



การควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความ
ร้อนตัวนำในช่วงฤดูภูมิเวดล้อมต่ำ

เตชะธร สุขชัยศรี

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ. 2550

**Operating of Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System
for Low Ambient Temperature**

Techathorn Sukchaisri

**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.....	0199647
วันลงทะเบียน.....	- 3 ส.ธ. 2551
เลขที่หนังสือ.....	๖๙๗.๙๓
	๐๖๗๕๐
	[๒๕๕๐]

๙๖๒



ใบรับรองสารนิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

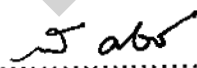
หัวข้อสารนิพนธ์ การควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลาง
ระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

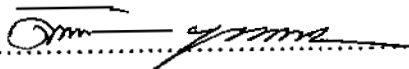
เสนอโดย เตชะธร สุขชัยศรี

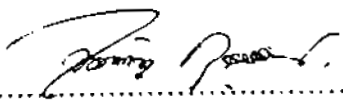
สาขาวิชา การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ศศ.ดร.ติกะ บุนนาค

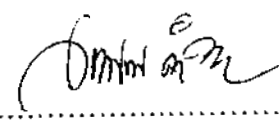
ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ)


.....กรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์
(ศศ.ดร.ติกะ บุนนาค)


.....กรรมการ
(ดร.จันทนา กุญชรรัตน์)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศศ.ดร.สมศักดิ์ คำริชอบ)

วันที่ 8 เดือน กันยายน พ.ศ. 2550

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จได้ด้วยดี ผู้ศึกษาขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการที่มีส่วนช่วยเหลือ และให้ความสนับสนุนดังต่อไปนี้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดิเกะ บุนนาค กรรมการที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ กรรมการสารนิพนธ์ และ ดร.จันทนา กุญชรรัตน์ กรรมการสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการศึกษา ตลอดจนถึงแนะนำวิธีการ และแนวคิดในเชิงวิชาการที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ศึกษา จนส่งผลให้ผู้ศึกษาสามารถทำการศึกษาในครั้งนี้ได้อย่างถูกต้อง และสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

สุดท้ายนี้ ผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และขอขอบคุณครอบครัว รวมถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับทั้งหมดของผู้ศึกษาที่ให้การสนับสนุน ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจตลอดมา

เดชะธร สุขชัยศรี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๘
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง.....	๗
สารบัญรูป.....	๘
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของการศึกษา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา.....	3
2. ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 พื้นฐานการทำความเข้าใจ.....	4
2.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ.....	6
2.3 ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	12
2.4 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง.....	23
3. วิธีการดำเนินการศึกษา.....	26
3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ.....	26
3.2 วิธีการเก็บข้อมูล.....	26
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดผล.....	27
3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	29
3.5 ตารางบันทึกข้อมูล.....	30
4. ผลการศึกษา.....	32
4.1 สถานที่ทำการศึกษา.....	32
4.2 การควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ.....	33
4.3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	41

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5. สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา.....	45
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	45
5.2 วิจารณ์ผลการศึกษา.....	46
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	49
บรรณานุกรม.....	51
ภาคผนวก.....	54
ประวัติผู้เขียน.....	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ขนาดต้นความเย็นของคอมเพรสเซอร์.....	7
2.2 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.1 อัตราปกติ.....	13
2.3 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff).....	14
2.4 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff, TOD Tariff).....	16
2.5 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff).....	17
3.1 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร.....	30
3.2 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า.....	31
5.1 ค่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ.....	47

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	วิธจักรการทำความเย็น.....	4
2.2	เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน.....	6
2.3	เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ.....	9
2.4	หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลสวนทางกับน้ำ.....	10
2.5	หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลตัดผ่านกันกับน้ำ.....	10
2.6	เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยอากาศ.....	11
3.1	ค่าการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ.....	27
3.2	สถานภาพทำงานของระบบปรับอากาศ.....	28
3.3	เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า.....	28
3.4	เครื่องวัดอุณหภูมิภายนอกอาคาร.....	29
4.1	อาคารที่ทำการศึกษาทดลอง.....	32
4.2	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนมกราคม.....	33
4.3	จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ.....	34
4.4	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนมกราคม ปี 2550.....	36
4.5	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนกุมภาพันธ์.....	36
4.6	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550.....	37
4.7	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนมีนาคม.....	37
4.8	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนมีนาคม ปี 2550.....	38
4.9	จำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลา.....	39
4.10	จำนวนการเกิดไฟฟ้าขัดข้อง.....	40
4.11	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าหลังการเกิดไฟฟ้าขัดข้อง.....	40
4.12	ค่าพลังงานไฟฟ้า.....	41
4.13	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า.....	42
4.14	ค่าไฟฟ้าผันแปร.....	43
4.15	ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า.....	44
5.1	สถานภาพการทำงานของเครื่องเป่าลมเย็น.....	49

หัวข้อสารนิพนธ์	การควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็น ส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ
ชื่อผู้เขียน	เดชะธร สุขชัยศรี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ตีเกะ บุญนาค
สาขาวิชา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
ปีการศึกษา	2550

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) ในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

วิธีการควบคุมการทำงานที่นำมาใช้กับเครื่องปรับอากาศประกอบด้วย การควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Running Time) การควบคุมอุณหภูมิการทำงานเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Chilled Water Set Point) และการควบคุมค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศ (Current Limit Set Point)

ในการวิเคราะห์จะพิจารณาจากค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) และค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) ของเครื่องปรับอากาศ ระหว่างที่ทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานเปรียบเทียบกับช่วงที่ไม่มีการทดลอง โดยในการทดลองจะใช้อุณหภูมิภายนอกเป็นเกณฑ์ในการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศและสรุปผลออกมาเป็นค่าใช้จ่ายไฟฟ้าประจำเดือน ซึ่งอัตราค่าไฟฟ้าของอาคารที่ทำการทดลอง เป็นประเภทที่ 4 คิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff)

จากการศึกษาทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำพบว่าสามารถช่วยลดค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh) ได้สัดส่วนร้อยละ 2-3 % ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศและค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (kW) ได้สัดส่วนร้อยละ 0.5-1% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องปรับอากาศ โดยเมื่อคิดเป็นค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าแล้วสามารถลดลงได้สัดส่วนร้อยละ 4-5 % หรือประมาณ 10,000 บาทต่อสัดส่วน

คำสำคัญ: การปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ / อุณหภูมิแวดล้อมต่ำ / การประหยัดพลังงาน

Thematic Paper Title Operating of Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning
System for Low Ambient Temperature

Author Techathorn Sukchaisri

Thematic Paper Advisor Assistant Professor Dr.Tika Bunnag

Department Building Technology Management

Academic Year 2007

ABSTRACT

The aim of this study is to adjust the control processes of water cooled water chiller air conditioning system in case of low ambient temperature. The electricity consumption before and after adjusted running time, chilled water set points and current limit set points are investigated.

The ambient temperature is used as set point to adjust the control processes. The energy analyses are considered in electricity consumption (kWh) and peak demand (kW) of system. In addition, the electrical cost of system are investigated and analyzed by using Time of Use (TOU) Tariff.

The results of this study found that the adjustment processes can reduce the energy consumption and peak demand about 2 – 3 % and 0.5 – 1 %, respectively. In the part of electrical expense, this technique showed the saving of 4 – 5 % or 10,000 baht per week, approximately.

Keywords: Adjustment process control / Low ambient temperature / Energy saving

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของการศึกษา

ในสภาวะการปัจจุบัน รูปแบบการใช้พลังงานมีปริมาณการใช้ที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ในแต่ละปีประเทศไทยต้องสูญเสียเงินตรามหาศาลในการจะจัดหาแหล่งเชื้อเพลิง เพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการ อย่างไรก็ตามยังมีผู้ใช้ไฟฟ้าบางส่วนที่ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างไม่มีประสิทธิภาพ อันเกิดจากความไม่รู้เท่าไม่ถึงการณ์หรือขาดความรู้เกี่ยวกับการบริหารจัดการด้านพลังงานเป็นมูลเหตุทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี นับเป็นภาระหนักต่อฐานเศรษฐกิจ การเงิน และการลงทุนของประเทศที่จะต้องจัดหาแหล่งเชื้อเพลิง เพื่อนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้ามาใช้ให้เพียงพอเหมาะสมกับความต้องการ

แต่ถ้าผู้ใช้ไฟฟ้ามีการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและมีการบริหารจัดการด้านพลังงานที่ดีจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลงได้มาก ทั้งยังช่วยให้เศรษฐกิจของประเทศส่วนรวมดีขึ้น จึงเกิดแนวคิดเพิ่มศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานขึ้น สามารถแยกตามประเภทได้ 4 แนวคิด คือ การบริหารจัดการ การลดความสูญเสีย การปรับปรุงประสิทธิภาพและการนำความร้อนป้อนทิ้งกลับมาใช้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การบริหารจัดการ

เป็นวิธีการลดระดับการใช้พลังงาน โดยไม่ต้องใช้เงินลงทุนหรือใช้เงินลงทุนต่ำ เช่น การสร้างจิตสำนึกเพื่อการประหยัดพลังงาน การณรงค์ในรูปแบบต่างๆ การควบคุมการใช้งานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ เพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ในขณะที่ยังต้องตระหนักถึงเรื่องของความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อมด้วย

2) การลดความสูญเสีย

ความสูญเสียมีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับประสิทธิภาพของอุปกรณ์และระบบ ดังนั้นการลดความสูญเสียนับเป็นปัจจัยหนึ่งในการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยความสูญเสียอาจมองในรูปของการใช้ไฟฟ้าและความร้อนซึ่งเป็น 2 รูปแบบของการใช้พลังงานหลักในอาคารทุกประเภท

3) การปรับปรุงประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เป็นการปรับปรุงในแง่ของการลงทุนที่อาจมีระยะเวลาในการคืนทุนที่มีระยะเวลายานกลางถึงระยะยาวขึ้นอยู่กับเงินลงทุนและผลต่างประสิทธิภาพที่สามารถทำการปรับปรุงได้ ในบางกรณีการปรับปรุงการใช้งานอย่างเหมาะสมจะสามารถทำให้ประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือระบบดีขึ้นกว่าเดิมได้ เช่น การใช้งานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ภาระโหลดสูงสุด เป็นต้น

4) การนำความร้อนปล่อยทิ้งกลับมาใช้

ความร้อนปล่อยทิ้งถือเป็นพลังงานสูญเสียดังแต่แตกต่างจากกรณีข้อ 2) ตรงที่มีการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ อาจโดยตรงหรือทางอ้อม ซึ่งจะทำให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

จากแนวคิดเพิ่มศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานทั้ง 4 แนวคิด ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ปฏิบัติงานจริงผลการปฏิบัติออกมาเป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นแล้ว พบว่ายังสามารถเพิ่มศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานได้อีกด้วยการเพิ่มวิธีการบริหารจัดการเข้าไปในส่วนของกระบวนการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) โดยการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1) เพื่อศึกษาทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ
- 2) เพื่อวิเคราะห์ผลประหยัดด้านพลังงานไฟฟ้าหลังการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

- 1) ทำการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารขนาด 11 ชั้น แห่งหนึ่ง ซึ่งมีพื้นที่ปรับอากาศรวม 54,000 ตารางเมตร ช่วงเวลาทำการของอาคารเวลา 08:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. วันจันทร์ถึงวันศุกร์ โดยมีรายละเอียดของเครื่องจักรดังนี้

- เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) ขนาด 300 TON 210 kW จำนวน 3 เครื่อง เปิดใช้งานช่วงเวลาทำการของอาคารวันละ 2 เครื่องสำรองกรณีเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน 1 เครื่อง
- เครื่องส่งน้ำเย็น (Chiller Water Pump) ขนาด 30 kW จำนวน 3 เครื่อง
- เครื่องส่งน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump) ขนาด 30 kW จำนวน 3 เครื่อง
- หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ขนาด 500 TON จำนวน 3 เครื่อง
- เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) ขนาด 15 TON จำนวน 24 เครื่อง และขนาด 10 TON จำนวน 8 เครื่อง

2) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อวางแผนทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ ซึ่งอุณหภูมิแวดล้อมของประเทศไทยภาคกลางและปริมาณลดลงต่ำลงในช่วงเดือนธันวาคม มกราคมและกุมภาพันธ์ของทุกปี โดยจะมีอุณหภูมิแวดล้อมต่ำอยู่ที่ประมาณ 25 - 32 °C (77-90 °F) ในช่วงเวลา 04:00 น. ถึงเวลา 06:00 น.

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

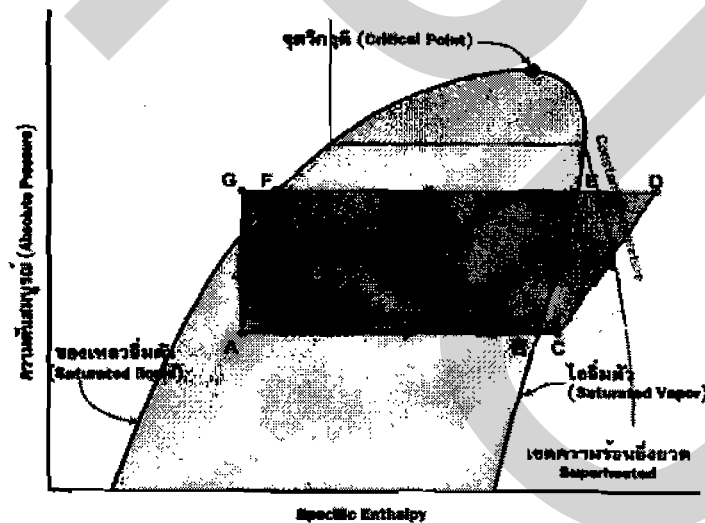
- 1) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ
- 2) เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผนลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในส่วน of เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นฐานการทำความเย็น

ในระบบการทำความเย็นนั้น เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Air-Conditioning System) และเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลาง (Central Air-Conditioning System) มีพื้นฐานการทำงานของระบบทำความเย็นอย่างเดียวกัน โดยกำหนดให้สารทำความเย็นที่ผ่านอุปกรณ์หลักในระบบอยู่ในสถานะอิ่มตัว เช่น ของเหลวที่ผ่านคอนเดนเซอร์ (Condenser) จะมีสถานะเป็นของเหลวอิ่มตัว (Saturated Liquid) และไอที่ออกมาจากเครื่องระเหย จะเป็นไออิ่มตัว (Saturated Vapor) ซึ่งเป็นไปตามหลักการดำเนินงานเบื้องต้นของระบบทำความเย็น ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำความเย็น

โดยสามารถอธิบายการทำงานตลอดวัฏจักรของการทำความเย็นได้ 4 กระบวนการหลัก คือ กระบวนการอัดตัว (Compression Process) กระบวนการควบแน่น (Condensing process) กระบวนการขยายตัว (Expansion Process) และกระบวนการกลายเป็นไอ (Vaporizing Process) โดยมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

1) กระบวนการอัดตัว

กระบวนการอัดตัวเกิดขึ้นจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์ (Compressor) โดยการอัดสารทำความเย็นที่ตามกระบวนการไอเซนทรอปีก (Constant Entropy) หรือ เอเดียติกแบบไม่มีความเสียด (Frictionless Adiabatic Process) ไออิมตัวจากเครื่องระเหยจะถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้นเป็นไอร้อนยวดยิ่ง ในช่วง C - D

2) กระบวนการควบแน่น

กระบวนการควบแน่นเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านคอนเดนเซอร์ (Condenser) โดยในช่วงแรกจะระบายความร้อนออกเพื่อลดอุณหภูมิสารทำความเย็น ทำให้สารทำความเย็นจากสถานะไอร้อนยวดยิ่งเปลี่ยนเป็นไออิมตัวก่อน ในช่วง D - E จากนั้นจึงควบแน่นจนเป็นของเหลวอิมตัวที่จุด G นั่นคือคอนเดนเซอร์ (Condenser) ทำหน้าที่ลดความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ในช่วง D - E และลดความร้อนแฝง (Latent Heat) ในช่วง E - G สารทำความเย็นในสถานะของเหลวอิมตัวจะถูกส่งผ่านลิ้นลดความดันหมุนเวียนไปใช้ในระบบต่อไป โดยขณะที่สารทำความเย็นลดอุณหภูมิเป็นไออิมตัวที่จุด E

3) กระบวนการขยายตัว

กระบวนการขยายตัวเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากการทำงานของลิ้นลดความดันในช่วง G - A โดยเริ่มจากสารทำความเย็นที่มีสถานะเป็นของเหลวอิมตัวจากคอนเดนเซอร์ (Condenser) จะถูกส่งผ่านลิ้นลดความดัน เพื่อลดความดันหรือขยายตัวตาม (Adiabatic Expansion) คือไม่มีการเพิ่มหรือลดความร้อนให้กับสารทำความเย็นหรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าเอนทัลปี แต่จากผลของการลดความดันจะทำให้สารทำความเย็นมีสถานะเป็นของเหลวและไออิมตัวที่อุณหภูมิต่ำ เพื่อส่งเข้าสู่ระบบการทำงานทำความเย็นต่อไป

4) กระบวนการกลายเป็นไอ

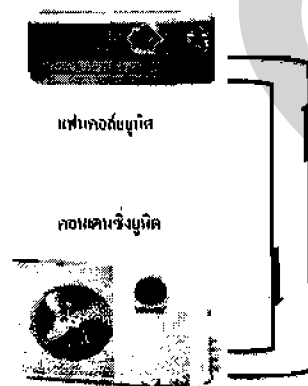
กระบวนการกลายเป็นไอเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเมื่อสารทำความเย็นผ่านเครื่องระเหย ในช่วง A – C ซึ่งสารทำความเย็นจะมีการดูดความร้อนจากระบบทำให้สารทำความเย็นเปลี่ยนสถานะเป็นไอ ตามกระบวนการอุณหภูมิและความดันคงที่ (Isothermal and Isobaric Process) สารทำความเย็นที่ออกจากเครื่องระเหยจะต้องเปลี่ยนสถานะเป็นไออิ่มตัวทั้งหมด เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับคอมเพรสเซอร์ (Compressor)

2.2 ประเภทของเครื่องปรับอากาศ

ปัจจุบันเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานกันทั่วไปนั้น สามารถจำแนกประเภทของระบบปรับอากาศออกได้เป็น 2 แบบ คือ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Air-Conditioning System) และเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลาง (Central Air-Conditioning System) มีรายละเอียดดังนี้

1) เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศแบบนี้สามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วน ดังรูปที่ 2.2 ส่วนแรกคือส่วนที่อยู่ภายในห้องเรียกว่าแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) ประกอบด้วย ตัวตู้พัดลม อีวาโปเรเตอร์ ถังลดความดันและแผงกรองอากาศ ส่วนที่สองคือส่วนที่อยู่ภายนอกห้องเรียกว่าคอนเดนซิ่งยูนิต (Condensing Unit) ซึ่งประกอบไปด้วยคอมเพรสเซอร์ พัดลม คอนเดนเซอร์ แผงสวิทช์และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน



รูปที่ 2.2 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

2) เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลาง

เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลางหมายถึงกลุ่มของเครื่องทำความเย็นหนึ่งเครื่องหรือมากกว่าที่จ่ายน้ำเย็นให้กับเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กและเครื่องส่งลมเย็นขนาดใหญ่ที่ติดตั้งอยู่จุดต่างๆของอาคารหรือกลุ่มของอาคาร โดยเครื่องทำน้ำเย็นไม่จำเป็นต้องวางอยู่ตำแหน่งศูนย์กลางเมื่อเทียบกับอาคารทั้งหลายและจำนวนเครื่องทำความเย็นอาจมีหนึ่งหรือสองเครื่องหรือมากกว่าตามขนาดและการใช้งานของอาคาร ซึ่งอาจมีการกระจายสถานที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลางออกไปถึงสองสามแห่งเนื่องจากพื้นที่การติดตั้งในช่วงแรกไม่เพียงพอสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลาง สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) และเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) จากการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศพบว่าเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเนื่องจากมีอุปกรณ์ประกอบระบบหลายประเภทที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น หอผึ่งน้ำและเครื่องส่งน้ำระบายความร้อน เป็นต้น

สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำความเย็นส่วนกลางนั้น สามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนระบบทำความเย็นและส่วนระบบระบายความร้อน ซึ่งในส่วนของระบบทำความเย็นจะใช้คอมเพรสเซอร์ในการขับเคลื่อนสารทำความเย็นซึ่งพลังงานที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์จะเป็นพลังงานไฟฟ้า สามารถแบ่งขนาดของเครื่องปรับอากาศได้ตามลักษณะคอมเพรสเซอร์ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดตันความเย็นของคอมเพรสเซอร์

ชนิดของคอมเพรสเซอร์	ขนาดตันความเย็นโดยประมาณ
1. แบบลูกสูบ (Reciprocating)	3 – 200 ตันความเย็น
2. แบบสโครล (Scroll)	15 – 60 ตันความเย็น
3. แบบโรตารี (Rotary)	50 – 1300 ตันความเย็น
4. แบบแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal)	150 – 2000 ตันความเย็น

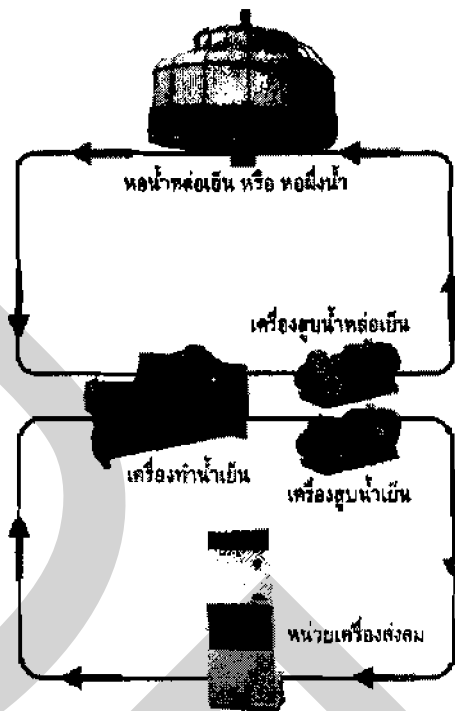
- ส่วนระบบทำความเย็น มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ คูลเลอร์ (Cooler) ของเครื่องทำน้ำเย็น โดยมีเครื่องสูบน้ำ (Water Pump) จะทำหน้าที่ดูดน้ำเย็นที่ถูกส่งผ่านเข้าไปในระบบแล้ว ซึ่งมีอุณหภูมิน้ำเย็นที่ค่าโดยประมาณ 12-13 °C (54 - 56 °F) ที่สภาวะการทำงานเต็มทีของเครื่องทำน้ำเย็นส่งเข้าคูลเลอร์และจะเกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสารทำความเย็นภายในเครื่องทำน้ำเย็นที่ออกจากคูลเลอร์จะมีอุณหภูมิต่ำลงโดยจะมีค่าลดลงเหลือประมาณ 7-8 °C (44 - 46 °F) น้ำเย็นนี้จะถูกส่งเข้าระบบเพื่อตอบสนองกับการทำความเย็นของระบบต่อไป

- ส่วนระบบระบายความร้อน มีส่วนประกอบสำคัญได้แก่ คอนเดนเซอร์ (Condenser) ซึ่งทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็นในเครื่องทำความเย็น โดยการระบายความร้อนสามารถทำได้ 2 วิธีคือ การระบายความร้อนด้วยน้ำและการระบายความร้อนด้วยอากาศ

การระบายความร้อนด้วยน้ำ

การระบายความร้อนด้วยน้ำจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เพิ่มขึ้นในระบบได้แก่ เครื่องสูบน้ำ (Water Pump) และหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ดังรูปที่ 2.3 สำหรับการทำงาน ของเครื่องสูบน้ำจะทำหน้าที่ส่งน้ำเข้าเครื่องทำน้ำเย็นเพื่อช่วยในการระบายความร้อน โดยน้ำที่รับความร้อนจากสารทำความเย็นจะมีอุณหภูมิสูงประมาณ 35-38 °C (95-100 °F) ถูกส่งไประบายความร้อนที่หอผึ่งน้ำ จนอุณหภูมิน้ำลดลงประมาณ 30-33 °C (85-90 °F) จึงถูกส่งกลับมาที่คอนเดนเซอร์เพื่อหมุนเวียนระบายความร้อนต่อไป

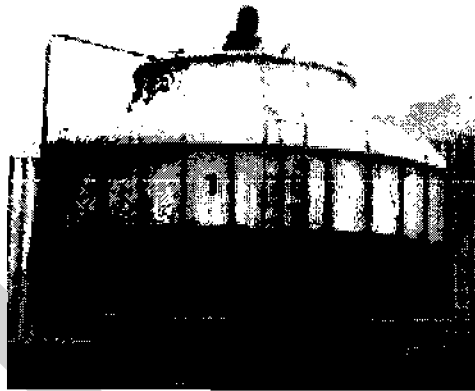
- เครื่องสูบน้ำ (Water Pump) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปพลังงานไฟฟ้าจากมอเตอร์ไปเป็นพลังงานกล คือ เครื่องสูบน้ำจะลดความดันด้านดูดของตัวมันให้ต่ำลงเพื่อให้ของเหลวสามารถไหลเข้ามาได้ และจะเพิ่มแรงดันไปยังของเหลวทำให้ของเหลวดังกล่าวเคลื่อนที่ผ่านระบบต่างๆที่ต่อออกจากเครื่องสูบน้ำได้ สำหรับงานระบบทำความเย็นมักนิยมใช้เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่ง (Centrifugal Pump) โดยสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทได้แก่ เครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งแบบแนวนอน (Horizontal) และเครื่องสูบน้ำแบบหอยโข่งแบบแนวตั้ง (Vertical) เนื่องจากเครื่องสูบน้ำถูกใช้งานในหลายๆส่วนของระบบทำความเย็น เพื่อความสะดวกในการพิจารณา เครื่องสูบน้ำที่ใช้ในส่วนระบบทำความเย็นมักถูกเรียกว่า เครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำระบายความร้อน



รูปที่ 2.3 เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ

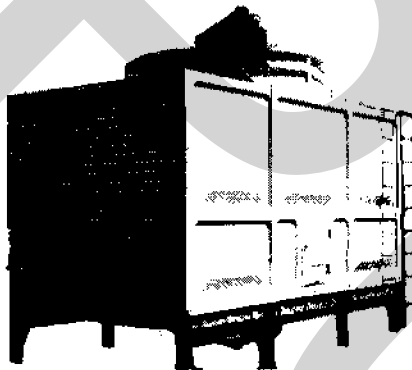
- หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างน้ำกับอากาศโดยจะช่วยให้การระบายความร้อน ทำให้น้ำที่มีอุณหภูมิสูงให้อุณหภูมิลดต่ำลง นอกจากนี้การใช้งานหอผึ่งน้ำในระบบทำความเย็นปัจจุบันนิยมใช้อยู่ 2 ประเภท คือ หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลสวนทางกับน้ำ (Counter Flow) และหอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลตัดผ่านกันกับน้ำ (Cross Flow)

- หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลสวนทางกับน้ำ หอผึ่งน้ำประเภทนี้มีราคาสูงแต่ต้องการพื้นที่ในการติดตั้งมาก การดูแลบำรุงรักษาค่อนข้างยาก โครงสร้างทำด้วยวัสดุประเภทไฟเบอร์กลาส ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลสวนทางกับน้ำ

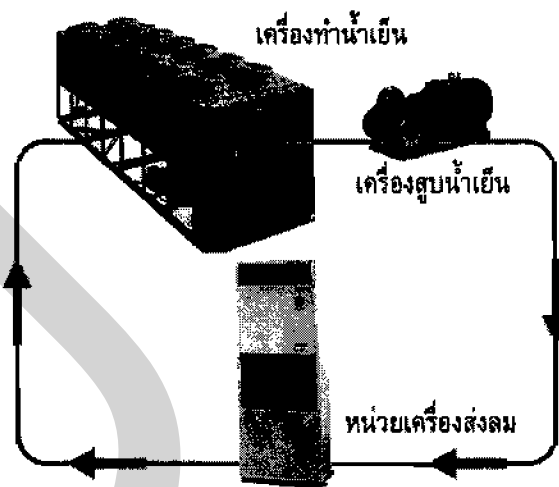
- หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลตัดผ่านกันกับน้ำ หอผึ่งน้ำประเภทนี้จะที่มีราคาสูงเนื่องจากใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยดูแลบำรุงรักษาได้ง่ายโครงสร้างทำด้วยวัสดุประเภทโลหะ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 หอผึ่งน้ำประเภทพัดลมดูดอากาศไหลตัดผ่านกันกับน้ำ

การระบายความร้อนด้วยอากาศ

การระบายความร้อนด้วยอากาศนี้จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการระบายความร้อนออกจากคอนเดนเซอร์โดยใช้พัดลมระบายความร้อนดูดอากาศภายนอกที่มีอุณหภูมิประมาณ $35-38^{\circ}\text{C}$ ($95-100^{\circ}\text{F}$) มารับความร้อนจากสารทำความเย็น เนื่องจากอากาศมีค่าความจุความร้อนที่ต่ำกว่าน้ำ จึงจำเป็นต้องใช้อากาศที่มีปริมาณมากทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากในส่วนพัดลมระบายอากาศดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยอากาศ

2.3 ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้า

เนื่องจากระบบปรับอากาศและอุปกรณ์ต่างๆ ในอาคารแต่ละอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ต่างกัน ซึ่งเป็นไปเงื่อนไขการขอใช้อาคารในครั้งแรกของผู้ประกอบการ โดยการไฟฟ้าฯ ได้แบ่งประเภทผู้ใช้ไฟฟ้าออกเป็น 7 ประเภท ดังนี้คือ

ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือนที่อยู่อาศัย วัดและโบสถ์ของศาสนาต่างๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมทั้งที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรมและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่นๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาที่ที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 kW โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการของ

องค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 kW ถึง 999 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไปหรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการ โรงแรมและกิจการให้เช่าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าของส่วนงานราชการ หน่วยงานตามกฎหมายว่าด้วยระเบียบบริหารราชการส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนและองค์กรที่ไม่ใช่ ส่วนราชการแต่มีวัตถุประสงค์ในการให้บริการ โดยไม่คิดค่าตอบแทน รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการประกอบศาสนกิจ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง แต่ไม่รวมถึงรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ประเภทที่ 7 สูบน้ำการเกษตร

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อการเกษตรของส่วนราชการ กลุ่มเกษตรกรที่ทางราชการหรือสหกรณ์เพื่อการเกษตร โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

โดยทั่วไปแล้วอาคารสำนักงานจะถูกจัดอยู่ใน 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลางและประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ซึ่งมีรายละเอียดของการคิดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าดังนี้

1) ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 kW ถึง 999 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ตารางที่ 2.2 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.1 อัตราปกติ

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/kW	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
69 kV ขึ้นไป	175.70	1.6660
12-24 kV	196.26	1.7034
ต่ำกว่า 12 kV	221.50	1.7314

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น kW เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน เศษของกิโลวัตต์ ถ้าไม่ถึง 0.5 kW ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kW ขึ้นไป คิดเป็น 1 kW

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด

ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVAR

เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแควคัพเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kW แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรา kVAR ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของ kVAR ถ้าไม่ถึง 0.5 kVAR ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kVAR ขึ้นไป คิดเป็น 1 kVAR

ตารางที่ 2.3 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff)

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/kW	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย		ค่าบริการ บาท/เดือน
		1*	2*	
69 kV ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
12-24 kV	132.93	2.6950	1.1914	228.17
ต่ำกว่า 12 kV	210.00	2.8408	1.2246	228.17

1* On Peak : เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

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

: เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ
(ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น kW เฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุด ในช่วง On Peak ในรอบเดือน เศษของ kW ถ้าไม่ถึง 0.5 kW ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kW ขึ้นไป คิดเป็น 1 kW

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด

ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVAR เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kW แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรา kVAR ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของ kVAR ถ้าไม่ถึง 0.5 kVAR ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kVAR ขึ้นไป คิดเป็น 1 kVAR

หมายเหตุ

- ผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ก่อนเดือนตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3.1 สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 3 ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.2 ในเดือนถัดไปหลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัด TOU แล้ว ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้า ตามอัตราข้อ 3.1 ไปพลางก่อน
- ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 หากมีความต้องการพลังงานเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุด ตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไปในเดือนใด หรือมีปริมาณการใช้พลังงานเฉลี่ย 3 เดือนเกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน จะถูกจัดให้อยู่ในประเภทที่ 4 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 ในเดือนถัดไป หลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU ในช่วงที่ยังไม่ติดตั้งเครื่องอนุโลมให้คิดค่าอัตราไฟฟ้าอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.1 ไปพลางก่อน แม้ว่าต่อมาจะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 kW และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนก็ตาม
- ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังงานเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 kW ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 3 อีก เมื่อมีความต้องการพลังไฟฟ้าตั้งแต่ 30 kW ถึง 999 kW
- ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.1 สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อนและจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อมาจะมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนก็ตาม นอกจากนี้จะมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 kW ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงระดัณณะการใช้ไฟฟ้า

- กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าค่าสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา เพื่อให้มีการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าค่าสุดดังกล่าวไปก่อนจนถึงเดือน กันยายน 2545
- ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 3.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าค่าสุดด้วย

2) ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม ส่วนราชการหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติและสถานที่ทำการขององค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไปหรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือนเกิน 250,000 หน่วยต่อเดือน โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

ตารางที่ 2.4 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.1 อัตราตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff, TOD Tariff)

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/kW			ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย
	1*	2*	3*	
69 kV ขึ้นไป	224.03	29.91	0	1.6660
12-24 kV	285.05	58.88	0	1.7034
ต่ำกว่า 12 kV	332.71	68.22	0	1.7314

1* On Peak : เวลา 18.30-21.30 น. ของทุกวัน

2* Partial Peak : เวลา 08.00-18.30 น. ของทุกวัน คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่เกินจากช่วง On Peak

3* Off Peak : เวลา 21.30-08.00 น. ของทุกวัน ไม่คิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น kW เฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุด ในช่วง On Peak ในรอบเดือน และช่วงเวลา Partial Peak เฉพาะ

ส่วนที่เกินจากช่วงเวลา On Peak ในรอบเดือน เศษของ kW ถ้าไม่ถึง 0.5 kW ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kW ขึ้นไป คิดเป็น 1 kW

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด

ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการ พลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ที่ใช้ไฟฟ้าที่มีเพาเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVAR เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอกตีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อ คิดเป็น kW แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรา kVAR ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของ kVAR ถ้าไม่ถึง 0.5 kVAR ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kVAR ขึ้นไป คิดเป็น 1 kVAR

ตารางที่ 2.5 อัตราค่าไฟฟ้า ข้อ 4.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff)

แรงดันไฟฟ้า	ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า บาท/kW	ค่าพลังงานไฟฟ้า บาท/หน่วย		ค่าบริการ บาท/เดือน
		1*	2*	
69 kV ขึ้นไป	74.14	2.6136	1.1726	228.17
12-24 kV	132.93	2.6950	1.1914	228.17
ต่ำกว่า 12 kV	210.00	2.8408	1.2246	228.17

1* On Peak : เวลา 09.00-22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

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

: เวลา 00.00-24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ และวันหยุดราชการตามปกติ
(ไม่รวมวันหยุดชดเชย)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ความต้องการพลังไฟฟ้าแต่ละเดือน คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าเป็น kW เฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุด ในช่วง On Peak ในรอบเดือน เศษของ kW ถ้าไม่ถึง 0.5 kW ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kW ขึ้นไป คิดเป็น 1 kW

ค่าไฟฟ้าต่ำสุด

ค่าไฟฟ้าต่ำสุดในแต่ละเดือน ต้องไม่ต่ำกว่าร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา

ค่าเพนเวอร์แฟกเตอร์

สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีเพนเวอร์แฟกเตอร์ (Lagging) ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้ไฟฟ้ามีความต้องการพลังไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kVAR เกินกว่าร้อยละ 61.97 ของความต้องการพลังไฟฟ้าแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด เมื่อคิดเป็น kW แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าเพนเวอร์แฟกเตอร์ ในอัตรา kVAR ละ 14.02 บาท สำหรับการเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้าในรอบเดือนนั้น เศษของ kVAR ถ้าไม่ถึง 0.5 kVAR ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 kVAR ขึ้นไป คิดเป็น 1 kVAR

หมายเหตุ

- ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.1 (TOD Rate เดิม) ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือน ตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.1 (TOD Tariff ใหม่)
- ผู้ใช้ไฟฟ้าที่อยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 (TOU Rate เดิม) ซึ่งใช้ไฟฟ้าก่อนเดือน ตุลาคม 2543 จะถูกจัดเข้าอยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 (TOU Tariff ใหม่)
- ผู้ใช้ไฟฟ้ายาใหม่ที่มีความต้องการพลังงานเฉลี่ย 15 นาทีสูงสุดตั้งแต่ 1,000 kW ขึ้นไป หรือมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน เกินกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2543 เป็นต้นไป จะจัดเข้าอยู่ในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 ในเดือนถัดไป หลังจากเดือนที่ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU แล้ว ในช่วงที่ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องวัดฯ TOU อนุโลมให้คิดค่าไฟฟ้าตามอัตราข้อ 3.1 ไปก่อน
- ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.1 สามารถเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวงก่อนและจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ทั้งนี้หากเลือกใช้แล้วจะกลับไปใช้อัตราเดิมอีกไม่ได้ แม้ว่าต่อมาจะมีความ

ต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 1,000 kW และมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่เกิน 250,000 หน่วยต่อเดือนก็ตาม นอกจากนี้จะมีความต้องการพลัง ไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน หรือได้มีการเปลี่ยนแปลงระลักษณะการใช้ไฟฟ้า

- ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีความต้องการพลังงานเฉลี่ย 15 นาทีที่สูงสุดต่ำกว่า 30 kW ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน ในเดือนถัดไปจะจัดเข้าอยู่ในประเภทที่ 2 หรือประเภทที่ 6 อัตราค่าไฟฟ้าข้อ 6.1 แล้วแต่กรณี
- กรณีที่จะต้องเรียกเก็บค่าไฟฟ้าค่าสุดในแต่ละเดือน ในอัตราร้อยละ 70 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ที่สูงสุดในรอบ 12 เดือนที่ผ่านมา นั้น ให้มีการเรียกเก็บค่าไฟฟ้าค่าสุดดังกล่าวไปก่อนจนถึงเดือน กันยายน 2545
- ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าข้อ 4.2 จะต้องชำระค่าบริการรายเดือน เพิ่มจากค่าไฟฟ้าค่าสุดด้วย

จากองค์ประกอบของอัตราค่าไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมด ค่าธรรมเนียมความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Demand Charge) มีสัดส่วนค่อนข้างสูง ดังนั้นถ้าสถานประกอบการใดสามารถลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้ ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนก็จะลดลงไปตัวเอง

เนื่องจากการไฟฟ้าคิดว่าไฟฟ้าในส่วนที่ใช้เฉลี่ยสูงสุดในช่วงเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือนด้วย โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะคิดจากค่าสูงสุดเพียงอย่างเดียวไม่เกี่ยวกับระยะเวลาใช้งานว่าจะมากน้อยยาวนาน เพียงใด จะมีค่าสูงสุดเพียงครั้งเดียวหรือหลายครั้งในรอบหนึ่งเดือนก็ตาม ก็จะคิดค่าไฟฟ้าส่วนนี้เท่ากัน ดังนั้น เพื่อการประหยัดค่าไฟฟ้าและคุ้มค่ากับเงินที่จะต้องจ่าย ส่วนนี้จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องปรับระดับ ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดให้ลดลงมากที่สุดเท่าที่จะมากได้

สาเหตุที่ต้องมีการควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด เพราะเป็นตัวประกอบอันหนึ่งที่จะแสดงประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าว่าเป็นอย่างไร ถ้าค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าสูง ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะต่ำ (มีตัวประกอบโหลดค่าหรือที่เรียกว่า Load Factor) แต่ถ้าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าต่ำ (ใช้เท่าที่จำเป็นจริงๆ ในกระบวนการผลิตหรือการบริการ) ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าก็จะสูง ถ้าสถานประกอบการใดที่สามารถปรับค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดให้อยู่ ในขนาดที่เหมาะสมก็จะช่วย

ลดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้อย่างมาก และเป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่า สถานประกอบการนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง

แนวทางในการพิจารณาเพื่อลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด จึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจกับคำว่าตัวประกอบโหลด (Load Factor) เสียก่อน ตัวประกอบโหลดเป็นค่าที่ได้จากการวัดความสม่ำเสมอของการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยมีค่าจำกัดความดังนี้

$$LF = \frac{P_{hr}}{(P_{max} \times T_{hr})} \times 100\%$$

โดยที่

LF คือ ตัวประกอบโหลด

P_{hr} คือ พลังงานไฟฟ้าในเดือนนั้น (kWh)

P_{max} คือ ความต้องการพลังไฟฟ้าในเดือนนั้น (kW)

T_{hr} คือ จำนวนชั่วโมงในเดือนนั้น (Hr)

พิจารณาสมการตัวประกอบโหลดจะเห็นว่า ตัวแปรที่ทำให้เปอร์เซ็นต์ตัวประกอบโหลดสูงหรือต่ำจะมีอยู่ 2 ตัวคือ จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนกิโลวัตต์สูงสุด หรือความต้องการ กำลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak demand) ดังนั้น เราสามารถที่จะเพิ่มค่าประกอบโหลดให้สูงขึ้นได้ 2 วิธีคือ

- 1) ลดจำนวนกิโลวัตต์สูงสุดลง
- 2) ลดการใช้จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าลง เพื่อให้สมดุลกับจำนวน Peak demand ที่ลดลง อันจะมีผลทำให้อัตราส่วนของค่าทั้งสองเพิ่มขึ้น แต่การลดจำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าจะมีผล ต่อการเพิ่มค่าตัวประกอบ โหลดไม่มากนัก แต่จะส่งผล โดยตรงต่อค่าไฟฟ้าที่ลดลง

โดยทั่วไปสถานประกอบการที่ทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน ตัวประกอบโหลดควรจะมีค่าประมาณ 80 % หรือการทำงานที่ 16 และ 8 ชั่วโมง ตัวประกอบโหลดควรจะมีค่าประมาณ 53 % และ 26 % ตามลำดับ ดังนั้นเราสามารถคำนวณหาค่าตัวประกอบโหลดจากใบเสร็จค่าไฟฟ้าได้แล้วนำผลมาเปรียบเทียบดู ถ้ามีผลที่ต่ำกว่าค่าที่กล่าวไว้แสดงว่าอาคารนั้นมีศักยภาพที่จะสามารถ

ลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) ลงได้ ซึ่งประโยชน์ที่จะได้รับโดยตรงจากการลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด มีอยู่ด้วยกัน 4 ประการคือ

- 1) อาจจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นหรือมีค่าตัวประกอบโหลดสูง จะเห็นว่า ยิ่งค่าตัวประกอบโหลดมีค่าสูงเท่าไร ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยยิ่งต่ำลงเท่านั้น ดังนั้นถ้าทุกอาคารสามารถ ปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้นได้ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายค่าพลังงานลงได้ ซึ่งจะทำให้ต้นทุนในการผลิตต่ำลงอีกด้วย
- 2) ค่าไฟฟ้าในส่วนที่เป็นค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ลดลง
- 3) ทำให้พลังงานไฟฟ้าสูญเสียในหม้อแปลงและสายไฟฟ้าน้อยลง
- 4) ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลดลงส่งผลทำให้หม้อแปลง สายเมนและสายป้อนกระแสไฟฟ้าน้อยลง ทำให้มีความจุเหลือสามารถติดตั้งเครื่องใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้อีก

การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

โดยทั่วไปแล้วกำลังงานในระบบไฟฟ้ากระแสสลับสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ กำลังงานจริง (Real Power) มีหน่วยวัดเป็น W หรือ kW เป็นกำลังงานที่สามารถเปลี่ยนแปลงโดยอุปกรณ์ไฟฟ้าไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ เช่น ความร้อน แสงสว่าง หรือกำลังงานกล และอีกส่วนหนึ่งคือ กำลังงานรีแอกทีฟ (Reactive Power) มีหน่วยวัดเป็น VAR หรือ kVAR เป็นกำลังงานที่ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็นพลังงานรูปอื่นได้ แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องทำงานโดยอาศัยสนามแม่เหล็ก เช่น หม้อแปลงและมอเตอร์ ต้องใช้กำลังงานรีแอกทีฟนี้สร้างสนามแม่เหล็ก ผลรวมของกำลังงานทั้งสองส่วนนี้เรียกว่า กำลังงานปรากฏ (Apparent Power) มีหน่วยวัดเป็น VA หรือ kVA เป็นกำลังงานที่แหล่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าต้องจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และมีขนาดเท่ากับผลคูณของกระแสไฟฟ้าในวงจรกับแรงดันของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า อัตราส่วนของกำลังงานจริงต่อกำลังงาน ปรากฏเราเรียกว่า เพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ซึ่งเป็นตัวบอกให้ทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ใช้กำลังงานจริงเป็นสัดส่วนเท่าไร เมื่อเทียบกับกำลังงานปรากฏ ดังนั้นในระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สูงจะมีความสามารถ หรือประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่า ระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำกว่า

อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่ใช้งานอยู่ในกิจการต่างๆจะเป็นชนิดต้องการกำลังงานรีแอกทีฟจากแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามียิ่งเครื่องจักรซิงโครนัส (Synchronous Machines) และกะแปซิเตอร์กำลัง (Power Capacitor) เท่านั้นที่สามารถจ่ายกำลังงานรีแอกทีฟให้กับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกำลังรีแอกทีฟได้ การติดตั้งกะแปซิเตอร์กำลังไม่ว่าจะเป็นกะแปซิเตอร์

กำลังที่ใช้กับ ระบบแรงดันต่ำ คือมีแรงดันไม่เกิน 1,000 V หรือระบบแรงดันสูงเพิ่มเติมเข้าไปในระบบไฟฟ้าจึงเป็นวิธีการที่ประหยัดที่สุดในการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบไฟฟ้าที่กำลังใช้งานอยู่และมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำ

ตัวกะเปาซีเตอร์กำลังมีคุณสมบัติที่ดีอยู่หลายอย่างคือนอกจากจะมีราคาถูกกว่าเครื่องจักรเชิงโครนิสแล้วยังติดตั้งใช้งานได้ง่ายในทางปฏิบัติแทบจะไม่ต้องมีการบำรุงรักษาเลย เพราะไม่มีส่วนที่มีการเคลื่อนไหว และประการสำคัญคือ มีกำลังงานสูญเสียในตัวเองต่ำมากในปัจจุบันสามารถผลิตตัวกะเปาซีเตอร์กำลังให้มีกำลังงานสูญเสียได้ต่ำกว่า 0.5 W ต่อ KVAR และมีให้เลือกใช้งานหลายขนาดเพื่อให้เหมาะกับการติดตั้งใช้งานในแต่ละแห่ง สำหรับขนาดใหญ่ ๆ จะได้จากการนำตัวกะเปาซีเตอร์ตัวเล็ก ๆ มาต่อรวมกันเป็นกลุ่มแล้วบรรจุลงในภาชนะรองรับ สานเหตุที่ไม่ผลิตเป็นตัวใหญ่เลย เพราะเหตุผลทางด้านเศรษฐศาสตร์และวิศวกรรมการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของระบบไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้นจะมีผลดีต่อระบบไฟฟ้าหลายประการ เช่น

- 1) ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจรตั้งแต่แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจนถึงตำแหน่งที่ติดตั้งตัวกะเปาซีเตอร์กำลัง
- 2) ลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าลง ซึ่งจะมีผลดีต่ออุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าต่างๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล สวิตช์ฯ
- 3) ลดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบไฟฟ้าลง ทำให้ระดับของแรงดันไฟฟ้ามีความมั่นคงมากขึ้น แรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งปลายสุดของสายป้อนไม่ตกมาก ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง
- 4) เพิ่มขีดความสามารถในการรับหรือจ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายการใช้ไฟฟ้า หรือเพิ่มโหลดได้โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์รับจ่ายกำลังไฟฟ้า
- 5) ลดค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้กับการไฟฟ้าฯ อยู่ทุกเดือน ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกัน คือ ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (Demand Charge) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy Charge) เฉพาะส่วนที่เป็นพลังงานสูญเสียที่ลดลง และค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ เมื่อมีค่าต่ำกว่า 0.85

การติดตั้งตัวกะเปาซีเตอร์กำลังเข้าไปในระบบไฟฟ้านั้น นอกจากจะมีผลดีแล้วก็อาจจะเกิดผลเสียได้ ถ้าไม่ได้ทำการพิจารณากันอย่างรอบคอบ เช่น อาจเกิดฮาร์โมนิกขึ้นในระบบไฟฟ้า เกิดแรงดันเกินพิกัด (Over Voltage) เป็นต้น

2.4 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีการแข่งขันด้านธุรกิจค่อนข้างสูง การลดต้นทุนการผลิตเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่ผู้ประกอบการให้ความสำคัญมาก เพราะการลดค่าใช้จ่ายหลักนั้น เป็นการเพิ่มมูลค่าทางธุรกิจเช่นกัน ต้นทุนการผลิตที่มีค่าใช้จ่ายสูง แต่สามารถลดได้ถ้ามีการบริหารจัดการที่ดี คือ ต้นทุนด้านพลังงาน จึงเป็นที่มาของการคิดค้นวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน

โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิเคราะห์ภาระความเย็นสำหรับอาคารในประเทศไทย เป็นวิธีการหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาโดย พูลลาภ มณีนิล (2530) ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศและปรับภาระของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะกับภาระการทำความเย็นเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคารอย่าง โดยการวิเคราะห์ภาระความเย็นสูงสุดและคำนวณหาภาระความเย็นที่แปรเปลี่ยนไปตามช่วงเวลาต่างๆของแต่ละวัน แต่ละฤดูกาล โดยทำการรวบรวมข้อมูลทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ แล้วนำมาเปรียบเทียบหาค่าที่เหมาะสมที่สุด เพื่อใช้เป็นแนวทางในการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศและปรับภาระของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะกับภาระการทำความเย็นเพื่อการประหยัดพลังงานภายในอาคาร

ในด้านการศึกษา ความเป็นไปได้ในการใช้ระบบเก็บความเย็นในรูปน้ำแข็งสำหรับการปรับอากาศในอาคารสำนักงาน ชูติมา กิจสุวรรณวงศ์ (2532) พบว่าวิธีนี้จะสามารถช่วยลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าของอาคารได้มากถึง 36% แต่ค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากระบบเก็บความเย็นในรูปของน้ำแข็งนั้นจะส่งผลให้สัมประสิทธิ์สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นลดลง แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วพบว่าค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอาคารลดลงวิธีนี้ถือว่าเป็นการจัดการด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ วิธีหนึ่ง และในปีเดียวกัน กุสกาณา ภูษาธา ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบเก็บความเย็นสำหรับการปรับอากาศในโรงแรม โดยศึกษากับโรงแรมขนาด 380 ห้องเป็นการศึกษาเฉพาะการกักเก็บความเย็นในรูปน้ำเย็นและน้ำแข็ง แบบ Full Storage และ Demand Limited Storage ถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศเท่ากับ 49.4% ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของอาคาร สมรรถนะของเครื่องทำความเย็นเฉลี่ยเท่ากับ 3.37 การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อต้นการทำงานของระบบทำความเย็นเท่ากับ 1.57 kW/TON ภายหลังจากใช้ระบบเก็บความเย็นแล้วจะสามารถลดความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของอาคาร 4% แนวทางการประหยัดพลังงานรูปแบบนี้มีการทำงานที่ไม่ยุ่งยากคือมีการผลิตน้ำแข็งหรือน้ำเย็นและเก็บไว้ในเวลากลางคืนหรือในช่วงเวลาที่ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำเพื่อนำมาใช้สำหรับการทำความเย็นหรือการปรับอากาศให้แก่อาคารในเวลากลางวันหรือช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง เป็นระบบที่ปรับภาระการทำงานของระบบปรับอากาศให้คงที่และสม่ำเสมอ โดยน้ำแข็งหรือน้ำเย็นเปรียบเสมือนแบตเตอรี่เก็บพลังงานในการทำความเย็นเอาไว้ใน

ขณะที่ภาระการทำความเย็นของอาคารต่ำและจ่ายพลังงานนั้นกลับคืนสำหรับการทำความเย็นในขณะที่ภาระการทำความเย็นของอาคารมีค่าสูงเป็นวิธีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

ด้านการจัดการพลังงาน บรรพต ประภาศิริ (2542) ได้ศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยการใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิและการบำรุงรักษาเบื้องต้น โดยใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงเป็นหลักในการเปรียบเทียบการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศที่มีการบำรุงรักษาและไม่มีการบำรุงรักษา โดยการใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงกับตัวควบคุมอุณหภูมิแบบ Bimetal ทำการตรวจวัดจัดเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 6 เดือน ใช้เครื่องปรับอากาศสภาพใหม่ขนาดเครื่อง 12,500 Btu/hr และเครื่องปรับอากาศอายุการใช้งาน 3 ปี, 4 ปี, 5 ปี เป็นเครื่องทดสอบ หลังการตรวจวัดนำผลการตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบการประหยัดพลังงาน พบว่า ถ้าการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดพลังงานปีละเท่ากับ 13.6 kWh หรือ 14.59% คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดปีละ 336 บาท สำหรับเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 3 ปี, 4 ปี, 5 ปี หลังจากการบำรุงรักษาสามารถประหยัดพลังงานปีละเท่ากับ 462.4 kWh 182.4 kWh และ 529.6 kWh หรือ 13.25% 16.05% และ 16.11% ในส่วนของการติดตั้งตัวควบคุมอุณหภูมิที่มีความละเอียดสูงสามารถประหยัดพลังงานได้ปีละ 750 kWh หรือ 26% คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ปีละ 1,770 บาท และการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศทำให้อายุการใช้งานยืนยาว

แนวคิดที่จะประหยัดพลังงานนั้นยังมีผู้คิดหาแนวทางใหม่ขึ้นมาโดย วรชาติ จิรฐิติเจริญ (2543) ได้ศึกษาแบบการจำลองระบบทำความเย็นสำหรับระบบทำความเย็นส่วนกลางแบบ มหภาค ซึ่งเป็นการบริหารจัดการ การใช้พลังงานในการทำความเย็นให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเพื่อการปรับอากาศภายในอาคารหรือหมู่อาคารในบริเวณใกล้เคียงกันที่มีพื้นที่การปรับอากาศขนาดใหญ่ โดยทำการรวมระบบทำความเย็นทั้งหมดเข้าไว้ในโรงจ่ายพลังงานที่เดียวกัน แล้วจัดทำโปรแกรมการวิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของอุปกรณ์ว่ามีภาระการทำความเย็นเหมาะสมกับโหลดประเภทไหน จากผลการศึกษาสามารถแสดงให้เห็นรูปแบบว่าอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศใดที่เหมาะสมกับโหลดประเภทใดที่สุด เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

แต่การจัดการด้านพลังงานในอาคารนั้นควรคำนึงถึงวัสดุที่นำมาใช้ในการปลูกสร้างอาคารด้วยเช่นกัน โดย บุญยฤทธิ์ เผือกผ่องสุริยะ (2544) ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาหาค่า Cooling Load Temperature Difference (CLTD) และค่า Solar Cooling Load (SCL) สำหรับคำนวณภาระการทำความเย็นของอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานครและมีกรอบอาคารที่สร้างจากวัสดุที่นิยมใช้ในประเทศไทย พร้อมทั้งจัดทำข้อมูลภูมิอากาศสำหรับการออกแบบของกรุงเทพมหานคร โดยได้จัดทำไว้สองแบบคือ ข้อมูลภูมิอากาศออกแบบที่คัดเลือกโดยวิธีการ

พิจารณาจากค่าอุณหภูมิออกแบบกระเปาะแห้งที่มีค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ 0.4% และข้อมูลภูมิอากาศ ออกแบบที่คัดเลือกไว้โดยวิธีการพิจารณาจากค่ารังสีรวมแสงอาทิตย์ที่มีค่าสูงสุดที่เป็นไปได้ 0.4% จากนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกชุดข้อมูลภูมิอากาศที่ได้ป้อนข้อมูลเข้าในโปรแกรมเพื่อคำนวณภาระ การทำความเย็นของบริเวณที่สนใจ แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน ผลการคัดเลือกจะใช้ชุดข้อมูล ภูมิอากาศแบบที่ใช้คัดเลือกโดยใช้วิธีการหาค่าอุณหภูมิออกแบบกระเปาะแห้งที่มีค่าสูงสุดที่เป็นไป ได้ 0.4% และค่าเฉลี่ยของข้อมูลภูมิอากาศอื่นๆที่สอดคล้องเป็นชุดข้อมูลที่ใช้ จากนั้นจึงได้กำหนด อาคารจำเพาะที่จะศึกษาขึ้นมา โดยลักษณะของห้องแต่ละห้องภายในอาคารนั้นจะเกิดขึ้นในการ รวมกันของตัวแปรที่แตกต่างกันไปเจ็ดตัว คือ ตำแหน่งที่ตั้งของห้อง วัสดุปูพื้น โครงสร้างผนัง ภายใต ปริมาณอุปกรณ์บังแดดภายใน โครงสร้างพื้นห้อง เฟอร์นิเจอร์ และลักษณะฝ้าเพดาน ทำให้ มีห้องที่มีลักษณะแตกต่างกันไปตามตัวแปรเหล่านี้จำนวน 192 ห้อง จากนั้นทำการหาค่า Solar Weighting Factors ค่า Conduction Weighting Factors ของห้องแต่ละห้องด้วยโปรแกรม และนำ ค่าที่ได้ไปหาค่าแอมพลิจูด ค่าการหน่วงเวลาโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาซึ่งค่าแอมพลิจูด ค่าการ หน่วงเวลานี้เป็นค่าที่บอกถึงการตอบสนองเชิงพลังงานความร้อน

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นวิธีการแบบใด ถ้ามีการศึกษาทดลองปฏิบัติแล้ว พบว่า สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้เป็นอย่างดีเห็นผลชัดเจน ถือว่าวิธีการนั้นเหมาะสมที่จะรับ ไว้พิจารณาเป็นแนวทางในการวางแผนอนุรักษ์พลังงานต่อไป

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ

ในการศึกษาทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) ในช่วงฤดูภูมิเวดล้อมค่า มีรายละเอียดการศึกษาทดลองดังนี้

- 1) ศึกษาข้อมูลการใช้งานอาคาร คือ
 - วิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
 - ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า
 - จำนวนชั่วโมงของผู้ใช้งานในอาคาร
 - ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงาน
- 2) ศึกษาวิธีการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
- 3) ทำการจัดเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างศึกษาทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงาน
- 4) วิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ
- 5) สรุปผลการดำเนินการ

3.2 วิธีการเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลระหว่างการศึกษาดทดลองมี 2 รูปแบบ คือการบันทึกข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ (Building Automatic System, BAS) และทำการบันทึกข้อมูลประจำวันโดยมีรายละเอียดการบันทึกข้อมูลดังนี้

- 1) ทำการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศและข้อมูลอุณหภูมิภายนอกด้วยคอมพิวเตอร์ผ่านระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ
- 2) ทำการบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยตารางบันทึกข้อมูลค่าเมตริกซ์ไฟฟ้าประจำวัน

Building Automatic System คือระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบอาคารต่างๆแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถสั่งการทำงานและควบคุมการทำงานได้หลายรูปแบบผ่านทางคอมพิวเตอร์ เช่น การตั้งเวลาในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ประกอบอาคาร ปรับเพิ่มหรือลดประสิทธิภาพการทำงานต่างๆของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศ เป็นต้น

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัดผล

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทการตรวจวัดดังนี้

1) ระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ

ระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ สามารถบันทึกผลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและค่าอุณหภูมิเหมาะสมในการควบคุมการทำงานที่ความผิดพลาด $\pm 1\%$ โดยบันทึกข้อมูลการตรวจวัดต่างๆ ผ่านทางคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ค่าการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ

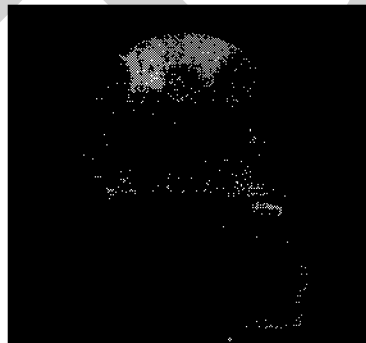
นอกจากนี้ระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติยังสามารถแสดงสถานะภาพการทำงานของเครื่องจักรต่างๆในระบบปรับอากาศด้วยภาพและสัญลักษณ์ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 สถานภาพทำงานของระบบปรับอากาศ

2) เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

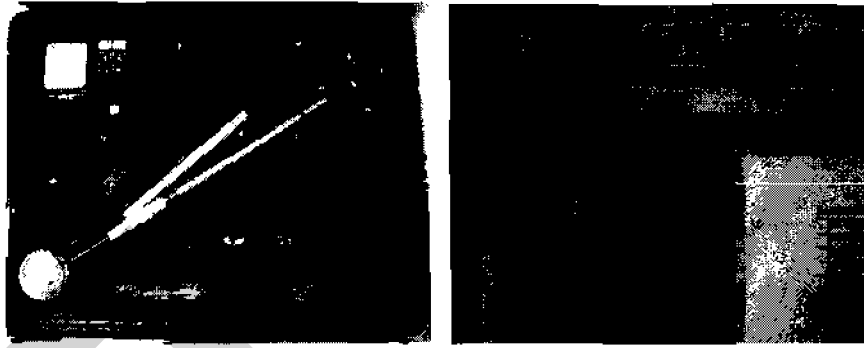
เป็นเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารแบบประเภท 4.2.2 อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff, TOU Tariff) ดังรูปที่ 3.3 บันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยตารางบันทึกข้อมูลโดยทำการบันทึกประจำวันก่อนเวลาเปิดใช้งานอาคารที่ความผิดพลาด $\pm 1\%$



รูปที่ 3.3 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

3) เครื่องวัดอุณหภูมิภายนอกอาคาร

ในการตรวจวัดอุณหภูมิภายนอกอาคารและบันทึกข้อมูลผ่านระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.4 เนื่องระบบไม่ได้สำรองข้อมูลไว้จึงทำการบันทึกค่าอุณหภูมิด้วยตารางบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิภายนอกอาคารประจำวัน โดยทำการบันทึกทุกๆ 4 ชั่วโมงของทุกวันที่มีความผิดพลาด $\pm 1\%$



รูปที่ 3.4 เครื่องวัดอุณหภูมิภายนอกอาคาร

3.4 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และส่วนที่สองใช้เปรียบเทียบผลการทดลอง โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1) ข้อมูลอุณหภูมิภายนอก

อุณหภูมิภายนอกจะใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งระหว่างการทดลองจะทำการบันทึกค่าอุณหภูมิภายนอกทุก 4 ชั่วโมงของแต่ละวัน โดยเริ่มทำการบันทึกครั้งที่หนึ่งเวลา 04:00 น. ครั้งที่สองเวลา 08:00 น. ครั้งที่สามเวลา 12:00 น. ครั้งที่สี่เวลา 16:00 น. ครั้งที่ห้าเวลา 20:00 น. ครั้งที่หกเวลา 00:00 น. และให้ถือค่าอุณหภูมิตั้งแต่ครั้งที่หนึ่งกับครั้งที่สอง เป็นเกณฑ์ในการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยวันที่อุณหภูมิบันทึกครั้งที่สองกับครั้งที่สาม สดค่าลงมาอยู่ที่ประมาณ $25 - 32^{\circ}\text{C}$ ($77-90^{\circ}\text{F}$) จะทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งอุณหภูมิบันทึกครั้งที่หนึ่งกับครั้งที่สองของวันที่อุณหภูมิปกติจะอยู่ที่ประมาณ $32 - 38^{\circ}\text{C}$ ($90-100^{\circ}\text{F}$)

2) ข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าจะใช้สำหรับเปรียบเทียบระหว่างช่วงเดือนที่ทำการทดลองกับเดือนเดียวกันของปีที่ผ่านมาซึ่งไม่มีการทดลอง เพื่อแสดงให้เห็นว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง หลังมีการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

3.5 ตารางบันทึกข้อมูล

การเก็บข้อมูลการตรวจวัดแบ่งตามประเภทการจัดเก็บและการตรวจวัดไว้ 2 ประเภท เพื่อนำมาประกอบการพิจารณาในการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศและใช้เปรียบเทียบค่าการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทการจัดเก็บดังนี้

1) บันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร

ทำการบันทึกข้อมูลทุกๆ 4 ชั่วโมงของทุกวันด้วยตารางเก็บข้อมูลผ่านระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติและจัดเก็บเป็นข้อมูล ดังตารางที่ 3.1 เพื่อนำมาเป็นเกณฑ์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลค่าอุณหภูมิภายนอกอาคาร

Point 4 hr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Date	1						2						3					
2006																		
Point 4 hr.	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Date	4						5						6					
2006																		
Point 4 hr.	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Date	7						8						9					
2006																		
Point 4 hr.	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

2) บันทึกข้อมูลค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า

ระหว่างการทดลองได้ทำการบันทึกข้อมูล จากเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าประจำวัน ด้วยตารางจัดเก็บข้อมูล ดังตารางที่ 3.2 เพื่อตรวจสอบผิดปกติระหว่างการทดลอง และยังสามารถเก็บเป็นข้อมูลไว้เพื่อเปรียบเทียบหน่วยการใช้ไฟฟ้าประจำวัน ระหว่างการไฟฟ้ากับอาคารตรงกันหรือไม่

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 สถานที่ทำการศึกษา

สถานที่ทำการศึกษาคดลองเป็นอาคารสำนักงานขนาด 11 ชั้นแห่งหนึ่งตั้งอยู่ในจังหวัด กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ปรับอากาศรวม 54,000 ตารางเมตร ดังรูปที่ 4.1 โดยช่วงเวลาทำการปกติของอาคาร เวลา 08:00 น. ถึงเวลา 17:00 น. วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ กรณีพนักงานทำงานล่วงเวลาอาคารจะเปิดทำการเวลา 20:00 น. เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานในอาคารเป็นเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System)

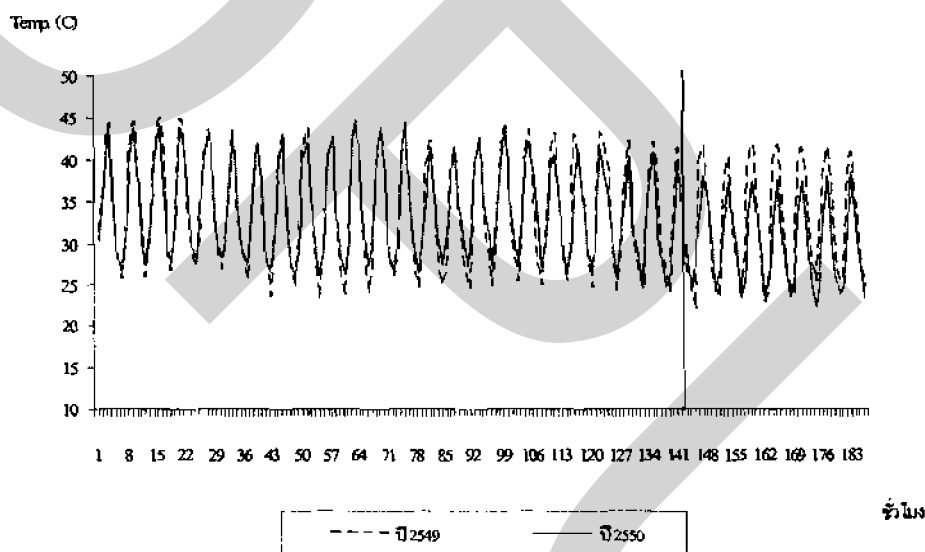


รูปที่ 4.1 อาคารที่ทำการศึกษาคดลอง

4.2 การควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ในการศึกษาทดลองนี้ จะทำการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้อุณหภูมิแวดล้อมเป็นเกณฑ์ในการควบคุม คือเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมต่ำลงมาที่ประมาณ 25 - 32 °C (77-90 °F) ในช่วงเวลา 04:00 น. ถึงเวลา 08:00 น. จะทำการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

จากการตรวจวัดค่าอุณหภูมิภายนอกทุก 4 ชั่วโมงของทุกวันในเดือนมกราคม ปี 2550 ดังรูปที่ 4.2 พบว่าระหว่างวันที่ 24 ถึงวันที่ 31 มกราคม ปี 2550 อุณหภูมิแวดล้อมต่ำลงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ



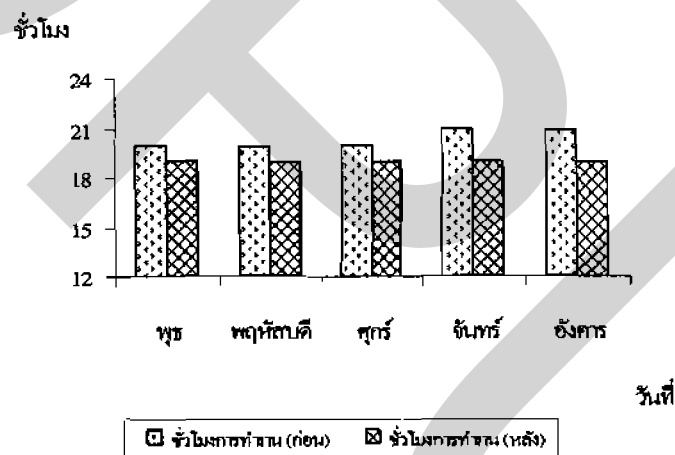
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนมกราคม

จึงได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศด้วยการปรับตั้งค่าการทำงาน 3 วิธี คือ การปรับเปลี่ยนเวลาการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Running Time) การปรับเปลี่ยนค่าอุณหภูมิการทำงานความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Chilled Water Set Point) และการปรับเปลี่ยน

ค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศ (Current Limit Set Point) โดยมีรายละเอียดการทดลองดังนี้

1) การปรับเปลี่ยนเวลาการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

ทำการปรับเปลี่ยนเวลาการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยการเลื่อนเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศใหม่ในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ เพื่อลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 4.3 ก่อนปรับและหลังปรับลดชั่วโมงการทำงาน ซึ่งในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมปกติเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกันมีชั่วโมงการทำงานสัปดาห์ละ 102 ชั่วโมง แต่ในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกันมีชั่วโมงการทำงานสัปดาห์ละ 95 ชั่วโมง ส่งผลให้ชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกันลดลงไป 7 ชั่วโมงต่อสัปดาห์



รูปที่ 4.3 จำนวนชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

2) การควบคุมอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

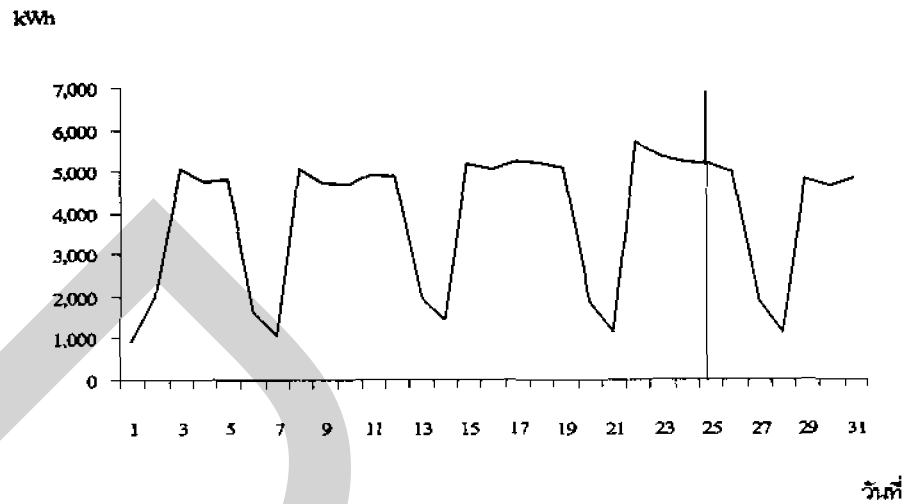
ทำการปรับเปลี่ยนค่าอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ โดยการปรับเพิ่มค่าอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศจากปกติทำความเย็นได้ที่ 7°C (45°F) ปรับเพิ่มเป็น 8°C (46°F) ซึ่งตามทฤษฎีแล้วจะสามารถช่วยให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงตาม เนื่องจากคอมเพรสเซอร์ (Compressor) ใช้ระยะเวลาในการอัดสารทำความเย็นลดลง

3) การควบคุมค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

ทำการปรับเปลี่ยนค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศ โดยการปรับลดค่าเปอร์เซ็นต์การทำงานช่วงเปิดเครื่องใช้งานของเครื่องปรับอากาศจากปกติทำงานที่ 100 % ลดลงเหลือ 80 % ซึ่งจะส่งผลให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศไม่สูง เนื่องจากเครื่องปรับอากาศไม่ต้องเร่งการทำงานอย่างเต็มพิกัดในการทำอุณหภูมิทำความเย็นในช่วงเปิดเครื่องใช้งาน

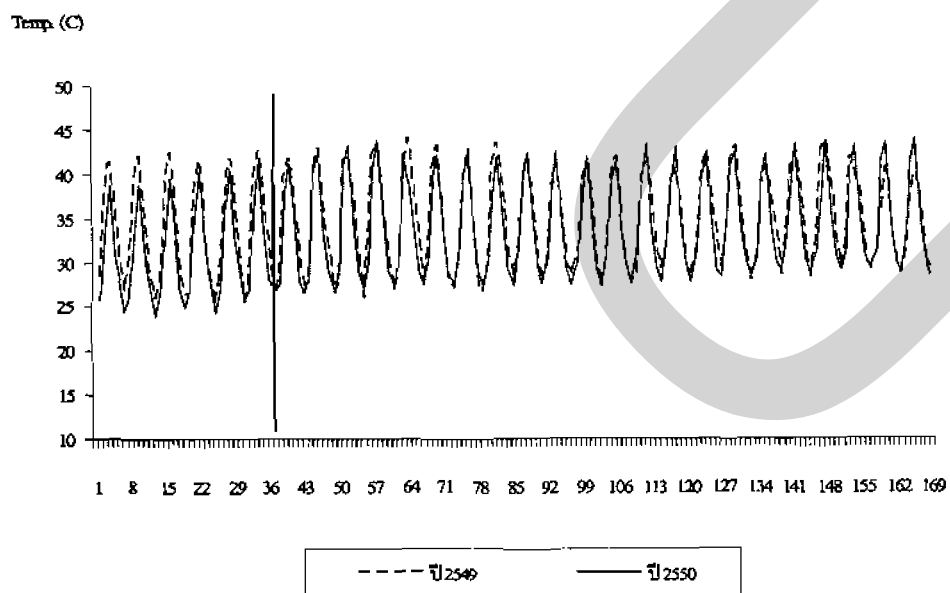
โดยการควบคุมประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ และการควบคุมการใช้งานพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ สามารถศึกษาวิธีการปรับเปลี่ยนค่าการควบคุมได้จากคู่มือการใช้งานของเครื่องปรับอากาศนั้นๆ ได้ แต่ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรกคือ ต้องไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารและตัวเครื่องปรับอากาศเอง ซึ่งเครื่องปรับอากาศ จะระบุค่ายอมรับได้ในการควบคุมไว้ในคู่มือการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ ผู้ควบคุมสามารถศึกษาวิธีการควบคุมได้จากคู่มือการใช้งานของเครื่องปรับอากาศได้เองหรือขอคำแนะนำได้จากตัวแทนจำหน่ายเครื่องปรับอากาศนั้นๆ

จากทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศด้วยการปรับตั้งค่าการทำงานทั้ง 3 วิธี โดยได้ทำการตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศพบว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกัน ในวันที่ 24 ถึงวันที่ 31 มกราคมปี 2550 ลดลงมาต่ำกว่า 5,000 kWh ดังรูปที่ 4.4 ซึ่งปกติค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกันของอาคารจะอยู่ระหว่าง 5,500 kWh ถึง 6,000 kWh ต่อ 1 วันทำการปกติ หรืออาจสูงถึง 6,500 kWh ต่อ 1 วันทำการปกติในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมสูง โดยอุณหภูมิแวดล้อมสูงจะอยู่ในช่วงระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายนของทุกปี



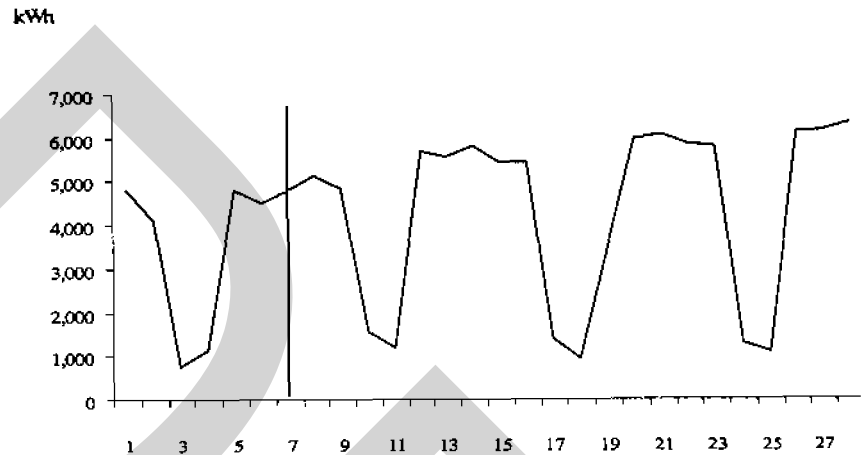
รูปที่ 4.4 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนมกราคม ปี 2550

อย่างไรก็ตามในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550 การตรวจวัดค่าอุณหภูมิภายนอกประจำวัน พบว่าในระหว่างวันที่ 1 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ ปี 2550 อุณหภูมิแวดล้อมยังคงต่ำอยู่ ดังรูปที่ 4.5 จึงได้ทดลองทำการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศด้วยการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศต่อเนื่อง



รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนกุมภาพันธ์

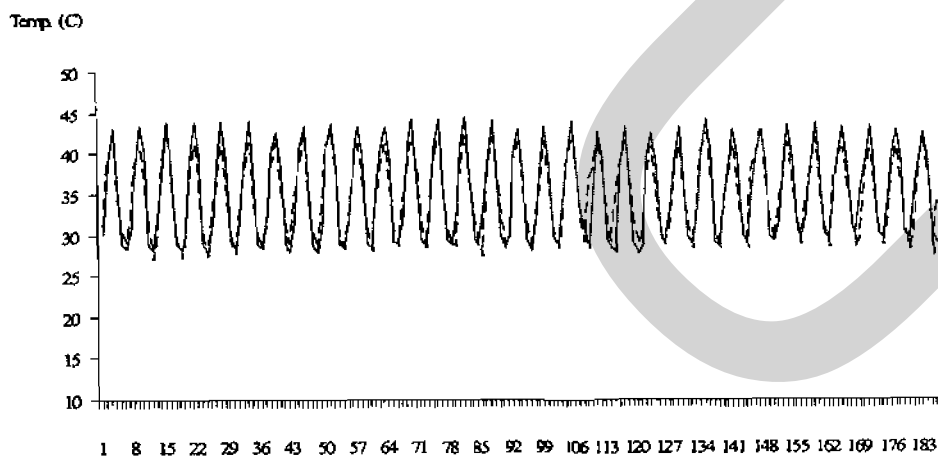
ส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่องรวมกันใน วันที่ 1 ถึงวันที่ 7 กุมภาพันธ์ ปี 2550 ลดลงต่ำกว่า 5,000 kWh เช่นกันดังรูปที่ 4.6



วันที่

รูปที่ 4.6 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550

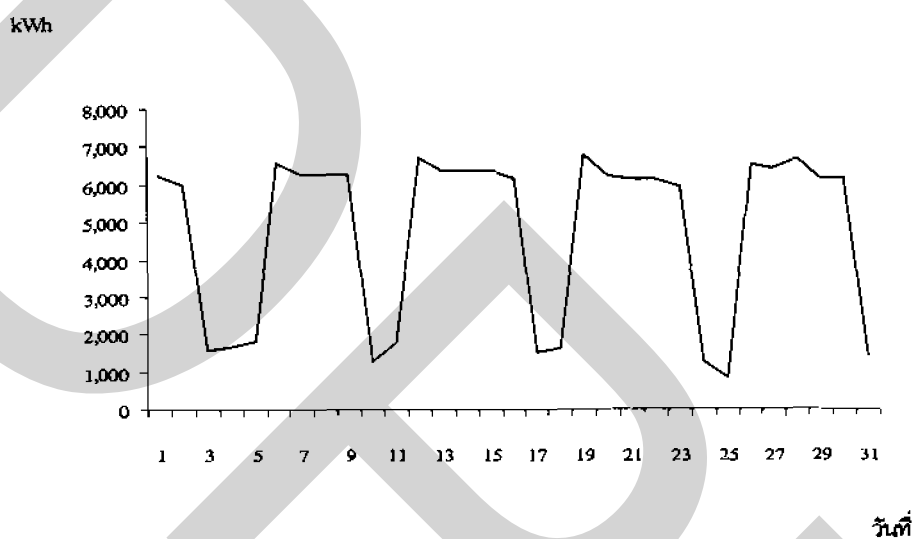
ในเดือนมีนาคม ปี 2550 จากการตรวจวัดค่าอุณหภูมิภายนอกประจำวัน พบว่าอุณหภูมิแวดล้อมสูง ดังรูปที่ 4.7



ชั่วโมง

รูปที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ เดือนมีนาคม

ทำให้ไม่สามารถทำการปรับเปลี่ยนวิธีเวลาการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศได้ ส่งผลให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นสูงขึ้นถึง 6,500 kWh ต่อ 1 วันทำการปกติ ดังรูปที่ 4.8 เนื่องจากต้องปล่อยให้เครื่องปรับอากาศทำงานตามปกติ คือ ค่าอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ 7 °C และค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศที่ 100 %



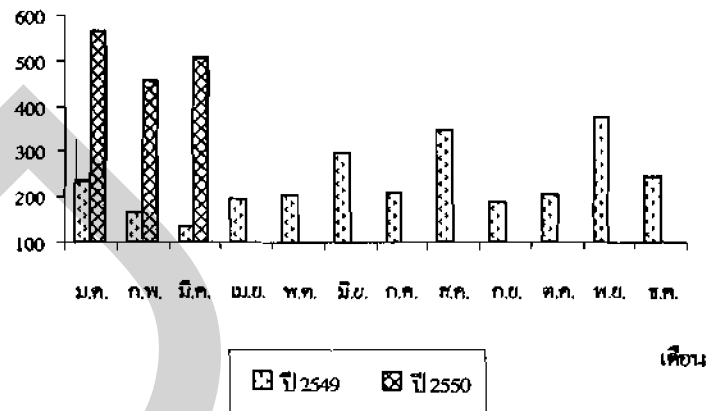
รูปที่ 4.8 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละสัปดาห์ เดือนมีนาคม ปี 2550

อย่างไรก็ตามจากการทดลองนั้นพบว่ามียุติภัยภายนอกบางอย่างที่ส่งผลกระทบต่อทำให้ผลการทดลองออกมาไม่ดีเท่าที่ควร โดยพบว่าปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโดยตรงมี 2 ประการ คือ การทำงานล่วงเวลาและการเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

1) การทำงานล่วงเวลา

การทำงานล่วงเวลาช่วงวันหยุดราชการและนอกเวลาทำการปกติ ของพนักงานนั้น เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ดังรูปที่ 4.9 พบว่าจำนวนชั่วโมงการทำงานล่วงเวลาที่สูงนั้น ส่งผลทำให้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า สูงเนื่องจากชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้น

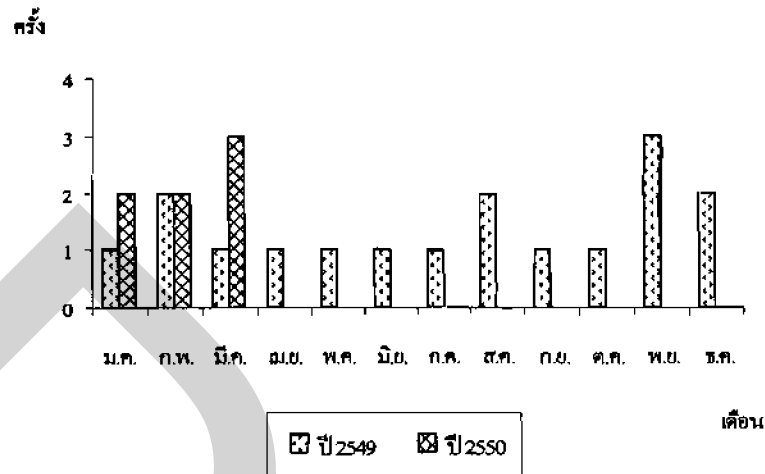
ชั่วโมง



รูปที่ 4.9 จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อเวลา

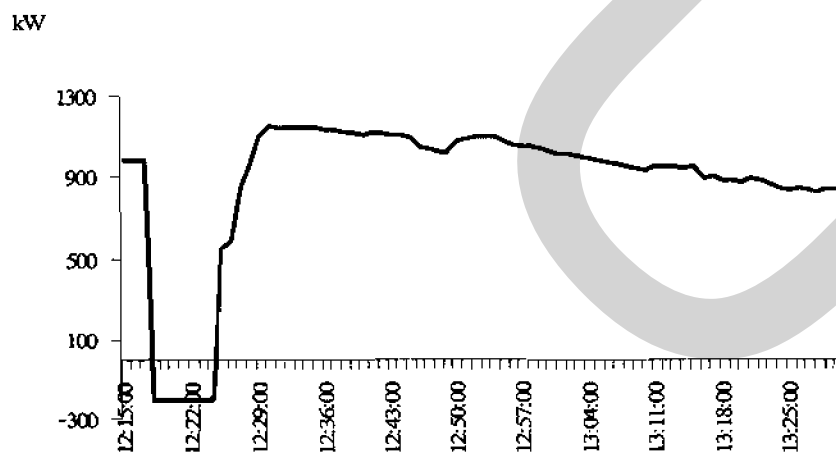
2) การเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

การเกิดไฟฟ้าขัดข้องเป็นปัจจัยสำคัญอีกหนึ่งประการที่พบว่าส่งผลกระทบต่อตรงต่อการวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากการเกิดไฟฟ้าขัดข้องนั้นไม่สามารถทราบได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อไรบ้าง ถึงแม้ว่าจะมีการเฝ้าระวังและมีแผนการป้องกันแล้ว ก็ยังคงไม่สามารถป้องกันได้ เพราะเมื่อเกิดไฟฟ้าดับและทางการไฟฟ้าได้ดำเนินการแก้ไขพร้อมจ่ายไฟฟ้ากลับเข้ามาให้อาคารนั้น ระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติของอาคารจะมีคำสั่งให้เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) ทำงานขึ้นมาพร้อมกันก่อน ระหว่างนี้จะทำให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงขึ้นตามดังรูปที่ 4.10 ซึ่งในเดือนใดมีการเกิดไฟฟ้าขัดข้องมาก จะส่งผลให้ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงขึ้น ตามวิธีการคิดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 15 นาทีของการไฟฟ้า



รูปที่ 4.10 จำนวนการเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

ซึ่งการจ่ายไฟฟ้ากลับเข้ามาให้อาคารหลังการเกิดไฟฟ้าขัดข้องในแต่ละครั้งจะส่งผลกระทบต่อค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูง ดังรูปที่ 4.11 ส่วนค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่แสดงออกมาติดลบนั้นเกิดจากความผิดพลาดในส่วนของอุปกรณ์ส่งสัญญาณในการแสดงผลหรือข้อมูลการทำงาน ซึ่งจะได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงระบบต่อไป



เวลา

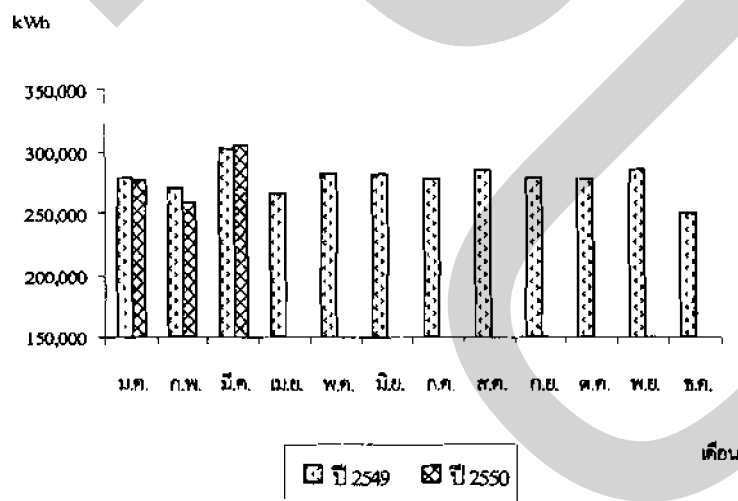
รูปที่ 4.11 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าหลังการเกิดไฟฟ้าขัดข้อง

4.3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำแล้ว พบว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลงเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างช่วงเดือนที่ทำการทดลองกับเดือนเดียวกันของปีที่ผ่านมาซึ่งไม่มีการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)

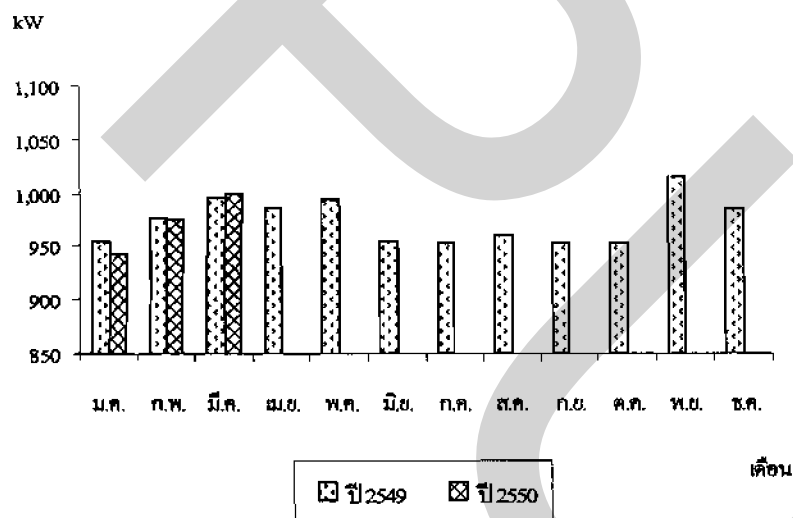
ค่าพลังงานไฟฟ้าในเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2549 เมื่อนำเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2550 ดังรูปที่ 4.12 พบว่าในเดือนมกราคม ปี 2549 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 278,000 kWh เดือนมกราคม ปี 2550 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 276,000 kWh ลดลง 2,000 kWh คิดเป็น 0.7 % และในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2549 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 270,000 kWh เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 260,000 kWh ลดลง 10,000 kWh คิดเป็น 3.7 % ส่วนในเดือนมีนาคม ปี 2550 ที่ไม่ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมสูง โดยในเดือนมีนาคม ปี 2549 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 303,000 kWh เดือนมีนาคม ปี 2550 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 305,000 kWh เพิ่มขึ้น 2,000 kWh



รูปที่ 4.12 ค่าพลังงานไฟฟ้า

2) ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า (kW)

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าในเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2549 เมื่อนำเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2550 ดังรูปที่ 4.13 โดยในเดือนมกราคม ปี 2549 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ที่ 954 kW เดือนมกราคม ปี 2550 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ที่ 944 kWh ลดลง 10 kW คิดเป็น 1 % และในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2549 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ที่ 977 kW เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ที่ 975 kW ลดลง 2 kW คิดเป็น 0.2 % ส่วนในเดือนมีนาคม ปี 2550 ที่ไม่ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมสูงโดยในเดือนมีนาคม ปี 2549 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าอยู่ที่ 995 kW เดือนมีนาคม ปี 2550 ค่าพลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 999 kW เพิ่มขึ้น 4 kW

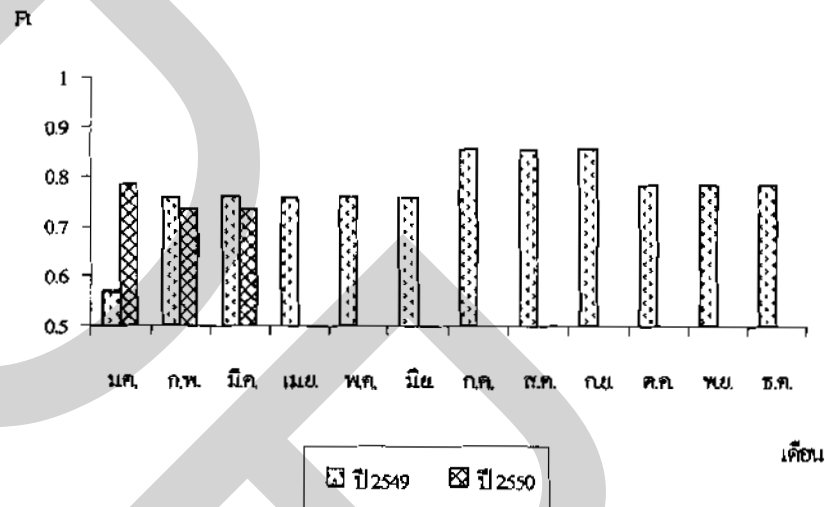


รูปที่ 4.13 ค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

3) ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

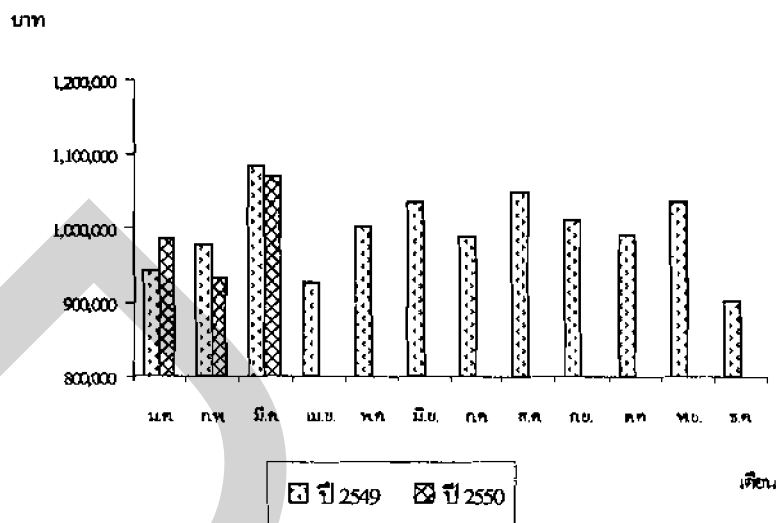
ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2549 เมื่อนำเปรียบเทียบกับเดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคม ปี 2550 พบว่าค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้องการพลังไฟฟาลดลง แต่ในเดือนมกราคม ปี

2550 ค่าไฟฟ้าผันแปรสูงกว่าค่าไฟฟ้าผันแปรเดือนมกราคม ปี 2549 ดังรูปที่ 4.14 โดยในเดือนมกราคม ปี 2549 ค่าไฟฟ้าผันแปรอยู่ที่ 0.5683 บาท ส่วนเดือนมกราคม ปี 2550 ค่าไฟฟ้าผันแปรอยู่ที่ 0.7842 บาท สูงขึ้น 0.2159 บาท ซึ่งค่าไฟฟ้าผันแปรนั้นนับว่าเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการควบคุมค่าใช้จ่ายไฟฟ้าเช่นกัน



รูปที่ 4.14 ค่าไฟฟ้าผันแปร

ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าในเดือนมกราคม ปี 2550 สูงกว่าเดือนมกราคม ปี 2549 ดังรูปที่ 4.15 โดยในเดือนมกราคม ปี 2549 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 941,965.80 บาท เดือนมกราคม ปี 2550 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 986,626.55 บาท สูงขึ้น 44,660.75 บาทและในเดือนกุมภาพันธ์ ปี 2549 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 979,227.60 บาท เดือนกุมภาพันธ์ ปี 2550 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 932,041.60 บาท ลดลง 47,186 บาท ส่วนในเดือนมีนาคม ปี 2550 ที่ไม่ได้ทำการทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเนื่องจากอุณหภูมิแวดล้อมสูงโดยในเดือนมีนาคม ปี 2549 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 1,082,812.31 บาท เดือนมีนาคม ปี 2550 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าอยู่ที่ 1,070,003.04 บาท เพิ่มขึ้น 12,809.27 บาท



รูปที่ 4.15 ค่าใช้จ่ายไฟฟ้า

จากการทดลองทำการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ โดยรวมพบว่าค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมปกติ ถึงแม้ระหว่างการทดลองจะมีปัจจัยต่างๆ ส่งผลกระทบต่อการทดลองเข้ามา

อย่างไรก็ตามการทดลองนี้เป็นเพียงแต่การทดลองปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำเท่านั้น ซึ่งจริงแล้วในระบบปรับอากาศยังมีวิธีการควบคุมและการจัดการกับอุปกรณ์ในระบบอีกหลายวิธีซึ่งผู้ปฏิบัติควรต้องทำการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจการทำงานของระบบก่อนเข้าไปจัดการ ซึ่งจะส่งผลให้การอนุรักษ์พลังงานเกิดผลสำเร็จยิ่งขึ้น

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

หลักการเบื้องต้นในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็น ส่วนกลางระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water Cooled Water Chiller Air-Conditioning System) เพื่อลด ค่าการใช้จ่ายไฟฟ้าประกอบด้วย 3 วิธีการ ดังนี้

1) การควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

การควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ด้วยการเลื่อนเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมด้านนอกจากจะช่วยลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศแล้ว ยังส่งผลให้ค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ ลดลงเช่นกัน

2) การควบคุมอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

การควบคุมอุณหภูมิการทำความเย็นด้วยการปรับเพิ่มอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารและตัวเครื่องปรับอากาศ ซึ่งในการปรับเพิ่มอุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศที่ 1°C ตามทฤษฎีแล้วจะสามารถช่วยลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 1.3 % ถึง 1.8 % ขึ้นอยู่กับชนิดและการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ วิธีการนี้ต้องใช้อุณหภูมิของอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor Air Temperature) เป็นเกณฑ์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

3) การควบคุมค่ากระแสไฟฟ้าใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

การควบคุมเปอร์เซ็นต์การทำงาน ด้วยการปรับลดเปอร์เซ็นต์การทำงาน ของ เครื่องปรับอากาศ ในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ โดยต้องไม่เกิดผลกระทบต่อผู้ใช้ อาคารและตัวเครื่องปรับอากาศ วิธีการนี้ต้องใช้ข้อมูลภาระโหลดของอาคาร (Building Load) เป็นเกณฑ์ในการวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศ

5.2 วิจารณ์ผลการศึกษา

ในการศึกษาทดลองนี้ผลออกมาอยู่ในระดับที่สามารถนำมาเป็นแบบอย่างในการวางแผนประหยัดพลังงานในอนาคตได้ โดยอาจต้องมีการนำแผนงานมาปรับปรุงเพื่อจัดทำเป็นแนวทางต่อไป

โดยในการทดลองทำการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศจะสังเกตผลการทำงานของเครื่องปรับอากาศ ดังตารางที่ 5.1 ซึ่งการรายงานผลการทำงานสามารถดูได้จากแผนควบคุมการทำงานของตัวเครื่องปรับอากาศเอง โดยตรวจสอบค่าอุณหภูมิแอมไพร์ทางด้านอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator Approach Temperature) และค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านคอนเดนเซอร์ (Condenser Approach Temperature) ไม่ให้เกินค่าที่ตัวเครื่องปรับอากาศยอมรับได้ เนื่องจากเป็นค่าการแลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องประมวลผลออกมาแล้วว่าเครื่องสามารถทำงานได้ในสภาวะปกติ และจากการทดลองพบว่าค่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศเป็นปกติ โดยค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านอีวาพอเรเตอร์ของ WCH-01 อยู่ที่ 1°C WCH-02 อยู่ที่ 1.5°C และค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านคอนเดนเซอร์ของ WCH-01 อยู่ที่ 3°C WCH-02 อยู่ที่ 3°C ซึ่งค่าที่แสดงออกมาพบว่าไม่เกินค่าที่ตัวเครื่องปรับอากาศยอมรับได้ โดยค่าที่ตัวเครื่องปรับอากาศยอมรับได้ อยู่ที่ ค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านอีวาพอเรเตอร์ต้องไม่เกิน 5°C และค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านคอนเดนเซอร์ต้องไม่เกิน 5°C

กรณีเครื่องปรับอากาศไม่แสดงค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านอีวาพอเรเตอร์และค่าอุณหภูมิแอมไพร์ด้านคอนเดนเซอร์ ผู้ควบคุมสามารถหาค่าอุณหภูมิแอมไพร์ได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$T_{EA} = T_{EWO} - T_{SE}$$

$$T_{CA} = T_{SC} - T_{CWO}$$

โดยที่

- T_{EA} คือ อุณหภูมิแอมไพร์ด้านอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator Approach Temperature)
- T_{EWO} คือ อุณหภูมิน้ำออกด้านอีวาพอเรเตอร์ (Evaporator Leaving Water Temperature)
- T_{SE} คือ อุณหภูมิน้ำยาด้านอีวาพอเรเตอร์ (Saturated Evaporator Temperature)
- T_{CA} คือ อุณหภูมิแอมไพร์ด้านคอนเดนเซอร์ (Condenser Approach Temperature)
- T_{CWO} คือ อุณหภูมิน้ำออกด้านคอนเดนเซอร์ (Condenser Leaving Water Temperature)
- T_{SC} คือ อุณหภูมิน้ำยาด้านคอนเดนเซอร์ (Saturated Condenser Temperature)

ตารางที่ 5.1 ค่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ

Description	Operate Acceptance	Chiller Number	
		WCH - 01	WCH - 02
Chiller Report			
Current Limit Set Point	%	100	80
Chilled Water Set Point	Deg C	7	8
Evaporator Enter Water Temperature	Deg C	12 - 13	13.0
Evaporator Leaving Water Temperature	Deg C	7 - 8	8.0
Condenser Enter Water Temperature	Deg C	30 - 33	32.8
Condenser Leaving Water Temperature	Deg C	35 - 38	38.0
Refrigerant Report			
Saturated Evaporator Temperature	Deg C	> 5	7.0
Saturated Condenser Temperature	Deg C	< 38	41.0
Evaporator Approach Temperature	Deg C	< 6	1.0
Condenser Approach Temperature	Deg C	< 6	3.0

ที่มา : ค่าการควบคุมที่ยอมรับได้ของเครื่องปรับอากาศ (Operate Acceptance) สามารถดูได้จากคู่มือการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

ซึ่งการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางทั้ง 3 วิธีการนี้สามารถตั้งการผ่านระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติหรือแผงควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศเอง (Chiller Unit Controller) โดยในการควบคุมควรคำนึงถึงความเหมาะสมในการสั่งการและสิ่งสำคัญนอกเหนือจากการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ คือการรายงานผล ข้อมูลต่างๆของระบบปรับอากาศเพื่อให้ผู้ควบคุมสามารถตัดสินใจ หรือเก็บข้อมูลไว้ เพื่อใช้วิเคราะห์สถานะภาพการทำงานของระบบ เช่น

- อุณหภูมิการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (Chiller Water Temperature)
- สถานะภาพการทำงาน โดยรวมของเครื่องปรับอากาศ (Chiller Status)
- สถานะภาพการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ (Accessory Equipment Status)
- การควบคุมระหว่างเปิดเครื่องปรับอากาศ (Pending Control Actions)
- การควบคุมเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (Time Delay Status)

แต่ในปัจจุบันได้นำเอาระบบควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลาง แบบไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิการทำงาน ความเย็นของเครื่องปรับอากาศเย็นให้คงที่ ตามค่าที่ตั้งไว้เพื่อใช้เป็นตัวลดชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของน้ำจ่าย (Chilled Water Supply) และน้ำกลับ (Chiller Water Return) เป็นเกณฑ์ ในการควบคุมการทำงานของทำงานของเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ (System ΔT)

- ข้อดี คือ การควบคุมการทำงานของระบบที่ไม่ยุ่งยาก
- ข้อเสีย คือ การใช้อุณหภูมิของน้ำเย็นมาเป็นเกณฑ์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลาง จะรักษาอุณหภูมิของน้ำจ่าย (Chilled Water Supply) ให้มีความเย็นคงที่แต่ก็ไม่สามารถใช้ควบคุมอัตราการไหลให้เหมาะสมได้ โดยเฉพาะระบบที่ใช้ 3 Ways Control Valve ซึ่งอาจทำให้เกิดปัญหาการขาดน้ำ (Starve) เนื่องจากการเติมน้ำในระบบของถังสำรองน้ำ (Expansion Tank) ไม่เพียงพอ ก่อนที่ระบบควบคุมจะมีการสั่งให้เครื่องปรับอากาศทำงานเพิ่ม

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นการปรับปรุงประสิทธิภาพหรือการปรับเปลี่ยนวิธีการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วย เครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลาง (Water Chiller) เครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit) เครื่องส่งน้ำเย็น (Chiller Water Pump) เครื่องส่งน้ำระบายความร้อน (Condenser Water Pump) และ หอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) เพื่อลดค่าการใช้พลังงานโดยรวมแล้วในการปฏิบัติจะต้องไม่เกิดกระทบกับผู้ใช้งานอาคาร ซึ่งเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศนั้น สามารถลดการใช้พลังงานได้หลายวิธี อย่างไรก็ตามผู้ควบคุมควรศึกษาประเภท ความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่มีอยู่ก่อนว่ามี ความสามารถแค่ไหนก่อนนำมาการวิเคราะห์ เพื่อวางแผนการควบคุมการทำงาน เนื่องจากการควบคุมไม่สามารถจะลดการใช้พลังงานได้ทั้งหมดบางครั้งการลดพลังงานของอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งอาจส่งผลให้อุปกรณ์ตัวอื่นมีการใช้พลังงานที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องทำการศึกษาข้อมูลให้ครบ ก่อนการวิเคราะห์และวางแผนลดการใช้พลังงานต่อไป

ในงานวิจัยนี้เป็นการวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางในช่วงอุณหภูมิแวดล้อมต่ำ โดยทำการเปิดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับอุณหภูมิภายนอกอาคาร ซึ่งส่งผลให้ค่าใช้จ่ายไฟฟ้าลดลง แต่ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้า พบว่าจะลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยภายนอกที่ส่งผลกระทบต่อควบคุม

5.3 ข้อเสนอแนะ

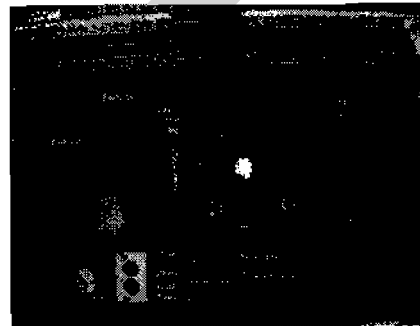
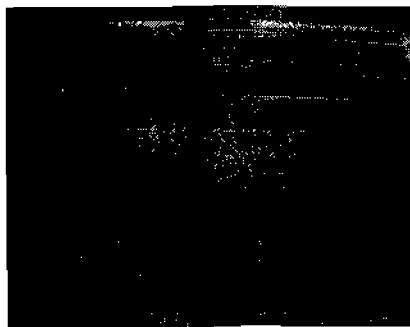
การศึกษาทดลองนี้มีขอบเขตแค่การวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบระบบทำน้ำเย็นส่วนกลางในช่วงฤดูหฤภูมิแวดล้อมต่ำเท่านั้น โดยวัดผลการทดลองได้จากค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ลดลงระหว่างทำการทดลอง แต่ในระบบปรับอากาศยังมีเครื่องจักรและอุปกรณ์อีกหลายรายการที่ยังสามารถนำมาศึกษาทดลอง และวิเคราะห์ เพื่อลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้อีก เช่น

1) การควบคุมการทำงานของพัดลมเติมอากาศ (Fresh Air Fan)

ในการเติมอากาศเข้าอาคารด้วยพัดลมเติมอากาศเป็นสิ่งที่ จำเป็นอย่างหนึ่ง ในระบบปรับอากาศ แต่ถ้าเครื่องทำงานช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงจะมีวิธีการป้องกันความร้อนที่เข้ามาในอาคารอย่างไร เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อระบบปรับอากาศ และผู้ใช้งานในอาคาร

2) การควบคุมการทำงานของเครื่องเป่าลมเย็น (Air Handling Unit)

สำหรับอาคารที่มีระบบควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติสามารถทำการวางแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องเป่าลมเย็นได้ด้วยการควบคุมเวลาการใช้งานของเครื่อง ดังรูปที่ 5.1 ซึ่งในการควบคุมจะต้องทำการศึกษารายละเอียดและผลกระทบของผู้ใช้งานในอาคารก่อน เพื่อนำมาจัดทำแผนการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 5.1 สถานภาพการทำงานของเครื่องเป่าลมเย็น

3) การควบคุมการทำงานของเครื่องสูบน้ำเย็น (Water Pump)

การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์เครื่องสูบน้ำเย็นเพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำเย็นช่วงที่ไหลคในอาคารน้อย ถือเป็นวิธีการประหยัดพลังงานอย่างหนึ่ง ซึ่งจะช่วยลดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ทั้งตัวเครื่องสูบน้ำเย็นและเครื่องปรับอากาศขนาดเอง แต่จะช่วยประหยัดพลังงานมากแค่ไหน จุดคุ้มทุนใช้ระยะเวลาเท่าไร ควรต้องทำการศึกษารายละเอียดและวิเคราะห์ผลออกมาว่าการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์จะไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักรในระบบปรับอากาศ

สำหรับการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร มีวิธีการปฏิบัติหลายวิธีที่จะช่วยให้การประหยัดพลังงานได้ผล ทั้งการวางแผนการปฏิบัติงาน การจัดการกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สามารถช่วยในการควบคุมเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่างๆ แต่ให้เกิดความมั่นใจควรศึกษารายละเอียดการใช้งานของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีว่าใช้งานครบทุกทางเลือกหรือยัง เมื่อพบข้อผิดพลาดควรทำการปรับปรุงอย่างไร เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการวางแผนการทำงานด้านพลังงานต่อไป

ป
ร
ร
ณ
า
น
ุ
ก
ร
ม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

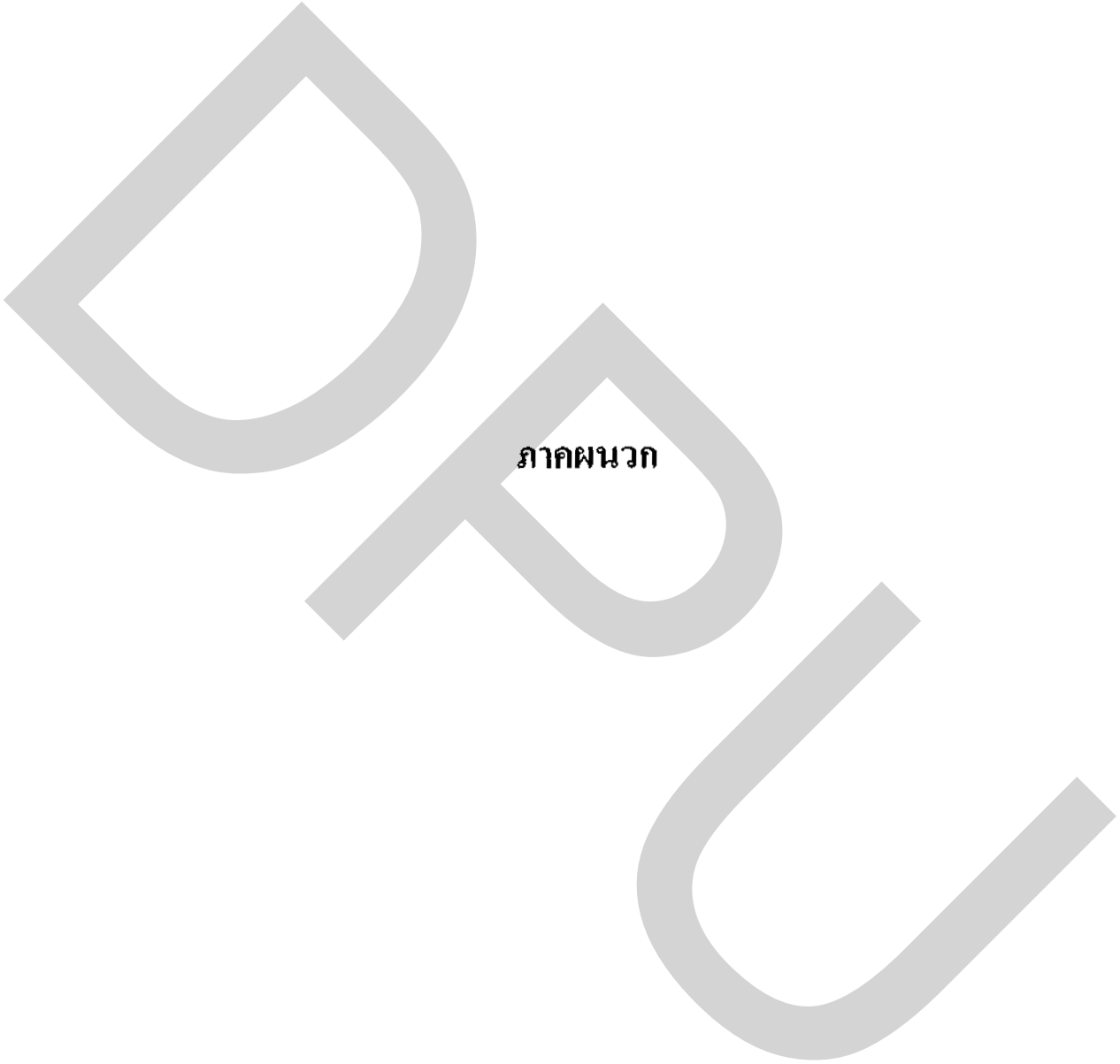
- การไฟฟ้านครหลวง. (2543). อัตราค่าไฟฟ้า. กรุงเทพฯ
 ชูชัย ต.ศิริวัฒนา. (2546). การทำความเย็นและการปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริม
 เทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

วิทยานิพนธ์

- กุสกาณา กุมาฮา. (2532). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบกักเก็บความเย็นสำหรับการปรับ
 อากาศในโรงแรม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการ
 จัดการพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชุติมา กิจสุวรรณวงศ์. (2532). การศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบกักเก็บความเย็นในรูป
 น้ำแข็งสำหรับการปรับอากาศ ในอาคารสำนักงาน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร
 มหาบัณฑิต. สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระ
 จอมเกล้าธนบุรี.
- บุญยฤทธิ์ เมื่อก่องสุริยะ. (2544). การพัฒนา CLTD และ SCL สำหรับคำนวณภาระการทำความ
 เย็นของอาคารในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต.
 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรพต ประภาศิริ. (2542). การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิ
 และ การบำรุงรักษาเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชา
 เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พุลธภา มณีนิล. (2530). โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อวิเคราะห์ภาระความเย็นสำหรับอาคารในประเทศ
 ไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล.
 กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บรรณานุกรม(ต่อ)

วรชาติ จิรัฐติเจริญ. (2543). การจำลองระบบทำความเย็นสำหรับระบบทำความเย็นส่วนกลางแบบ
มหภาคของอาคารในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร
มหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล . กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



ภาคผนวก

SUMMARY ENERGY MANAGEMENT (TOU. 4.2.2)

MONTH	SUM.	POWER CONSUMPTION										MAXIMUM DEMAND						POWER FACTOR		LOAD FACTOR (%)	AUTO PRICE ADJUST.		SERVICE CHARGE	TOTAL COST (Exclude VAT)	TOTAL COST (Include VAT)
		On Peak (09.00 - 22.00)					Off Peak (22.00 - 09.00)					On Peak			kWh	kVar	Cost	Rate	Cost						
		kWh	Rate	Cost	kWh	Rate	Cost	kW	Rate	Cost	kWh	Rate	Cost												
		TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL												
Jan-06	278,000	176,000	2.6950	474,320.00	102,000	1.1914	121,322.80	595,342.80	954	132.93	126,815.22	390	-	0.5683	157,997.40	228.17	889,873.59	942,524.74							
Feb-06	270,000	172,000	2.6950	463,540.00	98,000	1.1914	116,577.20	580,297.20	977	132.93	129,372.61	405	-	0.7584	204,768.00	228.17	915,165.98	979,227.60							
Mar-06	303,000	192,000	2.6950	517,440.00	111,000	1.1914	132,245.40	649,685.40	995	132.93	132,265.35	425	-	0.7584	229,795.20	228.17	1,011,974.12	1,082,912.31							
Apr-06	266,000	144,000	2.6950	388,080.00	122,000	1.1914	145,350.80	533,430.80	986	132.93	131,068.98	407	-	0.7584	201,734.40	228.17	866,462.35	927,114.71							
May-06	283,000	169,000	2.6950	455,455.00	114,000	1.1914	135,819.60	591,274.60	994	132.93	132,132.42	414	-	0.7584	214,627.20	228.17	938,262.39	1,003,940.76							
Jun-06	281,000	176,000	2.6950	474,320.00	105,000	1.1914	125,097.00	599,417.00	954	132.93	126,815.22	394	-	0.7584	213,110.40	228.17	939,570.79	1,005,340.75							
Jul-06	277,000	153,000	2.6950	412,335.00	123,000	1.1914	146,542.20	558,877.20	952	132.93	126,549.36	392	-	0.8544	235,814.40	228.17	921,469.13	985,971.97							
Aug-06	286,000	178,000	2.6950	479,710.00	108,000	1.1914	128,671.20	608,381.20	961	132.93	127,745.73	406	-	0.8544	244,338.40	228.17	960,713.50	1,049,363.45							
Sep-06	278,000	165,000	2.6950	444,675.00	113,000	1.1914	134,628.20	579,303.20	952	132.93	126,549.36	399	-	0.8544	237,523.20	228.17	943,603.93	1,009,656.21							
Oct-06	278,000	167,000	2.6950	450,065.00	111,000	1.1914	132,245.40	582,310.40	954	132.93	126,815.22	401	-	0.7842	218,007.60	228.17	927,361.39	992,276.69							
Nov-06	288,000	178,000	2.6950	479,710.00	110,000	1.1914	131,054.00	610,764.00	1,015	132.93	134,923.95	430	-	0.7842	225,849.60	228.17	971,765.72	1,039,789.32							
Dec-06	250,000	146,000	2.6950	393,470.00	104,000	1.1914	123,905.60	517,375.60	984	132.93	130,803.12	415	-	0.7842	250,000.00	228.17	898,406.89	961,295.37							
Jan-07	276,000	167,000	2.6950	450,065.00	109,000	1.1914	129,862.60	579,927.60	944	132.93	125,485.92	425	-	0.7842	216,439.20	228.17	922,089.89	986,626.55							
Feb-07	260,000	160,000	2.6950	431,200.00	100,000	1.1914	119,140.00	550,340.00	975	132.93	129,606.75	414	-	0.7342	190,892.00	228.17	871,066.92	932,041.60							
Mar-07	305,000	186,000	2.6950	501,270.00	119,000	1.1914	141,776.60	643,046.60	999	132.93	132,797.07	426	-	0.7342	223,931.00	228.17	1,000,002.84	1,070,003.04							

DAILY CHECK ELECTRICAL MAIN METER
การตรวจเช็คมิเตอร์ไฟฟ้ารายวัน 4S (MEA. NO. TOU. - 001948 (PROG. 1791408))

เดือน มกราคม 2558

Electrical Consumption (X 1,000)

Date	Time	Electrical Consumption (X 1,000)						Previous Electrical Consumption				Maximum Demand				Power Reactive	
		kWh		On Peak (9:00-22:00) kWh		Off Peak (22:00-9:00) kWh		kWh		On Peak		Off Peak		kW		kVarh	kVar
		Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak
1-11-07	6:30	13,196	4,000	8,094	0	5,102	3,000	13,196	8094	5102	0.000	0.111	4918	0.043			
2-11-07	6:20	13,200	5,000	8,094	4,000	5,105	2,000	13,196	8094	5102	0.000	0.403	4919	0.160			
3-11-07	5:10	13,205	11,000	8,098	7,000	5,107	3,000	13,196	8094	5102	0.390	0.403	4921	0.160			
4-11-07	5:10	13,216	10,000	8,105	8,000	5,110	3,000	13,196	8094	5102	0.795	0.783	4924	0.320			
5-11-07	6:04	13,226	11,000	8,113	8,000	5,113	3,000	13,196	8094	5102	0.795	0.783	4930	0.320			
6-11-07	6:04	13,237	5,000	8,121	0	5,116	5,000	13,196	8094	5102	0.801	0.783	4934	0.322			
7-11-07	6:00	13,242	4,000	8,121	0	5,121	4,000	13,196	8094	5102	0.801	0.783	4936	0.322			
8-11-07	5:10	13,246	11,000	8,121	7,000	5,125	3,000	13,196	8094	5102	0.801	0.783	4938	0.322			
9-11-07	6:00	13,257	10,000	8,128	8,000	5,128	3,000	13,196	8094	5102	0.801	0.783	4942	0.322			
10-11-07	6:00	13,267	11,000	8,136	8,000	5,131	3,000	13,196	8094	5102	0.801	0.783	4946	0.322			
11-11-07	6:00	13,278	11,000	8,144	8,000	5,134	3,000	13,196	8094	5102	0.819	0.813	4950	0.333			
12-11-07	6:00	13,289	10,000	8,152	7,000	5,137	3,000	13,196	8094	5102	0.819	0.813	4954	0.333			
13-11-07	6:28	13,299	6,000	8,159	0	5,140	5,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4958	0.333			
14-11-07	6:00	13,305	4,000	8,159	0	5,145	5,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4960	0.338			
15-11-07	5:10	13,309	11,000	8,159	8,000	5,150	3,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4962	0.338			
16-11-07	5:00	13,320	11,000	8,167	8,000	5,153	3,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4967	0.338			
17-11-07	5:00	13,331	11,000	8,175	8,000	5,156	3,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4971	0.338			
18-11-07	5:00	13,342	11,000	8,183	8,000	5,159	3,000	13,196	8094	5102	0.831	0.815	4975	0.338			
19-11-07	5:00	13,353	11,000	8,191	8,000	5,162	4,000	13,196	8094	5102	0.831	0.984	4980	0.405			
20-11-07	6:00	13,364	6,000	8,199	0	5,166	5,000	13,196	8094	5102	0.831	0.984	4984	0.405			
21-11-07	6:30	13,370	4,000	8,199	0	5,171	4,000	13,196	8094	5102	0.831	0.984	4986	0.410			
22-11-07	4:45	13,374	12,000	8,199	7,000	5,175	4,000	13,196	8094	5102	0.831	0.988	4988	0.410			
23-11-07	6:00	13,386	12,000	8,206	8,000	5,179	4,000	13,196	8094	5102	0.831	0.988	4992	0.410			
24-11-07	5:00	13,398	11,000	8,214	8,000	5,183	3,000	13,196	8094	5102	0.831	0.991	4997	0.424			
25-11-07	5:00	13,409	11,000	8,222	8,000	5,186	4,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5001	0.424			
26-11-07	5:00	13,420	11,000	8,230	8,000	5,190	3,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5006	0.424			
27-11-07	6:00	13,431	5,000	8,238	0	5,193	5,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5010	0.424			
28-11-07	6:00	13,436	4,000	8,238	0	5,198	4,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5012	0.424			
29-11-07	5:00	13,440	11,000	8,238	8,000	5,202	3,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5014	0.424			
30-11-07	6:00	13,451	10,000	8,246	7,000	5,205	3,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5018	0.424			
31-11-07	5:00	13,461	11,000	8,253	7,000	5,208	3,000	13,196	8094	5102	0.943	1.020	5022	1.424			
1-11-07	6:00	13,472	276,000	8,260	166,000	5,211	109,000	13,471	8260	5210	0	0.171	5026	0.064			

DAILY CHECK ELECTRICAL MAIN METER
 ประเภท GE. KV. FM. - 45 A หมายเลขตัววัด ๑ - 75657 (MEA. NO. TOU. - 001948 (PROG. 1791408))
 เดือน กุมภาพันธ์ 2550

Date	Time	Electrical Consumption (X 1,000)						Previous Electrical Consumption						Power Reactive	
		kWh			kWh Off Peak (22:00-9:00)			kWh			kWh Off Peak			kVArh	kVar
		Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	Data	QTY / Day	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak	On Peak	Off Peak
1-ก.พ.-07	6:00	13,472	10,000	8,260	8,000	5,211	2,000	13,471	8,260	5,210	0.000	0.171	5026	0.064	
2-ก.พ.-07	5:30	13,482	10,000	8,268	7,000	5,213	3,000	13,471	8,260	5,210	0.770	0.777	5030	0.295	
3-ก.พ.-07	6:00	13,492	4,000	8,275	0	5,216	4,000	13,471	8,260	5,210	0.770	0.777	5034	0.295	
4-ก.พ.-07	5:10	13,496	4,000	8,275	0	5,220	4,000	13,471	8,260	5,210	0.770	0.777	5036	0.295	
5-ก.พ.-07	6:04	13,500	11,000	8,275	8,000	5,224	3,000	13,471	8,260	5,210	0.770	0.777	5037	0.295	
6-ก.พ.-07	6:02	13,511	10,000	8,283	7,000	5,227	3,000	13,471	8,260	5,210	0.778	0.777	5041	0.301	
7-ก.พ.-07	6:00	13,521	11,000	8,290	8,000	5,230	4,000	13,471	8,260	5,210	0.792	0.777	5045	0.307	
8-ก.พ.-07	6:20	13,532	12,000	8,298	8,000	5,234	3,000	13,471	8,260	5,210	0.792	0.781	5049	0.320	
9-ก.พ.-07	6:00	13,544	11,000	8,306	8,000	5,237	3,000	13,471	8,260	5,210	0.901	0.918	5053	0.379	
10-ก.พ.-07	6:00	13,555	5,000	8,314	0	5,240	5,000	13,471	8,260	5,210	0.901	0.918	5058	0.379	
11-ก.พ.-07	6:00	13,560	4,000	8,314	0	5,245	4,000	13,471	8,260	5,210	0.901	0.918	5060	0.379	
12-ก.พ.-07	5:00	13,564	12,000	8,314	8,000	5,249	4,000	13,471	8,260	5,210	0.901	0.918	5061	0.379	
13-ก.พ.-07	5:00	13,576	11,000	8,322	8,000	5,253	3,000	13,471	8,260	5,210	0.934	0.990	5066	0.408	
14-ก.พ.-07	5:00	13,587	12,000	8,330	9,000	5,256	4,000	13,471	8,260	5,210	0.934	0.990	5071	0.408	
15-ก.พ.-07	5:00	13,599	12,000	8,339	8,000	5,260	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5076	0.408	
16-ก.พ.-07	5:00	13,611	12,000	8,347	8,000	5,264	3,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5080	0.408	
17-ก.พ.-07	5:00	13,623	4,000	8,355	0	5,267	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5085	0.408	
18-ก.พ.-07	6:00	13,627	3,000	8,355	0	5,271	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5086	0.408	
19-ก.พ.-07	5:00	13,630	8,000	8,355	5,000	5,275	2,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5086	0.408	
20-ก.พ.-07	6:07	13,638	12,000	8,360	9,000	5,277	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5091	0.408	
21-ก.พ.-07	5:00	13,650	12,000	8,369	8,000	5,281	3,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5096	0.414	
22-ก.พ.-07	5:00	13,662	12,000	8,377	9,000	5,284	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5101	0.414	
23-ก.พ.-07	6:00	13,674	12,000	8,386	8,000	5,288	3,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.990	5106	0.414	
24-ก.พ.-07	5:00	13,686	4,000	8,394	0	5,291	5,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.999	5110	0.414	
25-ก.พ.-07	6:00	13,690	5,000	8,394	0	5,296	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.999	5112	0.414	
26-ก.พ.-07	5:00	13,695	12,000	8,394	9,000	5,300	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.999	5114	0.414	
27-ก.พ.-07	6:00	13,707	12,000	8,403	9,000	5,304	4,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.999	5119	0.414	
28-ก.พ.-07	6:00	13,719	13,000	8,412	9,000	5,308	3,000	13,471	8,260	5,210	0.975	0.999	5124	0.414	
1-ก.พ.-07	6:00	13,732	260,000	8,421	161,000	5,311	100,000	13,732	8,421	5,311	0	0.165	5129	0.86	

TEMPERATURE RECORD

เดือน มกราคม 2549

Point 4 hr. Date 2006	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																								
	1												2												3												4											
	31.48	37.29	44.48	36.29	28.57	25.81	29.05	41.07	44.75	36.86	29.7	25.9	30.01	41.15	45.1	41.06	28.66	26.74	32.65	45.15	42.3	32.19	28.14	27.1																								

Point 4 hr. Date 2006	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																								
	5												6												7												8											
	29.65	40.62	43.15	33.74	28.71	26.79	29.7	35.66	42.29	32.19	28.3	25.55	27.76	15.77	41.94	30.94	26.27	23.65	29.23	39.42	43.28	33.48	26.48	24.56																								

Point 4 hr. Date 2006	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72																								
	9												10												11												12											
	31.62	40.63	43.93	31.72	25.65	23.25	29.7	40.69	42.06	31.88	26.02	23.6	30.58	41.56	43.55	34.94	26.69	24.05	27.21	39.9	43.43	35.09	27.62	25.86																								

Point 4 hr. Date 2006	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96																								
	13												14												15												16											
	26.9	40.08	43.7	32.24	26.95	24.61	26.95	38.63	42.46	32.24	26.74	24.91	26.55	38.69	41.43	32.81	27.36	25.01	24.41	39.66	41.42	31.98	27.42	24.81																								

Point 4 hr. Date 2006	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120																								
	17												18												19												20											
	29.8	40.91	44.1	36.03	28.82	25.29	29.54	40.18	43.66	32.08	26.17	25.01	29.96	39.18	43.38	36.34	28.19	25.08	30.06	43.27	39.15	35.92	27.83	24.61																								

Point 4 hr. Date 2006	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144																								
	21												22												23												24											
	30.84	43.43	40.81	38.31	27.83	24.46	28.56	38.09	42.41	30.58	26.59	24.36	25.08	38.56	42.2	33.64	28.82	25.96	24.1	35.35	41.43	30.74	26.02	23.3																								

Point 4 hr. Date 2006	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168																								
	25												26												27												28											
	22.04	39.19	41.58	32.76	25.7	24.4	23.23	36.65	40.24	31.05	27.56	24.6	28.36	38.95	42.04	34.05	25.13	22.85	23.9	39.91	41.91	34.78	26.38	24.51																								

Point 4 hr. Date 2006	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186																		
	29												30												31											
	23.85	39.49	41.55	34.68	27.47	25.34	28.71	37.2	41.73	34.52	28.19	25.44	25.81	38.38	41.11	33.74	27.18	24.71																		

TEMPERATURE RECORD

วันที่บันทึก 2550

Point 4 hr. Date 2007	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	1																							
	30.21	37.66	44.21	35.66	29.19	26.53	30.79	39.58	43.93	36.7	29.34	27.42	31.95	40.35	44.33	37.43	29.85	27.66	32.86	43.88	41.98	36.49	29.7	27.99
	3																							
	2																							
	4																							

Point 4 hr. Date 2007	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	5																							
	33.69	40.21	43.69	36.39	30.22	28.25	30.39	39.53	43.58	34.31	29.7	27.51	30.12	38.77	42.12	34.89	27.36	26.43	29.82	39.6	42.6	32.91	27.47	25.86
	7																							
	6																							
	8																							

Point 4 hr. Date 2007	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	9																							
	29.54	40.07	42.04	34.31	27.99	26.1	29.59	40.72	42.82	34.42	28.51	26.27	30.63	42.29	44.9	37.17	30.06	27.3	30.27	40.08	44.01	36.13	29.23	26.53
	10																							
	11																							
	12																							

Point 4 hr. Date 2007	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	13																							
	29.91	41.6	44.58	34.68	29.8	26.4	29.79	34.94	41.57	33.85	30.63	27.51	31.2	37.63	41.57	34.78	30.22	27.25	31.1	39.75	42.76	34.78	31.57	27.39
	14																							
	15																							
	16																							

Point 4 hr. Date 2007	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	17																							
	32.86	40.57	44.18	36.6	31.82	27.65	32.95	39.86	42.3	37.27	32.5	27.22	29.81	38.77	40.8	36.29	30.11	26.35	29.09	36.7	41.02	35.46	29.08	26.93
	18																							
	19																							
	20																							

Point 4 hr. Date 2007	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	21																							
	31.77	41.26	38.2	35.87	30.22	25.66	31.39	35.25	40.1	31.36	29.18	24.83	30.69	37.28	40.87	30.42	28.04	24.69	26.39	33.14	39.59	33.48	28.82	24.64
	22																							
	23																							
	24																							

Point 4 hr. Date 2007	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
	25																							
	26.79	33.05	38.01	34.88	29.54	24.31	26.62	32.7	37.39	33.02	29.75	23.52	25.44	33.02	37.37	33.54	28.19	23.64	25.61	32.14	37.49	32.5	26.38	23.45
	26																							
	27																							
	28																							

Point 4 hr. Date 2007	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
	29																	
	25.84	33.3	37.44	31.67	24.61	22.34	35	33.12	37.99	29.91	26.22	23.9	24.75	33.33	38.4	31.72	27.38	23.45
	30																	
	31																	

TEMPERATURE RECORD

เดือน กุมภาพันธ์ 2549

Point 4 hr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Date	1																							
2006	28.45	38.04	41.49	35.71	29.34	26.59	30.53	38.49	41.94	34.21	28.97	25.86	27.68	39.35	42.1	35.3	28.87	26.12	26.43	38.36	41.69	32.81	28.66	25.14

Point 4 hr.	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Date	5																							
2006	28.76	37.74	41.86	36.18	30.32	25.4	27.47	39.9	42.75	37.01	31.36	26.02	28.76	39.73	41.73	35.77	30.84	26.44	27.68	39.97	42.87	35.2	31.62	26.54

Point 4 hr.	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Date	9																							
2006	27.78	41.42	41.89	36.75	29.85	26.04	33.12	42.25	43.34	36.23	30.42	26.71	29.8	39.29	43.98	37.89	32.45	27.39	31.31	40.1	43.04	32.61	27.78	26.96

Point 4 hr.	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
Date	13																							
2006	30.36	38.13	42.71	33.51	27.2	26.55	29.7	40.86	43.41	38.26	31.05	28.56	31.05	39.06	41.78	35.4	29.49	28.35	29.96	38.83	40.93	34.31	29.65	28.35

Point 4 hr.	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
Date	17																							
2006	30.74	38.9	41.24	36.03	29.65	28	30.33	39.66	42.02	33.38	29.34	27.4	28.45	39.71	41.24	37.17	30.94	29.13	31.62	38.29	40.61	35.61	29.59	28.19

Point 4 hr.	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
Date	21																							
2006	31.93	39.14	42.66	36.7	32.24	29.28	32.24	41.51	43.18	35.35	30.94	27.44	30.58	38.05	40.95	36.7	32.91	28.37	33.11	40.69	42.51	37.58	30.95	28.2

Point 4 hr.	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
Date	25																							
2006	32.99	42.61	43.75	38.67	32.19	29.08	32.34	41.94	39.55	37.37	30.06	28.97	31.15	36.23	40.65	33.8	29.8	28.66	31.1	37.79	40.09	35.92	29.72	27.84

TEMPERATURE RECORD

เดือน กุมภาพันธ์ 2550

Point 4 hr. Date 2007	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24																								
	1												2												3												4											
	25.7	33.31	38.6	30.74	27.64	24.31	25.84	33.05	38.63	31.41	27.81	23.75	26.29	33.4	39.45	33.33	26.48	24.75	26.54	35.09	39.98	33.48	28.62	24.19																								

Point 4 hr. Date 2007	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48																								
	5												6												7												8											
	26.65	35.42	40.47	32.55	28.82	25.5	26.7	35.78	41.21	33.54	27.99	26.59	27.39	37.79	41.01	34.63	27.68	26.33	28.12	40.06	41.94	33.02	29.02	26.59																								

Point 4 hr. Date 2007	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72																								
	9												10												11												12											
	29.53	40.88	43.03	33.85	28.56	26.85	29.82	40.08	43.7	36.03	28.97	27.47	31.28	42.12	38.93	33.9	28.71	27.52	30.11	39.05	42.03	33.95	28.66	27.52																								

Point 4 hr. Date 2007	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96																								
	13												14												15												16											
	31.05	39.31	42.07	34.42	28.66	27.36	29.75	37.74	41.89	35.3	29.39	27.21	31.57	38.43	42.43	34.68	29.18	27.52	29.96	37.17	42.58	34.11	29.34	27.26																								

Point 4 hr. Date 2007	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120																								
	17												18												19												20											
	29.65	37.32	41.84	33.9	29.23	27.16	30.68	39.09	41.32	34.11	29.65	27.52	31.25	39.35	43.35	33.8	29.39	27.68	31.88	38.93	42.88	34.78	29.96	27.68																								

Point 4 hr. Date 2007	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144																								
	21												22												23												24											
	30.99	39.03	41.83	34.94	28.97	28.19	33.95	40.71	42.36	34.21	30.32	28.51	30.27	39.31	42.17	33.85	29.96	28.82	32.14	38	43.26	35.25	30.11	28.59																								

Point 4 hr. Date 2007	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168																								
	25												26												27												28											
	31.25	37.25	43.66	35.4	30.48	29.02	31.24	40.09	43.19	34.99	30.48	29.18	31.25	41.37	43.45	34.31	29.96	28.71	32.61	41.27	43.83	34.78	30.52	29.28																								

TEMPERATURE RECORD

สถานี ฝายท่าหลวง 2549

Point 4 hr. Date 2006	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	1																							
	31.16	39.35	41.37	34.29	30.06	28.87	31.57	38.41	40.41	34.73	30.89	26.97	29.88	39.2	42.1	34.16	29.14	27.26	28.25	35.97	41.13	34	29.49	27.35
	2																							
	3																							
	4																							

Point 4 hr. Date 2006	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	5																							
	32.24	37.37	41.09	34.05	29.39	27.61	32.03	37.32	41.32	33.9	29.44	28.56	31.31	37.94	41.36	34.68	30.53	28.92	34.11	37.94	42.1	34.26	30.16	28.08
	6																							
	7																							
	8																							

Point 4 hr. Date 2006	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	9																							
	33.57	40.76	42.57	35.66	29.59	28.52	32.03	38.12	41.14	35.14	30.16	28.02	33.43	37.98	41.26	34	30.58	28.59	34.42	38.41	41.46	38.05	30.94	28.39
	10																							
	11																							
	12																							

Point 4 hr. Date 2006	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	13																							
	32.19	39.58	41.89	35.09	30.53	28.75	28.51	37.15	42.15	35.3	31.41	28.56	27.36	38.26	42.06	37.06	32.4	28.75	29.59	38.99	41.51	34.78	31.46	28.85
	14																							
	15																							
	16																							

Point 4 hr. Date 2006	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	17																							
	32.14	36.86	41.58	35.09	30.16	28.34	30.01	38.63	41.64	36.8	31.62	29.16	36.96	38.46	41.14	37.27	30.94	28.91	34.42	38.67	41.76	36.7	31.05	28.8
	18																							
	19																							
	20																							

Point 4 hr. Date 2006	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	21																							
	29.96	36.8	40.91	33.17	29.65	28.76	30.48	36.8	40.86	35.14	30.99	28.28	33.9	39.76	42.46	35.3	30.48	28.23	34.05	37.59	41.1	34.52	30.27	28.28
	22																							
	23																							
	24																							

Point 4 hr. Date 2006	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
	25																							
	37.48	39.5	42.83	35.14	31.1	29.06	33.23	38.36	41.27	35.14	31.2	28.8	34.21	37.43	41.74	35.2	30.89	28.42	37.06	38.33	40.57	35.51	31.46	28.33
	26																							
	27																							
	28																							

Point 4 hr. Date 2006	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
	29																	
	29.28	37.52	40.41	35.09	30.2	28.65	31.77	37.8	40.79	35.09	30.27	27.75	30.32	39.12	41.18	36.6	27.44	34.5
	30																	
	31																	

TEMPERATURE RECORD

เดือน สิงหาคม 2550

Point 4 hr. Date 2007	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	1																							
	2																							
	3																							
	4																							
	30.08	39.06	43.06	37.01	28.71	28.35	30.63	37.38	43.28	39.96	28.61	27.99	32.65	38.9	43.9	37.96	28.66	28.14	29.28	39.02	44.02	39.59	28.66	27.68

Point 4 hr. Date 2007	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
	5																							
	6																							
	7																							
	8																							
	31.2	39.6	43.99	39.27	28.71	28.19	31.31	39.24	43.96	39.68	28.82	28.35	32.76	40.15	42.6	38.06	28.4	28.04	31.36	40.77	43.37	38.06	28.56	27.83

Point 4 hr. Date 2007	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
	9																							
	10																							
	11																							
	12																							
	30.99	40.44	43.78	38.27	28.87	28.25	31.68	40.67	43.36	39.91	28.82	28.56	35.25	40.85	43.44	38.84	29.18	29.02	32.24	41.7	44.3	37.48	29.23	28.61

Point 4 hr. Date 2007	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
	13																							
	14																							
	15																							
	16																							
	32.08	41.29	44.3	37.58	29.28	28.66	33.38	40.75	44.47	37.42	29.44	28.97	33.79	39.18	44.07	38.63	29.97	28.51	30.37	40.18	43.07	37.25	29.44	28.19

Point 4 hr. Date 2007	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	17																							
	18																							
	19																							
	20																							
	31.93	39.72	43.35	38.46	29.7	28.82	32.76	38.97	43.97	37.97	32.97	30.97	28.35	37.1	42.63	39.37	29.59	28.45	27.86	38.71	43.23	38.02	28.83	27.69

Point 4 hr. Date 2007	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	21																							
	22																							
	23																							
	24																							
	29.02	39.53	42.3	38.62	29.7	29.13	33.12	39.28	43.14	38.07	29.65	28.87	33.54	40.05	44.21	39.96	29.13	28.51	34.88	39.29	43.01	39.46	29.85	29.23

Point 4 hr. Date 2007	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
	25																							
	26																							
	27																							
	28																							
	34.88	39.74	42.84	38.89	29.75	29.28	31.57	39.97	43.4	39.03	30.48	29.59	32.24	38.52	43.78	39.29	30.37	29.44	35.51	38.98	43.15	38.71	31.1	30.06

Point 4 hr. Date 2007	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186
	29																	
	30																	
	31																	
	35.3	39.06	43.4	38.72	30.37	29.7	34.88	39.8	42.79	38.93	30.27	29.49	35.92	39.9	42.34	39.14	30.12	28.98

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล
ประวัติการศึกษา

นายเตชะธร สุขชัยศรี
อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัย ศรีปทุม วิทยาเขตบางเขน
ปีการศึกษา 2544

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

หัวหน้าส่วนงานดำเนินงานบริการ
บริษัท พร้อม เทคโนโลยี เซอร์วิส จำกัด
40 / 14 หมู่ 12 ตำบลบางแก้ว อำเภอบางพลี
จังหวัดสมุทรปราการ