6(Teppanyaki-3)	1	0.20	1	220	1.06	0.85	19	3.77	3.00	11.30	0.05	
1.6.1.2.5 ห้องอาหารชั้น 59													
1.6.1.2.5.1	•FCU. 59.1	1	2.36	1	220	6.3	0.85	7	8.25	3.00	24.74	0.12	
1.6.1.2.5.2	•FCU. 59.2	1	2.36	1	220	6.3	0.85	7	8.25	3.00	24.74	0.12	
1.6.1.2.5.3	•FCU. 59.3	1	3.42	1	220	10.7	0.85	7	14.01	3.00	42.02	0.20	
1.6.1.2.5.4	•AHU. 59.4	1	10.00	3	380	14.66	0.85	19	155.83	3.00	467.48	2.19	
1.6.1.2.6 ห้องอาหารชั้น 60													
1.6.1.2.6.1	•AHU. 60.1	1	3.73	3	380	2	0.85	14	15.66	3.00	46.99	0.22	
1.6.1.2.6.2	•AHU. 60.2	1	3.73	3	380	2	0.85	14	15.66	3.00	46.99	0.22	
1.6.1.2.6.3	•AHU. 60.3	1	3.73	3	380	2	0.85	14	15.66	3.00	46.99	0.22	
1.6.1.2.6.4	•AHU. 60.4	1	3.73	3	380	2	0.85	14	15.66	3.00	46.99	0.22	
1.6.1.2.6.5	•AHU. 60.5	1	3.73	3	380	2	0.85	14	15.66	3.00	46.99	0.22	
1.6.1.2.6.6	•FCU. 60.6	1	0.12	1	220	1.7	0.85	14	4.45	3.00	13.35	0.06	
1.6.1.2.6.7	•FCU. 60.7	1	0.12	1	220	1.7	0.85	14	4.45	3.00	13.35	0.06	
1.6.1.2.6.8	•FCU. 60.8	1	0.12	1	220	1.7	0.85	24	7.63	3.00	22.89	0.11	

แผนที่ตั้งงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

พื้นที่	จำนวน	ขนาด	พื้นที่	ความสูง	ระยะห่าง	ระยะห่าง	ระยะห่าง	ระยะห่าง	ระยะห่าง	ระยะห่าง	ระยะห่าง
1.6.1.3 พื้นที่ให้บริการอื่น								14.27		42.82	0.20
1.6.1.3.1 ห้องน้ำแชก ชั้น 51								4.76		14.27	0.07
1.6.1.3.1.1 •FCU. 51.8	1	0.20	1	220	1.06	0.85	24	4.76	3.00	14.27	0.07
1.6.1.3.2 ห้องน้ำแชก ชั้น 54								9.51		28.54	0.13
1.6.1.3.2.1 •FCU. 54.7	1	0.20	1	220	1.06	0.85	24	4.76	3.00	14.27	0.07
1.6.1.3.2.2 •FCU. 54.8	1	0.20	1	220	1.06	0.85	24	4.76	3.00	14.27	0.07
1.6.2 พื้นที่ส่วนหลัง(Back of the House)								424.28		1272.84	5.96
1.6.2.1 พื้นที่สำหรับพนักงานทำงาน								92.78		278.35	1.30
1.6.2.1.1 ห้องครัวชั้น 51								10.70		32.11	0.15
1.6.2.1.1.1 •FCU. 51.9(Cold Saffron Kitchen)	1	0.199	1	220	1.06	0.85	18	3.57	3.00	10.70	0.05
1.6.2.1.1.2 •FCU. 51.10(Hot Saffron Kitchen)	1	0.199	1	220	1.06	0.85	18	3.57	3.00	10.70	0.05
1.6.2.1.1.3 •FCU. 51.11(Washing Area)	1	0.199	1	220	1.06	0.85	18	3.57	3.00	10.70	0.05
1.6.2.1.2 ห้องครัวชั้น 59								6.34		19.03	0.09
1.6.2.1.2.1 •FCU. 59.5	1	0.199	1	220	1.06	0.85	8	1.59	3.00	4.76	0.02
1.6.2.1.2.2 •FCU. 59.6	1	0.199	1	220	1.06	0.85	8	1.59	3.00	4.76	0.02
1.6.2.1.2.3 •FCU. 59.7	1	0.199	1	220	1.06	0.85	8	1.59	3.00	4.76	0.02

แผนที่หลังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

1.6.2.1.2.4	•FCU. 59.8	1	0.199	1	220	1.06	0.85	8	1.59	3.00	4.76	0.02
1.6.2.1.3	ห้องครัวชั้น 60								8.33		24.98	0.12
1.6.2.1.3.1	•FCU. 60.9	1	0.199	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.2.1.3.2	•FCU. 60.10	1	0.199	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.2.1.3.3	•FCU. 60.11	1	0.199	1	220	1.06	0.85	14	2.78	3.00	8.33	0.04
1.6.2.1.4	ห้องครัวชั้น ดาดฟ้า								67.41		202.23	0.95
1.6.2.1.4.1	•FCU. 61.1	1	2.2	1	220	11.1	0.85	8	16.61	3.00	49.82	0.23
1.6.2.1.4.2	•FCU. 61.2	1	2.5	1	220	11.32	0.85	8	16.93	3.00	50.80	0.24
1.6.2.1.4.3	•FCU. 61.3	1	2.5	1	220	11.32	0.85	8	16.93	3.00	50.80	0.24
1.6.2.1.4.4	•FCU. 61.4	1	2.5	1	220	11.32	0.85	8	16.93	3.00	50.80	0.24
1.6.2.2	ห้องเครื่อง								331.50		994.49	4.66
1.6.2.2.1	ห้องเครื่องไฟฟ้า ชั้น 51								58.46		175.39	0.82
1.6.2.2.1.1	•AHU. 51.12	1	1.5	3	380	2	0.85	24	26.85	3.00	80.56	0.38
1.6.2.2.1.2	•AHU. 51.13	1	1.5	3	380	2	0.85	24	26.85	3.00	80.56	0.38
1.6.2.2.1.3	•FCU. 51.14	1	0.199	1	220	1.06	0.85	24	4.76	3.00	14.27	0.07

แผนผังงานแบบตารางระบบปรับอากาศ

ชื่อเครื่องใช้	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	จำนวน	ขนาด	
1.6.2.2.2 ห้องเครื่องชนิดเตอร์ ชั้น S2																			
1.6.2.2.2.1 •AHU. S2.10	1	3	3	380	3.8	0.85	24	51.02	3.00	153.06	0.72								
1.6.2.2.2.3 ห้องเครื่องชนิดเตอร์ ชั้น S3																			
1.6.2.2.3.1 •AHU. S3.9	1	3	3	380	3.8	0.85	24	51.02	3.00	153.06	0.72								
1.6.2.2.4 ห้องเครื่องลิฟท์แยก ชั้น คาคฟ้า																			
1.6.2.2.4.1 FCU. 61.5	1	1.740	1	220	1.2	0.85	24	5.39	3.00	16.16	0.08								
1.6.2.2.4.2 FCU. 61.6	1	1.740	1	220	1.2	0.85	24	5.39	3.00	16.16	0.08								
1.6.2.2.4.3 FCU. 61.7	1	2.356	1	220	6.3	0.85	24	28.27	3.00	84.82	0.40								
1.6.2.2.4.4 FCU. 61.8	1	2.356	1	220	6.3	0.85	24	28.27	3.00	84.82	0.40								
1.6.2.2.4.5 FCU. 61.9	1	2.356	1	220	6.3	0.85	24	28.27	3.00	84.82	0.40								
1.6.2.2.5 ห้องเครื่องลิฟท์พนักงาน ชั้น คาคฟ้า																			
1.6.2.2.5.1 FCU. 61.10	1	1.118	1	220	2.1	0.85	24	9.42	3.00	28.27	0.13								
1.6.2.2.5.2 FCU. 61.11	1	1.118	1	220	2.1	0.85	24	9.42	3.00	28.27	0.13								
1.6.2.2.5.3 FCU. 61.12	1	2.356	1	220	6.3	0.85	24	28.27	3.00	84.82	0.40								
1.6.2.2.5.4 FCU. 61.13	1	2.356	1	220	6.3	0.85	24	28.27	3.00	84.82	0.40								

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ลำดับงาน	ชื่องาน	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	พื้นที่	รวม	รวม	รวม	รวม
2.1.1	ห้องพักแยก/ทางเดินห้องพักแยก.								
2.1.1.1	ชั้น 33 ห้อง 3301-3310.	9				1427.86		5689.80	83.34
2.1.1.1.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	18	60	1.08	6.48	3.00	19.44	0.28
2.1.1.1.2	•Saving lamp 11 W.	10	90	11	0.99	5.94	3.00	17.82	0.26
2.1.1.1.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	9	50	0.45	2.70	3.00	8.10	0.12
2.1.1.1.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	27	35	0.95	5.67	3.00	17.01	0.25
2.1.1.1.5	•Jampa lamp 25 W.	2	18	25	0.45	2.70	3.00	8.10	0.12
2.1.1.1.6	•Philimia lamp 35 W.	2	18	35	0.63	3.78	3.00	11.34	0.17
2.1.1.2	ชั้น 34 ห้อง 3401-3410.	9				27.27		81.81	1.20
2.1.1.2.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	18	60	1.08	6.48	3.00	19.44	0.28
2.1.1.2.2	•Saving lamp 11 W.	10	90	11	0.99	5.94	3.00	17.82	0.26
2.1.1.2.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	9	50	0.45	2.70	3.00	8.10	0.12
2.1.1.2.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	27	35	0.95	5.67	3.00	17.01	0.25
2.1.1.2.5	•Jampa lamp 25 W.	2	18	25	0.45	2.70	3.00	8.10	0.12

แผนที่พัฒนางานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.1.1.2.6	•Philinia lamp 35 W.	2	18	35	0.63	6	3.78	3.00	11.34	0.17
2.1.1.3	•Philinia lamp 35 W. ห้อง 35	9					27.27		81.81	1.20
2.1.1.3.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	18	60	1.08	6	6.48	3.00	19.44	0.28
2.1.1.3.2	•Saving lamp 11 W.	10	90	11	0.99	6	5.94	3.00	17.82	0.26
2.1.1.3.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	9	50	0.45	6	2.70	3.00	8.10	0.12
2.1.1.3.3	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	27	35	0.95	6	5.67	3.00	17.01	0.25
2.1.1.3.4	•Jampa lamp 25 W.	2	18	25	0.45	6	2.70	3.00	8.10	0.12
2.1.1.3.5	•Philinia lamp 35 W.	2	18	35	0.63	6	3.78	3.00	11.34	0.17
2.1.1.4	•Philinia lamp 35 W. ห้อง 36	10					30.30		90.90	1.33
2.1.1.4.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32
2.1.1.4.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29
2.1.1.4.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.4.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28
2.1.1.4.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.4.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัส	ชื่องาน	จำนวน	ขนาด	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	
2.1.1.5	ฝ้า 37 ห้อง 3701-3710.	10						30.30			90.90	1.33
2.1.1.5.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	3.00	21.60		0.32
2.1.1.5.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	3.00	19.80		0.29
2.1.1.5.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00		0.13
2.1.1.5.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	3.00	18.90		0.28
2.1.1.5.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00		0.13
2.1.1.5.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	3.00	12.60		0.18
2.1.1.6	ฝ้า 38 ห้อง 3801-3810.	10					30.30			90.90		1.33
2.1.1.6.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	3.00	21.60		0.32
2.1.1.6.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	3.00	19.80		0.29
2.1.1.6.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00		0.13
2.1.1.6.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	3.00	18.90		0.28
2.1.1.6.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00		0.13
2.1.1.6.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	3.00	12.60		0.18
2.1.1.7	ฝ้า 39 ห้อง 3901-3910.	10					30.30			90.90		1.33
2.1.1.7.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	3.00	21.60		0.32

แผนทีพลังงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	ขนาด	ความสูง	ระยะห่าง	ความส่องสว่าง	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าสัมประสิทธิ์
2.1.1.7.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29		
2.1.1.7.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.7.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	210.00		
2.1.1.7.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.7.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18		
2.1.1.8	ห้อง 40 ห้อง 4001-4010.	10					30.30		90.90	1.33		
2.1.1.8.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32		
2.1.1.8.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29		
2.1.1.8.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.8.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28		
2.1.1.8.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.8.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18		
2.1.1.9	ห้อง 41 ห้อง 4101-4110.	10					30.30		90.90	1.33		
2.1.1.9.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32		
2.1.1.9.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29		
2.1.1.9.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		

แผนที่ต้องการแบบตาราง ระบบไฟส่องสว่าง

รหัสรายการ	ชื่อรายการ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวม	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวม	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวม
2.1.1.9.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	3.00	3.00	0.28	0.84
2.1.1.9.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	3.00	3.00	0.13	0.39
2.1.1.9.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	3.00	3.00	0.18	0.54
2.1.1.10	•Phil 42 หรือ 4201-4210.	10					30.30		90.90			1.33	13.30
2.1.1.10.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	3.00	3.00	0.32	0.96
2.1.1.10.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	3.00	3.00	0.29	0.87
2.1.1.10.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	3.00	3.00	0.13	0.39
2.1.1.10.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	3.00	3.00	0.28	0.84
2.1.1.10.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	3.00	3.00	0.13	0.39
2.1.1.10.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	3.00	3.00	0.18	0.54
2.1.1.11	•Phil 43 หรือ 4301-4310.	10					30.30		90.90			1.33	13.30
2.1.1.11.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	3.00	3.00	0.32	0.96
2.1.1.11.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	3.00	3.00	0.29	0.87
2.1.1.11.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	3.00	3.00	0.13	0.39
2.1.1.11.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	3.00	3.00	0.28	0.84
2.1.1.11.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	3.00	3.00	0.13	0.39

แผนผังงานเบรคตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.1.1.11.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18
2.1.1.12	•Philimia lamp 44 หรือ 4401-4410.	10					30.30		90.90	1.33
2.1.1.11.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32
2.1.1.11.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29
2.1.1.11.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.11.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28
2.1.1.11.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.11.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18
2.1.1.13	•Philimia lamp 45 หรือ 4501-4510.	10					30.30		90.90	1.33
2.1.1.13.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32
2.1.1.13.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29
2.1.1.13.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.13.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28
2.1.1.13.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.13.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18

แผนที่ติดตั้งตามแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

Code	Description	Qty	Unit	Height	Area	Power	Notes	Unit Price	Total Price
2.1.1.14	ชั้น 46 ห้อง 4601-4610.	10						30.30	90.90
2.1.1.14.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6		7.20	21.60
2.1.1.14.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6		6.60	19.80
2.1.1.14.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6		3.00	9.00
2.1.1.14.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6		6.30	18.90
2.1.1.14.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6		3.00	9.00
2.1.1.14.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6		4.20	12.60
2.1.1.15	ชั้น 47 ห้อง 4701-4710.	10						30.30	90.90
2.1.1.15.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6		7.20	21.60
2.1.1.15.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6		6.60	19.80
2.1.1.15.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6		3.00	9.00
2.1.1.15.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6		6.30	18.90
2.1.1.15.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6		3.00	9.00
2.1.1.15.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6		4.20	12.60

แผนที่ต้องกำหนดตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.1.1.16	ชั้น 48 ห้อง 4801-4810.	10								30.30			90.90	1.33
2.1.1.16.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	3.00	21.60	0.32					
2.1.1.16.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	3.00	19.80	0.29					
2.1.1.16.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	9.00	0.13					
2.1.1.16.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	3.00	18.90	0.28					
2.1.1.16.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	9.00	0.13					
2.1.1.16.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	3.00	12.60	0.18					
2.1.1.17	ชั้น 49 ห้อง 4901-4910.	10								30.30			90.90	1.33
2.1.1.17.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	3.00	21.60	0.32					
2.1.1.17.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	3.00	19.80	0.29					
2.1.1.17.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	9.00	0.13					
2.1.1.17.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	3.00	18.90	0.28					
2.1.1.17.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	9.00	0.13					
2.1.1.17.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	3.00	12.60	0.18					

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัส	ชื่อ	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	รวม	รวม	รวม
2.1.1.18	ชนิด 50 ห้อง 5001-5010	10						30.30	90.90	1.33
2.1.1.18.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32
2.1.1.18.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29
2.1.1.18.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.18.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28
2.1.1.18.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.18.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18
2.1.1.19	ชนิด 55 ห้อง 5501-5510	10						30.30	90.90	1.33
2.1.1.19.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32
2.1.1.19.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29
2.1.1.19.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.19.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28
2.1.1.19.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.19.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัส	รายละเอียด	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	
2.1.1.20	ชั้น 56 ห้อง 5601-5610.	10						30.30		90.90	1.33
2.1.1.20.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	3.00	21.60	0.32
2.1.1.20.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	3.00	19.80	0.29
2.1.1.20.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.20.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	3.00	18.90	0.28
2.1.1.20.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.20.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	3.00	12.60	0.18
2.1.1.21	ชั้น 57 ห้อง 5701-5710.	10						30.30		90.90	1.33
2.1.1.21.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	3.00	21.60	0.32
2.1.1.21.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	3.00	19.80	0.29
2.1.1.21.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.21.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	3.00	18.90	0.28
2.1.1.21.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	3.00	9.00	0.13
2.1.1.21.6	•Philinia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	3.00	12.60	0.18

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัสดำเนินงาน	รายละเอียดงาน	จำนวน	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง	ระยะห่าง	ความสูง
2.1.1.22	ชั้น 58 ห้อง 5801-5810	10										
2.1.1.22.1	•Incandensent lamp 60 W.	2	20	60	1.20	6	7.20	3.00	21.60	0.32		
2.1.1.22.2	•Saving lamp 11 W.	10	100	11	1.10	6	6.60	3.00	19.80	0.29		
2.1.1.22.3	•Halogen lamp 12 V 50 W.	1	10	50	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.22.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	3	30	35	1.05	6	6.30	3.00	18.90	0.28		
2.1.1.22.5	•Jampa lamp 25 W.	2	20	25	0.50	6	3.00	3.00	9.00	0.13		
2.1.1.22.6	•Philimia lamp 35 W.	2	20	35	0.70	6	4.20	3.00	12.60	0.18		
2.1.1.23	ทางเดินห้องพักแขก ชั้น 33-50,55-58.	22					770.35		2311.06	33.85		
2.1.1.23.1	•Saving lamp 11 W.	9	198	11	2.18	24	52.27	3.00	156.82	2.30		
2.1.1.23.2	•Halogen lamp 12 V. 35 W.	10	220	35	7.70	24	184.80	3.00	554.40	8.12		
2.1.1.23.3	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	19	418	50	20.90	24	501.60	3.00	1504.80	22.04		
2.1.1.23.4	•Fluorescent lamp 10 W.	3	66	20	1.32	24	31.68	3.00	95.04	1.39		
2.1.2	ห้องอาหาร.						436.74		1310.21	19.19		
2.1.2.1	ห้องอาหารชั้น 51.	1					52.88		158.63	2.32		
2.1.2.1.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	67	67	50	3.35	15	50.25	3.00	150.75	2.21		
2.1.12.2	•Halogen lamp 12 V 35 W.	5	5	35	0.18	15	2.63	3.00	7.88	0.12		

แผนที่ปฏิบัติงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ลำดับรายการ	ชื่อรายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าติดตั้ง	ค่าวัสดุ	ค่ารวม	ค่ารวมต่อหน่วย	รวม
2.1.2.2	ห้องอาหารชั้น 52.	1						1.97
2.1.2.2.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	58	58	2.90	15	44.88	134.64	1.91
2.1.2.2.2	•Fluorescent lamp 36 W.	2	46	0.09	15	1.38	4.14	0.06
2.1.2.3	บันได ชั้น 51.	1					55.40	0.81
2.1.2.3.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	12	12	0.60	6	3.60	10.80	0.16
2.1.2.3.2	•Halogen lamp 12 V 35 W.	5	35	0.18	15	2.63	7.88	0.12
2.1.2.3.3	•Tangsten 75 W	4	4	0.30	6	1.80	5.40	0.08
2.1.2.3.4	•Tangsten 500 W	3	3	1.50	6	9.00	27.00	0.40
2.1.2.3.4	•Par 38° 120 W	2	2	0.24	6	1.44	4.32	0.06
2.1.2.4	ห้องอาหารชั้น 53.	1					271.35	3.97
2.1.2.4.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	81	81	4.05	10	40.50	121.50	1.78
2.1.2.4.2	•Fluorescent lamp 10 W.	1	1	0.02	10	0.20	0.60	0.01
2.1.2.4.3	•Halogen lamp 12 V 35 W.	14	14	4.90	10	49.00	147.00	2.15
2.1.2.4.4	•Halogen lamp 12 V 75 W.	1	1	0.08	10	0.75	2.25	0.03

แผนที่ยื้องานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัสงาน	ชื่องาน	จำนวน	ค่าติดตั้ง	ค่าเดินสาย	ค่าวัสดุ	ค่าแรง	รวม	รวม	รวม
2.1.2.5	ห้องอาหรชั้น 54.	1				55.25	165.75	2.43	
2.1.2.5.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	64	64	50	3.20	32.00	96.00	1.41	
2.1.2.5.2	•Fluorescent lamp 10 W.	2	2	20	0.04	0.40	1.20	0.02	
2.1.2.5.3	•Halogen lamp 12 V 35 W.	61	61	35	2.14	21.35	64.05	0.94	
2.1.2.5.4	•Halogen lamp 12 V 75 W.	2	2	75	0.15	1.50	4.50	0.07	
2.1.2.6	ห้องอาหรชั้น 59.	1				97.04	291.12	4.26	
2.1.2.6.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	42	42	50	2.10	21.00	63.00	0.92	
2.1.2.6.2	•LED lamp. 1W	44	44	1	0.04	0.44	1.32	0.02	
2.1.2.6.3	•Lucifer lamp.	0	0	3	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.1.2.6.4	•Fluorescent lamp 10 W.	0	0	20	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.1.2.6.5	•Incandescent 40 W.	60	60	40	2.40	24.00	72.00	1.05	
2.1.2.6.6	•Incandescent 40 W.	60	60	40	2.40	24.00	72.00	1.05	
2.1.2.6.7	•Incandescent 60 W.	32	32	60	1.92	19.20	57.60	0.84	
2.1.2.6.8	•Supper luxe 60 W.	14	14	60	0.84	8.40	25.20	0.37	

แผนกพลังงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

รหัส	ชื่อ	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	รวม	หมายเหตุ
2.1.2.7	ห้องอาหารชั้น 60.	1			48.90	146.70
2.1.2.7.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	49	50	2.45	10	3.00
2.1.2.7.2	•Fluorescent lamp 10 W.	2	20	0.04	10	3.00
2.1.2.7.3	•Incandescent 40 W.	48	40	1.92	10	3.00
2.1.2.7.4	•Incandescent 60 W.	8	60	0.48	10	3.00
2.1.2.8	ห้องอาหารชั้น คัดฟ้า	1				86.63
2.1.2.8.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	51	50	2.55	6	3.00
2.1.2.8.2	•Par 38°,120 W.	10	120	1.20	6	3.00
2.1.2.8.3	•Fluorescent lamp 36 W.	0	46	0.00	6	3.00
2.1.2.8.4	•Halogen lamp 12 V 35 W.	17	35	0.60	6	3.00
2.1.2.8.5	•Saving lamp 13 W.	36	13	0.47	6	3.00
2.1.3	พื้นที่ให้บริการอื่น ๆ					96.00
2.1.3.1	ห้องนำแขก ชั้น 51	1				32.40
2.1.3.1.1	•Halogen lamp 12 V. 50 W.	18	50	0.90	10	3.00
2.1.3.1.2	•Halogen lamp 12 V 35 W.	4	35	0.14	10	3.00
2.1.3.1.3	•Fluorescent lamp 10 W.	2	20	0.04	10	3.00

แผนที่พลังงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

พื้นที่ปฏิบัติงานแบบตาราง	ชนิดของหลอดไฟ	จำนวนหลอดไฟ	กำลังไฟ (W)	ระยะห่าง (m)	ความสูง (m)	พื้นที่ (m ²)	จำนวนหลอดไฟ	กำลังไฟรวม (W)	ค่าสัมประสิทธิ์การส่องสว่าง (lm/W)	ค่าสัมประสิทธิ์การส่องสว่าง (lm/W)	ค่าสัมประสิทธิ์การส่องสว่าง (lm/W)
2.1.3.2 ห้องนำแขก ชั้น 54		1					3.00	9.00			0.13
2.1.3.2.1 •Halogen lamp 12 V. 50 W.		6	50	0.30		3.00	3.00	9.00	3.00		0.13
2.1.3.3 ห้องนำแขก ชั้น 60		1					7.20	21.60			0.32
•Halogen lamp 12 V. 50 W.		4	50	0.20		2.00	3.00	6.00	3.00		0.09
•Jampa lamp 25 W.		4	25	0.10		1.00	3.00	3.00	3.00		0.04
•Incandescent 60 W.		7	60	0.42		4.20	3.00	12.60	3.00		0.18
2.1.3.4 บันไดวนขึ้นห้องอาหาร 51-54		1					11.00	33.00			0.48
2.1.3.4.1 •Halogen lamp 12 V. 50 W.		22	50	1.10		11.00	3.00	33.00	3.00		0.48
2.2 พื้นที่สำนักงาน (Back of the House)							1137.43	16.60			
2.2.1 พื้นที่สำหรับพนักงานทำงาน							356.60	1069.81			15.67
2.2.1.1 พื้นที่หน้าลิฟท์พนักงาน ชั้น 33-50,55-58.		22					95.04	285.12			4.18
2.2.1.1.1 •Fluorescent lamp 32 W.		1	22	0.92		24	22.18	66.53	3.00		0.97
2.2.1.1.2 •Fluorescent lamp 36 W.		3	66	3.04		24	72.86	218.59	3.00		3.20
2.2.1.2 ห้องพนักงานทำความสะอาดชั้น 33-50,55-58		22					18.22	54.65			0.80
2.2.1.2.1 •Fluorescent lamp 32 W.		0	42	0.00		6	0.00	0.00	3.00		0.00
2.2.1.2.2 •Fluorescent lamp 36 W.		3	66	3.04		6	18.22	54.65	3.00		0.80

แผนที่ยังงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

Room No.	Room Name	Area (sq.m)	Height (m)	Area (sq.m)	Height (m)	Area (sq.m)	Height (m)	Area (sq.m)	Height (m)	Area (sq.m)	Height (m)
2.2.1.3	ห้องนำพนักงานทำความสะอาด ชั้น 34,36,38,40,42,44,46,48,50,56,58,59,60	13				3.28				9.83	0.14
2.2.1.3.1	•Fluorescent lamp 32 W.	13	13	42	0.55	3.28	6	3.00		9.83	0.14
2.2.1.4	ห้อง Pantry ชั้น 51,52,53,54.	4				2.21				6.62	0.10
2.2.1.4.1	•Fluorescent lamp 36 W.	2	8	46	0.37	2.21	6	3.00		6.62	0.10
2.2.1.5	ห้องครัว ชั้น 51.	1				10.66				31.97	0.47
2.2.1.5.1	•Incandescent 60 W.	5	5	60	0.30	3.60	12	3.00		10.80	0.16
2.2.1.5.2	•Fluorescent lamp 18 W.	21	21	28	0.59	7.06	12	3.00		21.17	0.31
2.2.1.6	พื้นที่ส่วนกลาง ชั้น 51	1				12.10				36.29	0.53
2.2.1.6.1	•Fluorescent lamp 36 W.	21	21	46	0.97	11.59	12	3.00		34.78	0.51
2.2.1.6.2	•Fluorescent lamp 32 W.	1	1	42	0.04	0.50	12	3.00		1.51	0.02
2.2.1.7	ห้องครัวชั้น 59	1				15.02				45.07	0.66
2.2.1.7.1	•Incandescent 60 W.	4	4	60	0.24	2.88	12	3.00		8.64	0.13
2.2.1.7.2	•Fluorescent lamp 10 W.	0	0	20	0.00	0.00	12	3.00		0.00	0.00
2.2.1.7.3	•Fluorescent lamp 32 W.	0	0	0	0.00	0.00	12	3.00		0.00	0.00
2.2.1.7.4	•Fluorescent lamp 36 W.	22	22	46	1.01	12.14	12	3.00		36.43	0.53

แผนที่ปฏิบัติงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.2.1.8	ห้องครัวชั้น 60	1							22.61			67.82	0.99
2.2.1.8.1	•Incandescent 60 W.	7	7	60	0.42	12			5.04	3.00		15.12	0.22
2.2.1.8.2	•Fluorescent lamp 10 W.	0	0	0	0.00	12			0.00	3.00		0.00	0.00
2.2.1.8.3	•Fluorescent lamp 32 W.	2	2	42	0.08	12			1.01	3.00		3.02	0.04
2.2.1.8.4	•Fluorescent lamp 36 W.	30	30	46	1.38	12			16.56	3.00		49.68	0.73
2.2.1.9	ห้องครัวชั้น คาตฟ้า	1							15.89			47.66	0.70
2.2.1.9.1	•Incandescent 60 W.	3	3	60	0.18	12			2.16	3.00		6.48	0.09
2.2.1.9.2	•Fluorescent lamp 10 W.	2	2	20	0.04	12			0.48	3.00		1.44	0.02
2.2.1.9.3	•Fluorescent lamp 36 W.	24	24	46	1.10	12			13.25	3.00		39.74	0.58
2.2.1.10	พื้นที่ส่วนกลางคาตฟ้า	1							44.66			133.99	1.96
2.2.1.10.1	•Fluorescent lamp 36 W.	35	35	46	1.61	12			19.32	3.00		57.96	0.85
2.2.1.10.2	•Tungsten 500 W.	4	4	500	2.00	12			24.00	3.00		72.00	1.05
2.2.1.10.3	•Fluorescent lamp 18 W.	4	4	28	0.11	12			1.34	3.00		4.03	0.06
2.2.1.11	บันไดหนีไฟ ชั้น 33-61	29							116.93			350.78	5.14
2.2.1.11.1	•Fluorescent lamp 32 W.	4	116	42	4.87	24			116.93	3.00		350.78	5.14

แผนที่ตั้งงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.2.2	ห้องเครื่อง									22.54				67.62	0.99
2.2.2.1	ห้องเครื่องทำความร้อน ชั้น 33-50,55-58.	22								1.01				3.04	0.04
2.2.2.1.1	•Fluorescent lamp 36 W.	2	44	46	2.02	0.5				1.01	3.00			3.04	0.04
2.2.2.2	ห้องเครื่องปั๊ม ชั้น 33.	1								0.32				0.97	0.01
2.2.2.2.1	•Fluorescent lamp 36 W.	14	14	46	0.64	0.5				0.32	3.00			0.97	0.01
2.2.2.3	ห้องเครื่องไฟฟ้า ชั้น 34.	1								0.92				2.76	0.04
2.2.2.3.1	•Fluorescent lamp 36 W.	20	20	46	0.92	1				0.92	3.00			2.76	0.04
2.2.2.4	ห้องเครื่องไฟฟ้า ชั้น 51.	1								8.83				26.50	0.39
2.2.2.4.1	•Fluorescent lamp 36 W.	16	16	46	0.74	12				8.83	3.00			26.50	0.39
2.2.2.5	ห้องเครื่องซิลเลอร์ ชั้น 52,53.	2								8.74				26.22	0.38
2.2.2.5.1	•Fluorescent lamp 36 W.	95	95	46	4.37	2				8.74	3.00			26.22	0.38
2.2.2.6	ห้องเครื่องลิฟท์แก๊งค์ ชั้นคาตฟ้า	1								1.10				3.31	0.05
2.2.2.6.1	•Fluorescent lamp 36 W.	12	12	46	0.55	2				1.10	3.00			3.31	0.05
2.2.2.7	ห้องเครื่องลิฟท์ยกงาน ชั้นคาตฟ้า	1								0.92				2.76	0.04
2.2.2.7.1	•Fluorescent lamp 36 W.	10	10	46	0.46	2				0.92	3.00			2.76	0.04
2.2.2.8	ห้อง Booter Pump 54th Floor.	1								0.37				1.10	0.02

แผนที่พลังงานแบบตาราง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เลขที่ห้อง	ชนิดของหลอดไฟ	จำนวนหลอดไฟ	กำลังไฟ (วัตต์)	ระยะห่าง (เมตร)	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่าสัมประสิทธิ์	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่	ค่าคงที่
2.2.2.8.1	•Fluorescent lamp 36 W.	16	16	46	0.74	0.5	0.37	3.00	1.10	0.02		
2.2.2.9	ห้องสโตร์ Sound 52nd Floor.	1					0.32		0.97	0.01		
2.2.2.9.1	•Fluorescent lamp 36 W.	7	7	46	0.32	1	0.32	3.00	0.97	0.01		

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายวัชร จำปาคิชู้
ประวัติการศึกษา	ประโยควิชาชีพครูเทคนิคชั้นสูง สาขาไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน กรุงเทพฯ ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2536 ปริญญาตรี คณะบริหารธุรกิจ สาขาการจัดการคุณภาพ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพฯ ปีที่สำเร็จการศึกษา พ.ศ. 2546
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงแรม บ้านอันทรี กรุงเทพฯ ถนนสาทรใต้ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ
ตำแหน่ง	ผู้อำนวยการฝ่ายช่าง
ประสบการณ์	การจัดการงานซ่อมบำรุงอาคารสูงและอาคารโรงแรม