



ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม
ให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535



สุดารัตน์ ปรีชาณเสถฐ์
2

อธิเนนทาการ

จาก

ศาสตราจารย์ ดร. วิมลวรรณ วัฒนศิริกุล ม.มหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

พ.ศ. 2541

ISBN 974-663-324-4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

2พ
๙๗69๔
2541
ด.3

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม
ให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535



.....

นางสุดารนต์ ปิรัชานเสกฐ์
ผู้วิจัย

.....

นายสมพงษ์ รงไชย วท.ม.
ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายคงเดช ตันกาชา วท.ม.
กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล่อมวงศ์ Ph.D.
คณบดี
บัณฑิตวิทยาลัย

.....

รองศาสตราจารย์รุ่งจรัส หุดะเจริญ
ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม
เพื่อการพัฒนาทรัพยากร
คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่วงอุตสาหกรรม

ให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

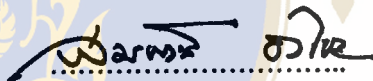
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 30 ตุลาคม พ.ศ. 2542



นางสุดารัตน์ ปิรัชารณเสฏฐ์
ผู้วิจัย



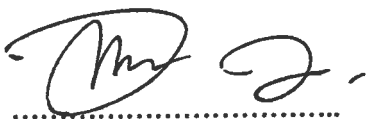
นายสมพงษ์ รงไชย วท.ม.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ผู้ช่วยศาสตราจารย์เกษม กุลประดิษฐ์ วท.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



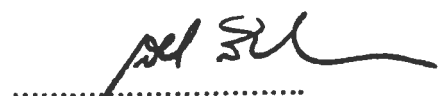
นายประเสริฐ ประวิตรุ่งเรือง คอ.ม.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



นายคงเดช ตันกาศา วท.ม.

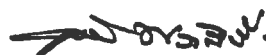
กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิมลอมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล



รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ สมพงษ์ รงไชย ผศ.เกษม กุลประดิษฐ์ และอาจารย์คงเดช ตันกายา อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประเสริฐ ประวัติรุ่งเรือง ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ต่อผู้วิจัยอย่างยิ่ง ขอขอบพระคุณ คุณชัชวาล อัมระมัย , คุณนเรศ สว่างจันทร์ ที่ให้ความ อนุเคราะห์ช่วยเหลือในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดที่จำเป็นในการเก็บข้อมูล ขอขอบพระคุณ คุณอรรษา ถีนานนท์ คุณจินตนา สังข์อุทัย คุณวิโรจน์ วันจันทร์ และเพื่อน AT 11 ภาคพิเศษทุกคน ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คุณยอดฉัตร ปรีชาธณเสถียร และคุณจรัญ วันจันทร์ที่ เป็นกำลังใจและ ให้ความสนับสนุนทุกด้านแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สุดาร์ตน์ ปรีชาธณเสถียร



3937722 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;

วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

คำสำคัญ : การใช้และการจัดการ / พลังงานไฟฟ้า / สถานศึกษา /

พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 / กลุ่มช่างอุตสาหกรรม

สุดาร์ตน์ ปรีชาธนาเสถียร : ศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา
กลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
(A STUDY ON ELECTRICITY CONSUMPTION AND MANAGEMENT OF THE
INDUSTRIAL INSTITUTE OF TECHNICAL COLLEGE ACCORDING TO THE ENERGY
CONSERVATION PROMOTION ACT B.E. 2535.) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ :
สมพงษ์ ธงไชย, วท.ม. เกษม กุลประดิษฐ์, วท.ม. กงเดช ตันกษา, วท.ม. 155 หน้า. ISBN
974-663-324-4

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถาน
ศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม วิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และการยอมรับการ
จัดการพลังงานไฟฟ้า ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ผลการวิจัยพบว่าสถานศึกษา มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 853,660 kwh/ปี มีสัดส่วน
การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในระบบปรับอากาศ ร้อยละ 54 รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
และระบบเครื่องจักร อุปกรณ์ตามลำดับ ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 223.85 kwh/คน/ปี
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 บาท/kwh ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 10.86 w/m² และค่าสมรรถนะ
การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 kw/ton แนวทางการประหยัดพลังงาน
ไฟฟ้าที่ได้รับการยอมรับจากคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง คือ การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งาน
การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า การติดตั้งแผ่นสะท้อน
แสง การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง และการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
ตามลำดับ

การศึกษาการใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้า เป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักการ
และวัตถุประสงค์ ของ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งสถานศึกษาสามารถ
กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อไป



3937722 ENAT/M : MAJOR:APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT ;
M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)

KEY WORD : CONSUMPTION AND MANAGEMENT / ELECTRICAL ENERGY /

THE INDUSTRIAL INSTITUTE / THE ENERGY CONSERVATION PROMOTION ACT B.E. 2535

SUDARAT PRECHARONASET : A STUDY ON ELECTRICITY CONSUMPTION AND
MANAGEMENT OF THE INDUSTRIAL INSTITUTE OF TECHNICAL COLLEGE ACCORDING TO
THE ENERGY CONSERVATION PROMOTION ACT B.E. 2535. THESIS ADVISOR : SOMPONG
THONGCHAI , M.Sc., KASEM KULPRADIT, M.Sc., KONGDEJ TANKAYA , M.Sc. 155 p. ISBN 974 –
663-324-4

This research aims at the study on electricity consumption and management of the industrial institute of Saraburi technical college in order to analyze the trends for electrical energy saving according to the energy conservation promotion act B.E. 2535.

It was found that the industrial institute used a total amount of 853,660 kwh electrical energy per year. The highest percentage namely 54 % was used for the air – conditioned systems, 25 % for electrical lighting systems, and 21 % for mechanical equipment. The average index of electricity consumption was 223.85 kwh annuals per capita. The average rate for electricity was 2.26 baht per kwh. The average rate of illumination was 10.86 w/m^2 , and the average rate of power consumption for refrigeration was 2.84 kw per ton. The trends for electrical energy saving were accepted by the administrators concerned. The reductions were as follows: The decrease for the air – conditioners ' working hour, maintenance and the capacitor installation of the transformer, the light reflector installation, using high effective air – conditioners, and using electronics ballast respectively.

This study concentrates on energy saving in air conditioning lighting and mechanical equipment at industrial institute of Saraburi technical college according to specifications recommended by Energy Conservation Promotion Act B.E. 2535.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำย่อที่ใช้ในการวิจัย	ด
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 กรอบแนวความคิด	6
1.3 วัตถุประสงค์	7
1.4 ขอบเขตการวิจัย	7
1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	8
2. ทบทวนวรรณกรรม	9
2.1 สภาพโดยทั่วไปของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี	9
2.1.1 ประวัติวิทยาลัย	9
2.1.2 การจัดการศึกษา	11
2.1.3 ข้อมูลจำนวนนักเรียนนักศึกษา	11
2.1.4 ข้อมูลพื้นที่อาคารเรียนและอาคารโรงฝึกงาน	12
2.1.5 การใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานศึกษา	14
2.2 การประหยัดพลังงาน	17
2.2.1 คำจำกัดความ	17
2.2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ	17
2.2.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	19
2.3 การทำบัญชีพลังงานไฟฟ้า	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าเบื้องต้น	28
2.3.2 การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจ	28
2.3.3 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด	28
2.4 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	29
2.4.1 กลุ่มเป้าหมายของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	29
2.4.2 หน้าที่ของเจ้าของอาคารและโรงงานควบคุม	30
2.4.3 ประโยชน์ของการอนุรักษ์พลังงาน ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	31
2.5 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์	31
2.5.1 ระยะเวลาคืนทุน	32
2.5.2 อัตราผลตอบแทน	33
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	33
3. วิธีการวิจัย	37
3.1 ขั้นตอนการเตรียมการสำหรับรวบรวมข้อมูลขั้นต้น	37
3.1.1 ศึกษาสภาพทั่วไปของวิทยาลัย	37
3.1.2 สภาพแผนผังวงจรจ่ายไฟฟ้าของวิทยาลัย	38
3.1.3 ข้อมูลสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอดีต	38
3.1.4 การสำรวจข้อมูล	38
3.2 ขั้นตอนการออกแบบวิจัย	39
3.3 ขั้นตอนการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า	41
3.3.1 การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า	41
3.3.2 การตรวจวัดค่าตัวประกอบกำลัง	42
3.3.3 การตรวจวัดกำลังไฟฟ้าจาก Load ของหม้อแปลงไฟฟ้า	42
3.3.4 การตรวจวัดค่าระดับแสงสว่าง	42
3.3.5 การตรวจวัดค่าความเร็วลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่องปรับอากาศ	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน	47
3.4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร	47
3.4.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ กำลังการ ติดตั้งและค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	48
3.4.3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และค่ากำลัง ส่องสว่าง	49
3.4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์	50
3.4.5 การศึกษาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	50
3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์ และหาแนวทางการประหยัดพลังงาน ไฟฟ้า ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	51
3.5.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	51
3.5.2 ระบบปรับอากาศ	51
3.5 ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง	52
4. ผลการศึกษาวิจัย	54
4.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี	54
4.1.1 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร	54
4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ และสมรรถนะในการทำความเย็น	58
4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	58
4.1.4 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักร อุปกรณ์	60
4.1.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า	61
4.2 ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร	62
4.2.1 อาคารช่างก่อสร้าง	62
4.2.2 อาคารอำนวยการ	64
4.2.3 อาคารอิเล็กทรอนิกส์	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.4 อาคารช่างไฟฟ้า	68
4.2.5 อาคารช่างกลโรงงาน	70
4.2.6 อาคารวิทยาศาสตร์	72
4.2.7 อาคารเรียนสามัญ	74
4.3 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	76
4.3.1 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	77
4.3.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	81
4.3.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	83
4.4 ผลการศึกษาที่ได้จากแบบสอบถามการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง	84
4.4.1 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา	85
4.4.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง	86
5. อภิปรายผลการศึกษา	91
5.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า	91
5.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอาคาร	91
5.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	92
5.2.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	95
5.2.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์	96
5.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	97
5.3.1 ผลแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	97
5.3.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง	98
5.3.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	99
5.4 การยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง	99

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	101
6.1 สรุปผลการวิจัย	101
6.1.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า	101
6.1.2 วิเคราะห์จัดอันดับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า	103
6.1.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า	104
6.1.4 ข้อเสนอสรุปการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า	105
6.2 ข้อเสนอแนะ	105
6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	105
6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้	106
6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	106
เอกสารอ้างอิง	108
ภาคผนวก ก. ผลการศึกษาการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า	112
ภาคผนวก ข. การตรวจสอบและบำรุงรักษามือแปลงไฟฟ้า	139
ภาคผนวก ค. แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย	147
ประวัติผู้วิจัย	155

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1-1 สถิติความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ. 2529-2538	1
ตารางที่ 1-2 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2538 - 2541	4
ตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนนักเรียน - นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีการศึกษา 2532 - 2541	12
ตารางที่ 2-2 แสดงพื้นที่อาคาร โรงฝึกงานและอาคารเรียนวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2536 - 2541	13
ตารางที่ 2-3 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2538 - 2541	16
ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส	22
ตารางที่ 2-5 ประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ	24
ตารางที่ 3-1 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535	51
ตารางที่ 4-1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร	55
ตารางที่ 4-2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศแต่ละอาคาร	57
ตารางที่ 4-3 แสดงผลการตรวจวัดประสิทธิภาพและค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ	58
ตารางที่ 4-4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	59
ตารางที่ 4-5 แสดงผลการศึกษา ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์แต่ละอาคาร	60
ตารางที่ 4-6 แสดงผลการศึกษาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor)	61
ตารางที่ 4-7 แสดงผลการศึกษาค่าตัวประกอบภาระ กำลังการสูญเสียและประสิทธิภาพของหม้อแปลง	62

สารบัญตาราง (ต่อ)

	หน้า
ตารางที่ 4 - 9	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างก่อสร้าง
ตารางที่ 4 - 9	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอำนวยการ
ตารางที่ 4 - 10	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิเล็กทรอนิกส์
ตารางที่ 4 - 11	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารไฟฟ้า
ตารางที่ 4 - 12	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างกลโรงงาน
ตารางที่ 4 - 13	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยาศาสตร์
ตารางที่ 4 - 14	ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนสามัญ
ตารางที่ 4 - 15	เปรียบเทียบสภาพของเครื่องปรับอากาศ ที่ไม่มีการบำรุงรักษา กับ เครื่องที่มี การบำรุงรักษา
ตารางที่ 4 - 16	แสดงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างแยกตาม อาคาร
ตารางที่ 4 - 17	จำนวนและร้อยละของลักษณะประชากรที่ตอบแบบสอบถาม
ตารางที่ 4 - 18	แสดงร้อยละของกลุ่มประชากร จำแนกตามระดับความคิดเห็น ด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้า
ตารางที่ 4 - 19	แสดงร้อยละของกลุ่มประชากร จำแนกตามระดับความคิดเห็น ค่า เฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นการยอมรับเกณฑ์ และ แนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า
ตารางที่ 5 - 1	วิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแต่ละ อาคาร
ตารางที่ 5 - 2	วิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของ แต่ละอาคาร
ตารางที่ 5 - 3	การวิเคราะห์การลดจำนวนชั่วโมงการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ
ตารางที่ 6 - 1	สรุปสถานการณ์การตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า
ตารางที่ 6 - 2	ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร
ตารางที่ 6 - 3	แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ ผ - 1	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันจันทร์ที่ 8 กุมภาพันธ์ 2542	112
ตารางที่ ผ - 2	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันอังคารที่ 9 กุมภาพันธ์ 2542	113
ตารางที่ ผ - 3	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันพุธที่ 10 กุมภาพันธ์ 2542	114
ตารางที่ ผ - 4	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันพฤหัสบดีที่ 11 กุมภาพันธ์ 2542	115
ตารางที่ ผ - 5	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ 2542	116
ตารางที่ ผ - 6	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอำนวยการ	117
ตารางที่ ผ - 7	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยาศาสตร์	118
ตารางที่ ผ - 8	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิเล็กทรอนิกส์	119
ตารางที่ ผ - 9	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างไฟฟ้า	120
ตารางที่ ผ - 10	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างกลโรงงาน	121
ตารางที่ ผ - 11	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนสามัญ	122
ตารางที่ ผ - 12	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างก่อสร้าง	123
ตารางที่ ผ - 13	แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ	124
ตารางที่ ผ - 14	แสดงผลการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศ	125
ตารางที่ ผ - 15	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของแต่ละอาคาร	126
ตารางที่ ผ - 16	แสดงค่าระดับแสงสว่างที่วัดได้แต่ละอาคาร	127
ตารางที่ ผ - 17	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2542	129
ตารางที่ ผ - 18	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2542	130
ตารางที่ ผ - 19	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2542	131
ตารางที่ ผ - 20	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2542	132
ตารางที่ ผ - 21	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 1 เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2542	133

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ผ - 22	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 2 เมื่อ วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2542	134
ตารางที่ ผ - 23	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 2 เมื่อ วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2542	135
ตารางที่ ผ - 24	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 2 เมื่อ วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2542	136
ตารางที่ ผ - 25	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 2 เมื่อ วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2542	137
ตารางที่ ผ - 26	แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ ของหม้อแปลงลูกที่ 2 เมื่อ วันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2542	138
ตารางที่ ผ - 27	การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า	139
ตารางที่ ผ - 28	คำแนะนำขั้นตอนในการแก้ปัญหาหาเหตุผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า	143

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 1 - 1	แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย	5
รูปที่ 2 - 1	แสดงแผนผังและที่ตั้งวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี	10
รูปที่ 2 - 2	แสดงแผนผังรับ - จ่ายวงจรไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี	14
รูปที่ 3 - 1	แสดงแผนภูมิในการวิจัย	40
รูปที่ 3 - 2	กิโวลต์ดัดชั่วโอมมิเตอร์	44
รูปที่ 3 - 3	เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์	44
รูปที่ 3 - 4	เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบคล่องสาย	45
รูปที่ 3 - 5	เครื่องวัดค่ากระแสแบบคล่องสาย	45
รูปที่ 3 - 6	เครื่องวัดค่าระดับแสงสว่าง (LUX Meter)	46
รูปที่ 3 - 7	เครื่องมือวัดความเร็วอากาศ (Air velocity Meter)	46
รูปที่ 3 - 8	เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น	47
กราฟที่ 4 - 1	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของแต่ละอาคาร	55
กราฟที่ 4 - 2	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของวิทยาลัย	56
กราฟที่ 4 - 3	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแต่ละอาคาร	57
กราฟที่ 4 - 4	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละอาคาร	59
กราฟที่ 4 - 5	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ของแต่ละอาคาร	61
กราฟที่ 4 - 6	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างก่อสร้าง	63
กราฟที่ 4 - 7	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารช่างก่อสร้าง	63
กราฟที่ 4 - 8	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอำนวยการ	65
กราฟที่ 4 - 9	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารอำนวยการ	65
กราฟที่ 4 - 10	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิเล็กทรอนิกส์	67
กราฟที่ 4 - 11	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารอิเล็กทรอนิกส์	67
กราฟที่ 4 - 12	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารไฟฟ้า	69
กราฟที่ 4 - 13	แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารไฟฟ้า	69
กราฟที่ 4 - 14	แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่างกลโรงงาน	71

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
กราฟที่ 4 - 15 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารช่างกล โรงงาน	71
กราฟที่ 4 - 16 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยาศาสตร์	73
กราฟที่ 4 - 17 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารวิทยาศาสตร์	73
กราฟที่ 4 - 18 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนสามัญ	75
กราฟที่ 4 - 19 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารเรียนสามัญ	75
กราฟที่ 6 - 1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบ	99



คำย่อที่ใช้ในการวิจัย

L.F.	ตัวประกอบภาระ (Load Factor)
p.f.	ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)
w	หน่วยวัดกำลังงานไฟฟ้า (Watt)
kw (Kilowatt)	หน่วยวัดกำลังงานไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 1,000 w
kwh	หน่วยของพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 1,000 วัตต์-ชั่วโมง หรือเท่ากับ 1 Unit (Kilowatt –hour)
Eff	ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer Efficiency)
KVA	หน่วยของกำลังงานเสมือน (Apparent Power) หรือ พิคัดของหม้อแปลงไฟฟ้า (Kilovoltampere)
EER	ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ (Energy Efficiency Ratio)
FL	หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
IRR	อัตราผลตอบแทน (Internal Rate of Return)
Evap Temp	Evaporating Temperature
Cool Temp	Cooling Temperature

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญปัญหา

พลังงานไฟฟ้าเป็นระบบสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐาน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม เพราะพลังงานไฟฟ้ามีส่วนช่วยสนับสนุน และผลักดันให้การพัฒนาในด้านต่าง ๆ สามารถขยายตัวไปอย่างกว้างขวาง รวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของประชากรจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับอัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ (1) ดังนั้นประเทศที่มีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ จะมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในระดับสูง

ประเทศไทยเริ่มมีไฟฟ้าใช้ครั้งแรก เมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ.2472 ซึ่งตรงกับรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (2) ปี 2538 ประเทศไทยมีกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้ารวม 14,911.9 เมกกะวัตต์ แบ่งเป็นกำลังการผลิตภาครัฐ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 90.7 กำลังการผลิตติดตั้งภาคเอกชนร้อยละ 9.3 จากการขยายตัวอย่างรวดเร็วทางภาคธุรกิจและ อุตสาหกรรม รวมทั้งการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความต้องการพลังงานไฟฟ้าภายในประเทศสูงขึ้น จากสถิติความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย ช่วงปี พ.ศ. 2529 - พ.ศ. 2538 พบว่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 13.94 ต่อ ปี

ตารางที่ 1-1 สถิติความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ.2529-2538

ปี พ.ศ.	ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า (ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง)	การเปลี่ยนแปลง (ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง)	อัตราการเพิ่ม (%)
2529	22,034	-	-
2530	24,894	2,860	12.98
2531	28,253	3,359	13.49
2532	32,834	4,581	16.21
2533	38,342	5,508	16.78

ตารางที่ 1-1 สถิติความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยช่วงปี พ.ศ.2529- 2538 (ต่อ)

2534	43,398	5,056	13.19
2535	49,304	5,906	13.60
2536	56,279	6,975	14.14
2537	62,510	6,231	11.07
2538	71,225	8,715	14
อัตราการเพิ่มเฉลี่ย			13.94

ที่มา : รายงานพลังงานของประเทศไทย 2538 กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (3)

เมื่อพิจารณาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละสาขาพบว่า มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าดังนี้

1. ภาคอุตสาหกรรม (Industrial) เป็นสาขาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด ในปี 2538 มีความต้องการทั้งสิ้น 32,859 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 46.2 ของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นจากปี 2537 ร้อยละ 13.6

2. ภาคธุรกิจ (Commercial) ซึ่งรวมการใช้ของภาครัฐ และองค์กรไม่แสวงกำไร ปี 2538 มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 23,026.3 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 32.3 ของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นจากปี 2537 ร้อยละ 14.5

3. ภาคบ้านอยู่อาศัย (Residential) ในปี 2538 มีความต้องการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 14,621.5 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 20.5 ของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ และเพิ่มขึ้นจากปี 2537 ร้อยละ 13.4

4. ภาคสาขาอื่น ๆ ซึ่งประกอบด้วย ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการสูบน้ำ สำหรับการเกษตร และความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าชั่วคราว มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 718.1 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1 ของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งประเทศ

จากสถิติความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าว เพื่อสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค รัฐบาลต้องดำเนินการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ซึ่งการสร้างโรงไฟฟ้าแต่ละโรง นอกจากรัฐจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก รัฐยังต้องประสบปัญหาต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น ภาวะมลพิษจากโรงไฟฟ้าที่สร้างขึ้น , ภาวะการขาดทุน และไม่คุ้มทุนในกระบวนการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า

รวมทั้งการถูกต้องด้าน หรือประท้วงจากกลุ่มนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และกลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการกระบวนการสร้างโรงไฟฟ้า และการผลิตพลังงานไฟฟ้า (4)

จากปัญหาดังกล่าวรัฐจึงได้เร่งรัดปรับลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจัง โดยใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงาน และลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานครั้งแรก ลงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 -2529) และต่อเนื่องมาจนถึง แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) (5) และเพื่อให้การกำกับดูแล และการอนุรักษ์พลังงานดำเนินการอย่างเป็นระบบ คณะกรรมการพลังงานแห่งชาติ ได้ดำเนินการยกร่าง ปรับปรุง พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ขึ้น และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 (6)

กลุ่มเป้าหมายหลัก ที่เข้าข่ายอาคารควบคุมตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 คือกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม หรือกลุ่มอาคารธุรกิจ ที่มีลักษณะการใช้พลังงานอย่างหนึ่งอย่างใด ดังต่อไปนี้คือ โรงงาน หรืออาคารที่ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้า มีขนาดตั้งแต่ หนึ่งพันกิโลวัตต์ หรือหนึ่งพันหนึ่งร้อยเจ็ดสิบห้ากิโลวัตต์แอมแปร์ขึ้นไป หรือมีการใช้พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อนจากไอน้ำ หรือพลังงานสันเปลี่ยนอื่น ๆ ในรอบปีที่ผ่านมามีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ ยี่สิบล้านเมกะจูลขึ้นไป ซึ่งได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม โรงพยาบาล โรงแรม และอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ (7)

วิทยาลัยเทคนิคเป็นสถานศึกษาที่สังกัด กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ปัจจุบันมีวิทยาลัยเทคนิคสังกัดทั่วประเทศจำนวน 116 แห่ง (8) เป็นสถานศึกษาของรัฐบาลที่จัดการศึกษาในสาขาวิชาชีพช่างอุตสาหกรรม มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นทุกปี เนื่องจากมีเครื่องมือเครื่องจักร อุปกรณ์การเรียนต่าง ๆ ที่ใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในแต่ละปีจะมีจำนวนนักศึกษาเพิ่มมากขึ้น ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ายังเพิ่มสูงขึ้น ตัวอย่างการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี มีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าติดตั้งรวม 1000 กิโลวัตต์แอมแปร์ มีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในปีงบประมาณ 2538 - 2541 รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1,130,906 บาท , 1,473,984 บาท 1,729,894 บาท และ 2,183,476 บาท ตามลำดับ คิดเป็นค่าไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 94,242 บาท, 122,832 บาท , 144,157 บาท และ 181,956 บาท ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการใช้ไฟฟ้าช่วงปีงบประมาณ 2538 -2541 ได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 23.34 (9) ดังแสดงตามตารางที่ 1-2

ตารางที่ 1-2 แสดงค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2538-2541

ปีงบประมาณ	ค่าไฟฟ้ารวม (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/เดือน)	อัตราเพิ่มขึ้น ต่อปี (ร้อยละ)
2538	1,130,906	94,242	-
2539	1,473,984	122,832	31
2540	1,729,894	144,157	18
2541	2,183,476	181,956	21
อัตราเพิ่มเฉลี่ย			23.34

จากปัญหาด้านค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นของทางวิทยาลัย ทำให้เงินงบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภคที่ได้รับจัดสรรไม่เพียงพอ และวิทยาลัยค้างชำระค่ากระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าจังหวัดสระบุรี เป็นจำนวนเงินประมาณ 1,800,000 บาท (9) วิทยาลัยได้กำหนดมาตรการ และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยมาตรการที่กำหนดขึ้นนั้น มุ่งเน้นการลดจำนวนชั่วโมงการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ในระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตรวจสอบผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามมาตรการดังกล่าวของวิทยาลัยได้จากใบเสร็จรับเงินของการไฟฟ้า ซึ่งการตรวจสอบจากใบเสร็จจากการไฟฟ้าใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบอย่างน้อย 1 เดือน นั้นล่าช้า และไม่สามารถระบุลงไปได้ว่าการใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ของวิทยาลัย สิ้นเปลืองในระบบใด และอาคารใด ซึ่งมาตรการดังกล่าว ได้ดำเนินการมาเป็นระยะเวลา 1 ปี (1 ตุลาคม 2540 - 30 กันยายน 2541) ปรากฏว่าไม่ประสบผลสำเร็จ

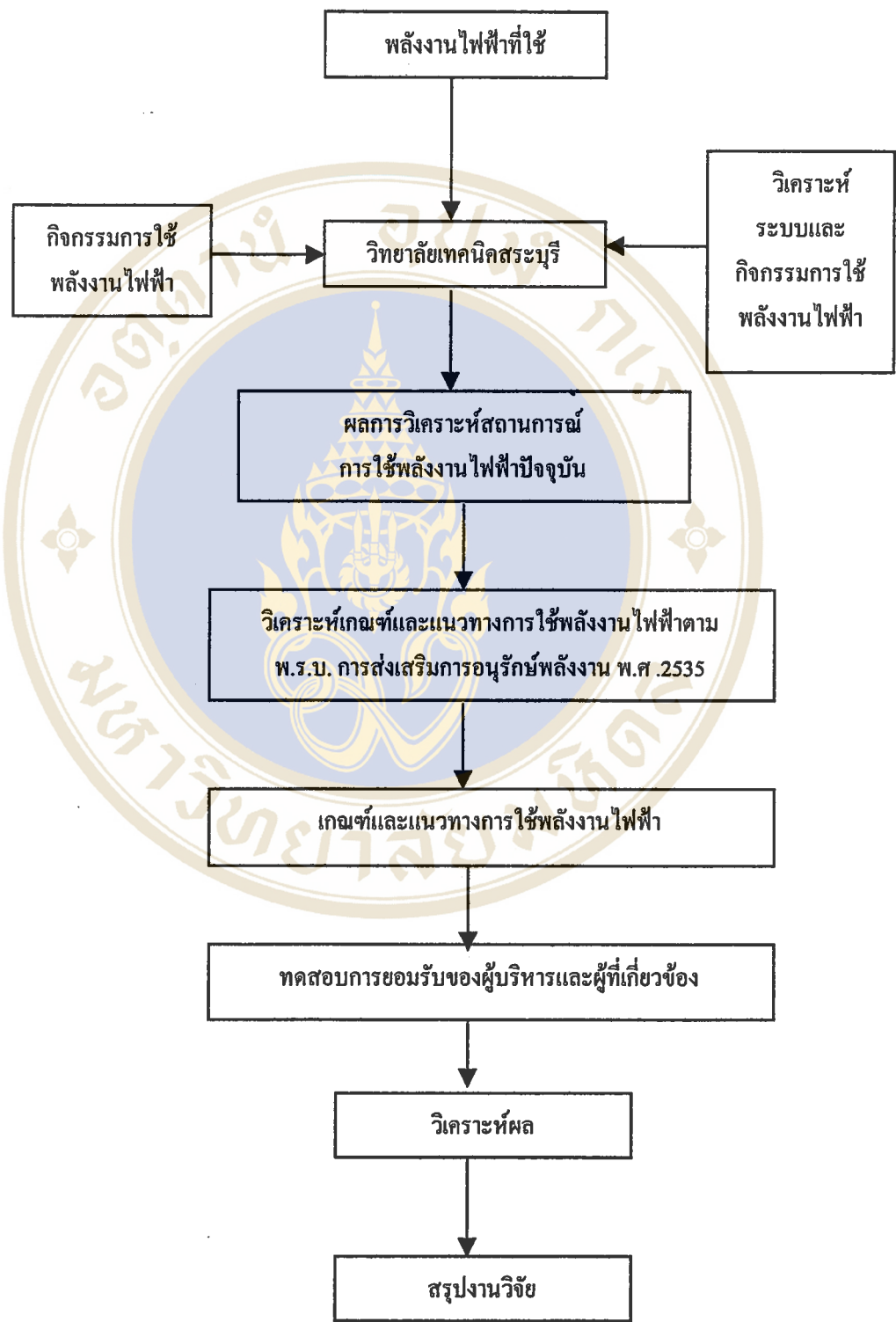
จากตัวเลขปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์สูง และมีแนวโน้มอัตราเพิ่มเฉลี่ยต่อปีสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับจำนวนนักเรียน นักศึกษาที่เพิ่มขึ้น คาดว่าในอนาคตปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะถึงเกณฑ์อาคารควบคุม ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และจะต้องมีระบบการจัดการอนุรักษ์พลังงาน ตรวจสอบ วิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งกำหนดให้ผู้ที่เป็นเจ้าของอาคาร มีหน้าที่ดำเนินการ ตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงาน รายงานการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ให้แก่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานทุก ๆ 6 เดือน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีขั้นตอน 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าเบื้องต้น
2. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด
3. การจัดทำเป้าหมายและแผนการอนุรักษ์พลังงาน

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการศึกษา การตรวจสอบ และวิเคราะห์ การใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เพื่อนำไปสู่การจัดการทางด้านพลังงานไฟฟ้า ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งการจัดการดังกล่าว วิทยาลัยยังไม่เคย ดำเนินการ ผลที่ได้รับในเบื้องต้นคาดว่า จะทำให้สามารถวางแผนทางเพื่อลดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับ พลังงาน ไฟฟ้าลง ทำให้วิทยาลัยประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายด้านสาธารณูปโภค ทั้งยังก่อให้เกิด ประโยชน์ต่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และเป็นการรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ให้สามารถมีไว้ใช้อย่างพอเพียงในอนาคตสืบไป



1.2 กรอบแนวความคิด



รูปที่ 1-1 แสดงกรอบแนวความคิดในการวิจัย

1.3 วัตถุประสงค์

- 1.3.1 ศึกษาสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม
- 1.3.2 ศึกษาวิเคราะห์และจัดอันดับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร
- 1.3.3 เสนอเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า ให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

1.4 ขอบเขตการวิจัย

- 1.4.1 ศึกษาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี รวมทั้งหมด 7 อาคาร โดยแบ่งการศึกษาเป็น 3 ระบบดังนี้
 - ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วย การใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า และการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากบัลลาสต์
 - ระบบปรับอากาศ ประกอบด้วย การใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน และแบบหน้าต่าง
 - ระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ประกอบด้วยการใช้พลังงานไฟฟ้า ของเครื่องจักร ได้แก่ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า เครื่องกลึง ส่วนไฟฟ้า เป็นต้น
- 1.4.2 ศึกษาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542
- 1.4.3 วิธีการวิเคราะห์การใช้ และการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งหมดใช้มาตรฐานและข้อกำหนด ตามพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 ว่าด้วยมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม

1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในงานวิจัย

- 1.5.1 พลังงานไฟฟ้า หมายถึง ปริมาณการใช้กำลังงานไฟฟ้าภายในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWH)

1.5.2 บัญชีพลังงานไฟฟ้า หมายถึง การศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า และจัดลำดับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า แยกออกเป็นระบบ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ เพื่อวางแผนการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.5.3 ตัวประกอบกำลัง หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power) และ กำลังไฟฟ้าเสมือน (Apparent Power)

1.5.4 ระบบปรับอากาศ หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ที่ให้ความเย็นแก่บริเวณที่ต้องการใช้งาน ได้แก่ เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด เครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง หน่วยวัดเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง

1.5.7 ระบบไฟแสงสว่าง หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ที่ให้ความสว่างแก่บริเวณที่ใช้งาน ได้แก่ หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง บัลลัสต์ และโคมไฟฟ้า หน่วยวัดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง

1.5.8 ระบบการใช้เครื่องจักรและอุปกรณ์ หมายถึง การใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่ใช้ในการเรียนการสอน ได้แก่ เครื่องเชื่อม เครื่องกลึง เครื่องไส เป็นต้น หน่วยวัดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ช่วยให้ทราบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

1.6.2 สามารถหาแนวทางการประหยัดไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรีได้

1.6.3 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุง วางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้า และส่งเสริมการจัดการพลังงานเพื่อการประหยัด ในสถานศึกษาที่สอนวิชาชีพ ช่างอุตสาหกรรมของรัฐและเอกชนต่อไป

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเรื่อง การใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 นั้น ผู้วิจัยได้ทบทวน วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าดังนี้

- 2.1 สภาพโดยทั่วไปของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
- 2.2 การประหยัดพลังงาน
- 2.3 การทำบัญชีพลังงานไฟฟ้า
- 2.4 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
- 2.5 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

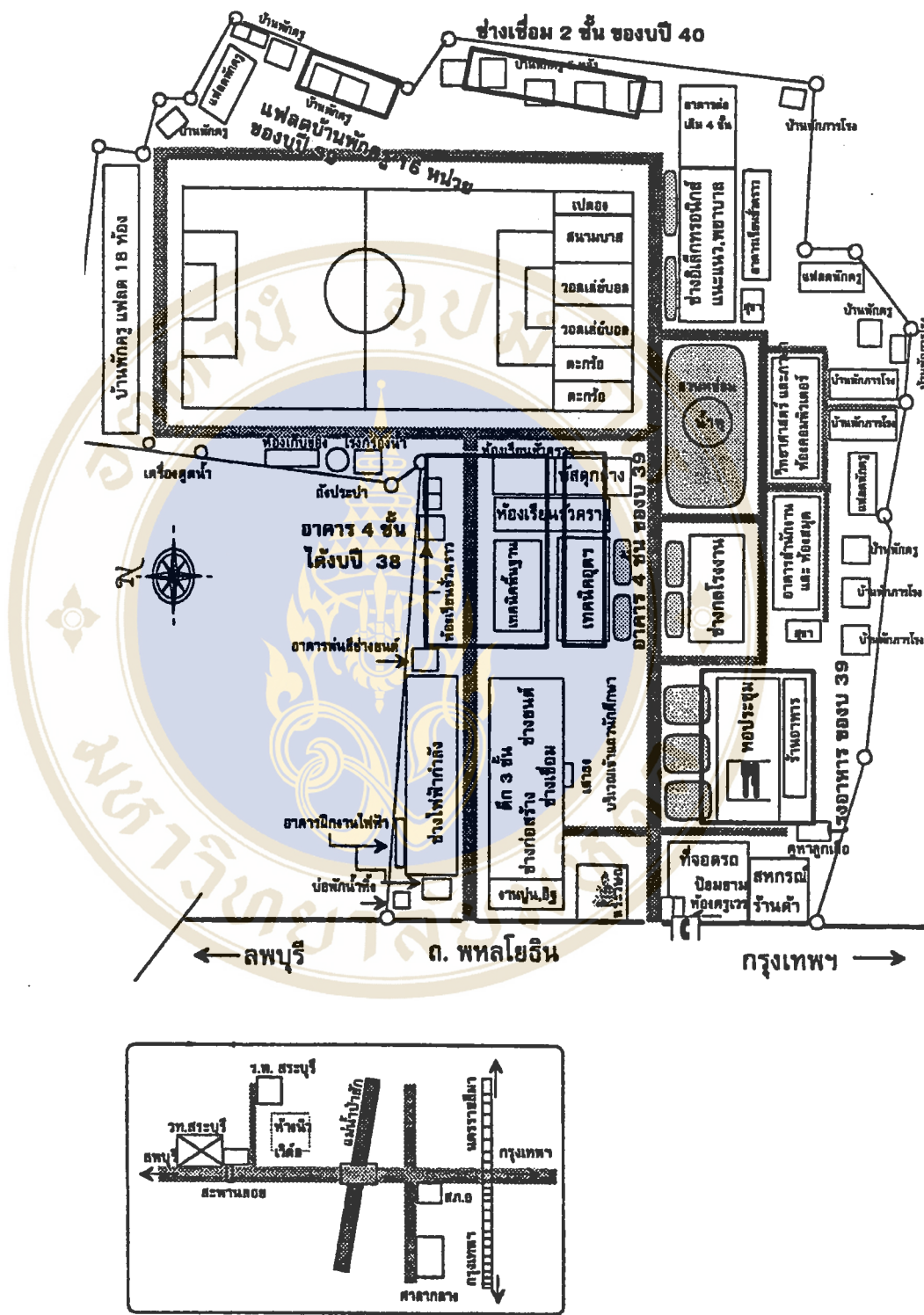
2.1 สภาพโดยทั่วไปของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

2.1.1 ประวัติวิทยาลัย

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ตั้งอยู่เลขที่ 424 ถนนพหลโยธิน ต.ปากเพรียว อ.เมือง สระบุรี เป็นสถานศึกษาสังกัดกองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีขนาดพื้นที่ 32 ไร่ 1 งาน 60 ตารางวา เริ่มก่อตั้งเมื่อ พ.ศ. 2481 โดยใช้ชื่อว่าโรงเรียนช่างไม้สระบุรี ตั้งสำนักงานชั่วคราวอยู่ที่บ้านพักศึกษาริการจังหวัด เปิดสอนหลักสูตรประถมอาชีวะตอนต้น วิชาช่างไม้เบื้องต้น รับนักเรียนที่สำเร็จชั้น ประถม 4 เข้าเรียน 3 ปี (10)

พ.ศ. 2482 ได้มาอยู่ที่ตั้งปัจจุบัน เปลี่ยนชื่อเป็นโรงเรียนการช่างไม้สระบุรี

พ.ศ. 2488 เปิดสอนหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย 3 ปี



รูปที่ 2-1 แสดงแผนผังและที่ตั้งวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

พ.ศ. 2502 เปลี่ยนชื่อเป็นโรงเรียนการช่างสระบุรี ขยายหลักสูตรเพิ่มเติม คือหลักสูตร
ประโยค อาชีวศึกษาชั้นสูง แผนกช่างไม้ปลูกก่อสร้าง
พ.ศ. 2512 เปิดสอนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พ.ศ. 2522 ได้เปลี่ยนชื่อเป็นโรงเรียนเทคนิคสระบุรี
พ.ศ. 2523 ได้รับยกฐานะเป็นวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

2.1.2 การจัดการศึกษา

ปัจจุบันวิทยาลัยได้จัดการศึกษาแบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) หลักสูตร 3 ปี เปิดสอน 6 สาขาวิชาดังนี้
 - 1) สาขาวิชาช่างยนต์
 - 2) สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
 - 3) สาขาวิชาช่างเชื่อมโลหะแผ่น
 - 4) สาขาวิชาช่างไฟฟ้า
 - 5) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 - 6) สาขาวิชาช่างก่อสร้าง
2. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เปิดสอน 7 สาขาวิชา ดังนี้
 - 1) สาขาวิชาช่างยนต์
 - 2) สาขาวิชาช่างเทคนิคโลหะ
 - 3) สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
 - 4) สาขาวิชาช่างก่อสร้าง
 - 5) สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์
 - 6) สาขาวิชาช่างเทคนิคการผลิต
 - 7) สาขาวิชาช่างเทคนิคอุตสาหกรรม

2.1.3 ข้อมูลจำนวนนักเรียนนักศึกษา

วิทยาลัยดำเนินการรับนักเรียน นักศึกษา ตั้งแต่ พ.ศ.2481 จนถึงปัจจุบัน และมีจำนวน
นักเรียน นักศึกษา ตั้งแต่ปีการศึกษา 2532- 2541 ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 แสดงจำนวนนักเรียน - นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ปีการศึกษา 2532- 2541

ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน - นักศึกษา		รวม	อัตราการเพิ่ม (%)
	ระดับปวช.	ระดับปวส.		
2532	1,424	196	1,620	-
2533	1,367	216	1,583	-3
2534	1,492	275	1,767	12
2535	1,625	460	2,085	18
2536	1,899	630	2,529	22
2537	2,114	805	2,919	16
2538	2,545	837	3,382	16
2539	2,741	996	3,737	10.5
2540	2,901	1,312	4,213	13
2541	2,297	1,497	3,794	-10
อัตราการเพิ่มเฉลี่ย				10.5

ที่มา : สถิตินักเรียน นักศึกษา 2532-2541 งานทะเบียน วิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี (11)

จากสถิติจำนวนนักเรียน-นักศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคสุพรรณบุรี ตั้งแต่ ปีการศึกษา 2532-2541 พบว่า มีจำนวนนักศึกษาเพิ่มขึ้น ในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 10.5 ต่อปี และจำนวนนักเรียนมีอัตราเพิ่มสูงมากในปี พ.ศ. 2536 ซึ่งเพิ่มสูงถึงร้อยละ 22

2.1.4 ข้อมูลพื้นที่อาคารเรียนและอาคารโรงฝึกงาน

เนื่องจากจำนวนนักเรียน - นักศึกษา ซึ่งเพิ่มสูงขึ้น ทำให้จำนวนอาคารเรียน อาคารโรงฝึกงานมีปริมาณเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับกับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา วิทยาลัยได้รับการสนับสนุนจากรัฐให้สร้างอาคารเรียน อาคารโรงฝึกงานเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ ปีงบประมาณ 2537 เป็นต้นมา ดังแสดงใน ตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 แสดงพื้นที่อาคารโรงฝึกงาน และอาคารเรียนวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2536- 2541

อาคาร	2536	2537	2538	2539	2540	2541
1. อาคารอำนวยการ สูง 3 ชั้น ขนาด 9 x 36 ม. รวมพื้นที่ 972 ตร.ม.	/	/	/	/	/	/
2. อาคารเรียนวิทยาศาสตร์ สูง 2 ชั้น ขนาด 9 x 40.50 ม. รวมพื้นที่ 729 ตร.ม.	/	/	/	/	/	/
3. อาคารโรงฝึกงานช่างอิเล็กทรอนิกส์ สูง 4 ชั้น ขนาด 9.5 x 36 ม. รวมพื้นที่ 1,368 ตร.ม.	/	/	/	/	/	/
4. โรงฝึกงานช่างไฟฟ้าชั้นเดียว ขนาด 12 x 36 ม. รวมพื้นที่ 432 ตร.ม.	/	x	x	x	x	x
5. โรงฝึกงานช่างกลโรงงานชั้นเดียว ขนาด 12 x 36 ม. รวมพื้นที่ 432 ตร.ม.	/	/	/	/	x	x
6. อาคารโรงฝึกงานช่างไฟฟ้า สูง 4 ชั้น ขนาด 11.65 x 49.50 ม. รวมพื้นที่ 2,306.72 ตร.ม.	-	/	/	/	/	/
7. อาคารโรงฝึกงานอิเล็กทรอนิกส์ต่อ เดิม สูง 4 ชั้น ขนาด 9.5 x 29 ม. รวม พื้นที่ 1,102 ตร.ม.	-	-	/	/	/	/
8. อาคารโรงฝึกงานช่างกลโรงงาน สูง 4 ชั้น ขนาด 24 x 50 ม. รวมพื้นที่ 4,800 ตร.ม.	-	-	-	-	/	/
9. อาคารเรียนสามัญ สูง 4 ชั้น ขนาด 9 x 31.5 ม. รวมพื้นที่ 1,134 ตร.ม.	-	-	-	-	/	/
10. อาคารเอนกประสงค์ สูง 6 ชั้น ขนาด 60 x 32 ม. พื้นที่ 11,520 ตร.ม.	อยู่ระหว่างดำเนินการก่อสร้าง					
รวมพื้นที่อาคาร (ตารางเมตร)	3,933	5,807	6,909	6,909	12,411	12,411
อัตราการเพิ่ม (%)	-	48	19	-	55.02	-

หมายเหตุ / อาคารที่ใช้งาน, - ยังไม่มีการสร้างอาคาร, x อาคารรื้อถอนแล้ว

ที่มา : ข้อมูลสถานศึกษา 2540 งานศูนย์ข้อมูล วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี (12)

จากข้อมูลแสดงพื้นที่อาคารเรียนและอาคารโรงฝึกงาน วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ตั้งแต่ปี
งบประมาณ 2536 - 2541 พบว่า

ปีงบประมาณ 2536 สถานศึกษา มีอาคารเรียน และอาคารโรงฝึกงาน รวม 5 อาคาร มี
พื้นที่ใช้สอยรวมทั้งหมด 3,933 ตารางเมตร

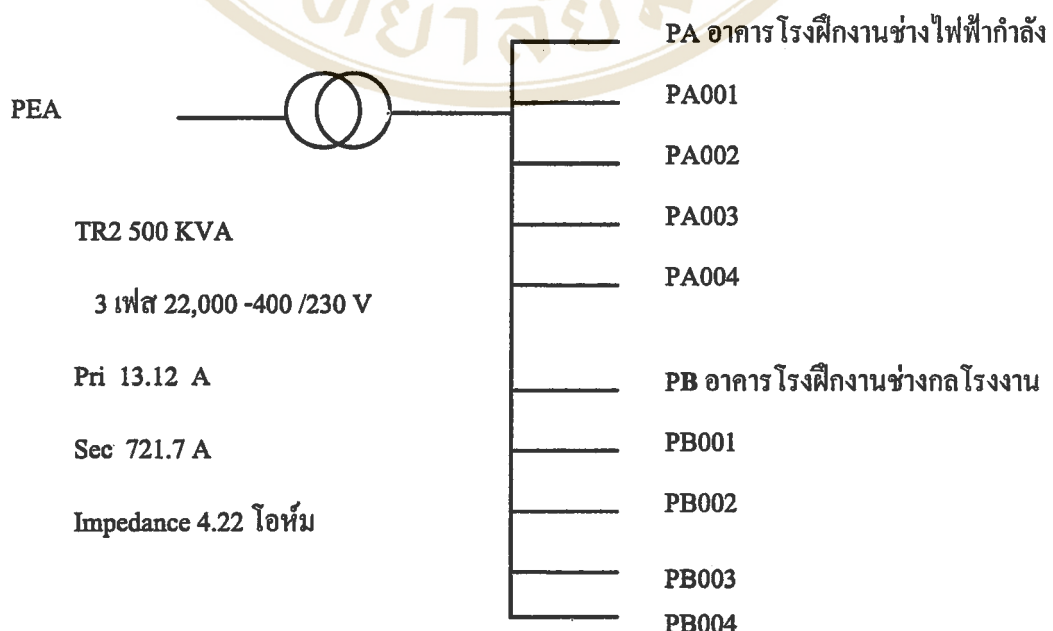
ปีงบประมาณ 2537 ได้มีการสร้างอาคารโรงฝึกงานช่างไฟฟ้า สูง 4 ชั้น พร้อมทั้งทำการ
รื้อถอนโรงฝึกงานช่างไฟฟ้าเดิม

ปีงบประมาณ 2538 ได้รับการสนับสนุนจากสมาคมผู้ปกครองและครูวิทยาลัยเทคนิค
สระบุรี ต่อเติมอาคารโรงฝึกงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

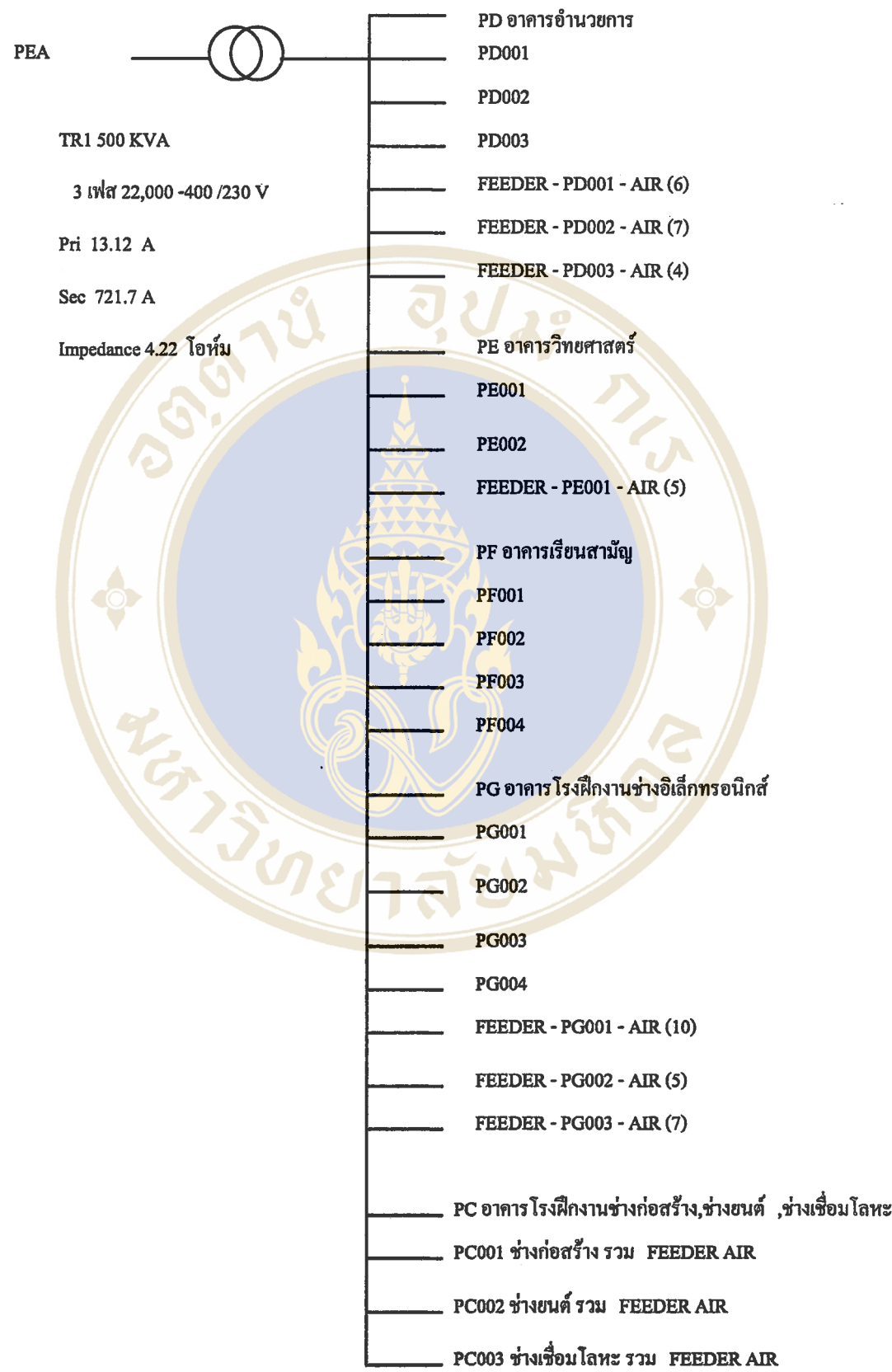
ปีงบประมาณ 2540 ทำการก่อสร้างอาคารโรงฝึกงานช่างกลโรงงาน และอาคารเรียน
วิชาสามัญ พร้อมทั้งทำการรื้อถอนโรงฝึกงานช่างกลโรงงานเดิม

2.1.5 การใช้พลังงานไฟฟ้าของสถานศึกษา

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จัดอยู่ในผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 6 กลุ่มหน่วยราชการและองค์กร
ที่ไม่แสวงหากำไร มีหม้อแปลง รับ-จ่าย ไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว ขนาด 500 KVA จ่ายกำลังไฟฟ้าออก
ไปยังส่วนต่าง ๆ เช่น ระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และระบบเครื่องจักร อุปกรณ์ แสดงตาม
แผนผังเส้น (Single line diagram) ดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-2 แสดงแผนผัง รับ-จ่าย วงจร ไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี



รูปที่ 2-2 แสดงแผนผังแสดง ระบาย วงจรไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี (ต่อ)

จากสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2538-2541 พบว่าวิทยาลัยมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้าสูงเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมีค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนในปีงบประมาณ 2538- 2541 เป็น 94,242.17 บาท 122,832 บาท 144,157.83 บาท และ 181,956.33 บาท ตามลำดับ และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้น โดยมีปริมาณการใช้เฉลี่ยต่อเดือน ระหว่างปีงบประมาณ 2538- 2541 เป็น 53194 หน่วย 65,722 หน่วย 74234 หน่วย และ 80,575 หน่วย ดังแสดงในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ปีงบประมาณ 2538 - 2541

เดือน	ปี 2538		ปี 2539		ปี 2540		ปี 2541	
	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน (หน่วย)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน (หน่วย)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน (หน่วย)	จำนวนเงิน (บาท)	จำนวน (หน่วย)
ตุลาคม	55,520	32,186	133,022	72,650	115,479	62,280	252,859	123,091
พฤศจิกายน	105,937	61,413	117,055	63,930	151,620	79,549	198,293	89,056
ธันวาคม	85,139	49,350	112,110	61,229	110,652	58,055	165,324	74,249
มกราคม	76,778	44,509	92,379	50,453	120,857	63,349	151,254	67,930
กุมภาพันธ์	100,110	58,035	132,220	72,212	166,521	87,284	212,867	95,601
มีนาคม	62,096	34,527	79,478	43,407	121,955	69,900	107,641	48,343
เมษายน	48,385	29,903	65,108	34,656	97,371	48,729	133,557	57,688
พฤษภาคม	79,960	53,464	87,036	45,134	115,163	57,633	140,371	60,631
มิถุนายน	157,637	86,448	155,400	82,880	242,694	121,455	229,608	99,173
กรกฎาคม	132,605	69,903	104,443	54,734	187,289	93,728	170,340	73,576
สิงหาคม	136,750	73,939	225,930	118,400	195,798	97,986	236,246	99,577
กันยายน	89,989	47,659	169,803	88,986	104,495	50,868	185,116	77,987
ยอดรวม	1,130,906	638,336	1,473,984	788,671	1,729,894	890,816	2,183,476	966,902
ค่าเฉลี่ย	94,242	53,194	122,832	65,722	144,157	74,234	81,956	80,575

ที่มา : สถิติการใช้ไฟฟ้า 2538- 2541 การไฟฟ้าจังหวัดสระบุรี (13)

2.2 การประหยัดพลังงาน

2.2.1 คำจำกัดความ ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของคำว่า การประหยัดพลังงานไว้ดังต่อไปนี้

1) การประหยัดพลังงาน หมายถึงการลดการใช้พลังงาน โดยการวางแผนและการจัดการการใช้พลังงานให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่ทำให้กระบวนการหรือกิจกรรมการผลิตต่ำลง และต้องอยู่ภายใต้สภาวะที่กำหนด เช่น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่เปลี่ยนแปลง (14)

2) การประหยัดพลังงาน หมายถึง การลดการใช้พลังงาน เพื่อลดต้นทุนในการผลิต ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด การพยายามเพิ่ม หรือลดค่าดัชนีพลังงาน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการประหยัดพลังงาน และเป็นผลให้ค่าพลังงานรวมที่ใช้ และราคาพลังงานต่อหน่วยผลผลิตมีค่าต่ำ (15)

3) การประหยัดพลังงาน หมายถึง การจัดการการใช้พลังงานจำนวนหนึ่ง เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยไม่มีผลเสียต่อกิจกรรมอื่นๆ (16)

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ การประหยัดพลังงาน หมายถึง ความพยายามในการลดค่าปริมาณพลังงานที่ใช้ ภายใต้เงื่อนไขการบริหาร การจัดการการใช้พลังงาน โดยไม่มีผลกระทบต่อกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการพยายามใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพสูง ลดการสูญเสียพลังงาน เพิ่มอายุการใช้งานของอุปกรณ์ ลดการเกิดอุบัติเหตุ และช่วยประหยัดการใช้พลังงานของประเทศด้วย

2.2.2 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบ

พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีความจำเป็นมากในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ ควรพิจารณาจากองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1) การลดค่าพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy)

ค่าพลังงานไฟฟ้า คือ ค่าธรรมเนียมที่คิดจากจำนวนความต้องการพลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ซึ่งค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้นี้เกิดจากการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร อื่น ๆ โดยการไฟฟ้าจะเรียกเก็บค่าพลังงานไฟฟ้า ในอัตราที่แตกต่างกันแต่ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

แนวทางการลดค่าพลังงานไฟฟ้าลง สามารถทำได้โดยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

2) การควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand)

ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เป็นค่าธรรมเนียมที่การไฟฟ้าคิดจากจำนวนความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดภายใน 15 นาที ของเดือนนั้น (17) โดยจะไม่คิดค่าธรรมเนียมจากค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดกำหนดหน่วยราชการ และองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร แต่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด จะเป็นตัวชี้วัดให้ทราบถึง ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งระบบ ถ้าค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีค่าสูง แสดงว่าประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมทั้งระบบมีค่าต่ำ ดังนั้นการควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ทำได้โดยจัดช่วงเวลาการใช้พลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสม โดยเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาให้มีปริมาณเท่า ๆ กัน ซึ่งการเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาให้มีปริมาณใกล้เคียงกันนั้น สามารถพิจารณาได้จากค่าตัวประกอบภาระ (Load Factor) ซึ่งค่าตัวประกอบภาระนั้น เป็นอัตราส่วนของพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ภายในช่วงเวลาที่กำหนด ต่อพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน (18)

ตัวประกอบภาระ (LF) = $\frac{\text{พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนด}}{\text{พลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาเดียวกัน}}$

ข้อดีของการลดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมีดังนี้

1. ทำให้ประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือมีค่าตัวประกอบภาระสูง จะเห็นว่ายิ่งค่าตัวประกอบภาระมีค่าสูง ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยยิ่งต่ำลง
2. ลดการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง
3. ลดการสูญเสียในสายเมน และสายป้อนกระแสไฟฟ้า ทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น

3) การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

ค่าตัวประกอบกำลัง คืออัตราส่วนระหว่างกำลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงต่อกำลังงานไฟฟ้าเสมือน (19)

ตัวประกอบกำลัง (P.F.) = $\frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง}}{\text{กำลังไฟฟ้าเสมือน}}$

ซึ่งการไฟฟ้าจะคิดค่าตัวประกอบกำลังสำหรับผู้ไฟฟ้าที่มี Lagging Power Factor ถ้าในรอบเดือนใดผู้ใช้พลังงานไฟฟ้า มีความต้องการพลังงานไฟฟ้ารีแอกทีฟเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดเกินกว่าร้อยละ 63 ของความต้องการไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาทีสูงสุด แล้ว เฉพาะส่วนที่เกินจะต้องเสียค่าตัวประกอบกำลังตามอัตราที่กำหนด สำหรับผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะไม่ต้องเสียค่าธรรมเนียมในส่วนนี้ ถึงแม้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตภูมิภาค จะไม่เสียค่าธรรมเนียมจากค่าตัวประกอบกำลัง แต่ค่าตัวประกอบกำลังจะเป็นตัวชี้วัดให้ทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ในระบบใช้กำลังงานจริงเป็นสัดส่วนเท่าไร เมื่อเทียบกับกำลังงานที่ปรากฏ ดังนั้นในระบบไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังสูง จะมีประสิทธิภาพในการทำงานดีกว่าระบบไฟฟ้าที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำกว่า

ข้อดีจากการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ของระบบไฟฟ้า ให้มีค่าสูงขึ้นมีดังต่อไปนี้

(20)

1. ลดกระแสไฟฟ้าที่ไหลอยู่ในวงจร
2. ลดกำลังงานสูญเสียในระบบไฟฟ้าลง ซึ่งจะมีผลดีต่ออุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สายเคเบิล สวิตช์ ฯลฯ
3. ลดแรงดันไฟฟ้าตกในระบบไฟฟ้าลง ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้า มีความมั่นคงมากยิ่งขึ้น ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่ออยู่ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4. เพิ่มขีดความสามารถในการรับ - จ่ายกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าให้สูงขึ้น ทำให้สามารถขยายการใช้ไฟฟ้า หรือเพิ่มโหลดได้โดยไม่ต้องเพิ่มขนาดของอุปกรณ์รับ - จ่ายกำลังไฟฟ้า

2.2.3 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในระบบไฟฟ้า มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า จะต้องใช้งานในสภาพที่อุปกรณ์ทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า ในอาคาร มีแนวทางทั้งหมด 3 แนวทางดังนี้

1. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า
2. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง
3. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ

1) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้า

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีความสำคัญอย่างมากในระบบไฟฟ้า เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเหมาะสมต่อการใช้งาน การใช้หม้อแปลงอย่างมีประสิทธิภาพจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าตัวประกอบภาระ (Load Factor) กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในหม้อแปลง ขนาดพิกัดของหม้อแปลง และค่าตัวประกอบกำลังของหม้อแปลง ซึ่งประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าหาได้จากสมการ (21)

$$\text{Eff} = \frac{\text{LF} \cdot \text{kVA} \cdot \cos \theta}{\text{LF} \cdot \text{kVA} \cdot \cos \theta + P_o + \text{LF} \cdot ^2 P_k}$$

Eff = ประสิทธิภาพของหม้อแปลง

LF = ตัวประกอบภาระ (Load Factor)

kVA = ขนาดพิกัดของหม้อแปลง

cosθ = ตัวประกอบกำลัง (Power Factor)

P_o = กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็ก

P_k = กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดทองแดง

ซึ่งประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยทั่วไปจะดีที่สุดเมื่อใช้งานโหลดประมาณ 60- 80 % หากใช้งานสูง หรือต่ำกว่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพของหม้อแปลงลดต่ำลง การใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

2. กำลังการสูญเสียที่เกิดขึ้นในหม้อแปลงไฟฟ้า

ตามหลักทฤษฎีแล้วกำลังสูญเสียในหม้อแปลงมีอยู่หลายส่วนด้วยกัน แต่ในทางปฏิบัติโดยทั่วไปโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องการประหยัดพลังงาน กำลังสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้ามีการสูญเสีย 2 ชนิด ดังนี้คือ (22)

การสูญเสียขณะไม่มีโหลด (No load loss) หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้าขณะที่ยังไม่ได้จ่ายโหลด ซึ่งส่วนใหญ่เกิดการสูญเสียขึ้นในแกนเหล็ก ได้แก่ การสูญเสียเนื่องจากฮิสเตอร์รีซิส (Hysteresis Loss) และการสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวน (Eddy Current Loss) กำลังการสูญเสียนี้จะมีค่าคงที่อยู่ตลอดเวลา ถ้าแรงดันไฟฟ้า และความถี่ที่ป้อนให้กับหม้อแปลงไม่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถหาได้จากสมการ(22)

$$\text{กำลังสูญเสียไม่มีโหลด (Core Loss)} = P_o \times \text{ชั่วโมงการทำงาน/ปี}$$

$$\text{โดย } P_o = \text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในแกนเหล็ก (kW)}$$

$$\text{ชั่วโมงการทำงาน/ปี} = 365 \times 24 \text{ (เนื่องจากหม้อแปลงต่ออยู่กับไฟแรงสูงตลอดทั้งปี)}$$

การสูญเสียเนื่องจากมีโหลด (Load Loss) หมายถึงกำลังการสูญเสียเนื่องจากความต้านทานของขดลวดต่าง ๆ ขณะที่หม้อแปลงจ่ายโหลด กำลังการสูญเสียนี้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงแปรผันโดยตรงกับโหลดยกกำลังสอง หรือเรียกการสูญเสียเนื่องจากมีโหลดว่า Copper Loss หาได้จากสมการ (22)

$$\text{กำลังสูญเสียเนื่องจากโหลด} = P_k \times LF^2 \times \text{ชั่วโมงการทำงาน/ปี (kWh)}$$

$$\text{โดย } P_k = \text{กำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในขดลวดทองแดงของหม้อแปลง (kW)}$$

$$LF = \text{ตัวประกอบภาระ}$$

$$\text{ชั่วโมงการทำงาน/ปี} = \text{จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี (h)}$$

แนวทางการประหยัดพลังงานในหม้อแปลงไฟฟ้า

การใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า แม้ว่าจะเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบประสิทธิภาพสูง แต่ถ้าใช้งานอย่างไม่เหมาะสมก็จะทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานของหม้อแปลงต่ำลงได้ เพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงาน สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

(1) ปลดหม้อแปลงออกจากระบบไฟฟ้าเมื่อไม่ได้ใช้งาน ซึ่งจะช่วยลดกำลังการสูญเสียขณะไม่มีโหลดของหม้อแปลงลง แต่การปลดหม้อแปลงไฟฟ้าออกจากระบบ ต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วย เช่น ถ้าต้องปลดหม้อแปลงขนาดใหญ่ออกจากระบบ จะต้องมีหม้อแปลงขนาดเล็กมาต่อใช้งานแทน เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบแสงสว่าง และการซ่อมบำรุงต่าง ๆ

(2) จัดโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้าให้สมดุลกันทุกเฟส เพื่อให้หม้อแปลงทำงานได้เต็มความสามารถ และช่วยลดปัญหาเรื่องแรงดันไฟฟ้าไม่สมดุลด้วย

(3) ใช้หม้อแปลงขนาดใหญ่แทนหม้อแปลงขนาดเล็กหลาย ๆ ลูก จะช่วยลดกำลังการสูญเสียได้มาก เช่น ใช้หม้อแปลงขนาด 630 kVA แทนหม้อแปลงขนาด 315 kVA จำนวน 2 ลูก จากตารางที่ 2-4 หม้อแปลงขนาด 630 kVA 22 kV มีกำลังการสูญเสียรวมเมื่อจ่ายโหลดเต็มพิกัดเท่ากับ $(1,350 + 6,500 = 7,850$ วัตต์) ในขณะที่หม้อแปลง 315 kVA 22 kV จำนวน 2 ลูก มีกำลังการสูญเสียรวมเท่ากับ $\{(900 \times 2) + (3900 \times 2) = 9,600$ วัตต์}

ตารางที่ 2-4 คุณสมบัติของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 3 เฟส

KVA	Rate A Voltage (KV/V)	Loss (w)		% Loss		Eff %
		Core Loss	Copper Loss	Core Loss	Copper Loss	
50	22/400	210	1050	0.17	0.83	97.48
100	22/400	340	1750	0.16	0.84	97.91
160	22/400	480	2350	0.17	0.83	98.23
250	22/400	670	3252	0.17	0.83	98.43
315	22/400	900	3900	0.19	0.81	98.47
400	22/400	980	4600	0.18	0.82	98.60
500	22/400	1150	5500	0.17	0.82	98.77
630	22/400	1350	6500	0.17	0.83	98.75
800	22/400	1600	11000	0.13	0.83	98.43
1000	22/400	1900	13500	0.12	0.87	98.56
1250	22/400	2300	16400	0.12	0.88	98.50
1500	22/400	2800	19800	0.12	0.88	98.50
2000	22/400	3250	24000	0.12	0.88	98.63

ที่มา : คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (23)

(4) เพิ่มค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor Correction) ของโหลด โดยการติดตั้งตัวคาปาซิเตอร์กำลัง ทางด้านแรงต่ำของหม้อแปลง เมื่อตัวประกอบกำลังมีค่าสูงขึ้น จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านหม้อแปลงมีค่าลดลง ทำให้ค่ากำลังการสูญเสียขณะมีโหลดของหม้อแปลงลดลง

(5) พิจารณาเลือกซื้อหม้อแปลงชนิดประสิทธิภาพสูง และมีขนาดที่เหมาะสมกับโหลด

2) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างถือว่าเป็นระบบหลักที่สำคัญ ของการใช้ไฟฟ้าในบ้านพัก อาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งโดยทั่วไป อาคารบ้านเรือนมีการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างประมาณ 1 ใน 3 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ขณะที่อาคารพาณิชย์ หรือโรงงานอุตสาหกรรม จะใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างประมาณ 15 -25 % (24) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง แนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างมีดังต่อไปนี้

1. การออกแบบระบบแสงสว่างให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภท

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องได้รับการออกแบบและติดตั้ง เพื่อให้การประกอบกิจการต่าง ๆ ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และทำให้สภาพแวดล้อมในการมองเห็นมีความปลอดภัย และทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

ก. การให้แสงสว่างแบบมีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ (General Lighting) วิธีนี้เป็นการให้แสงสว่างอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่

ข. การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ (Local General Lighting) เป็นการให้แสงสว่างโดยการรวมพื้นที่ทำงานเป็นกลุ่ม ๆ โดยที่แต่ละกลุ่มมีความต้องการระดับความสว่างเท่ากัน หรือไม่เท่ากันก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของงานหรือกิจกรรมในกลุ่ม

ค. การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง (Local Lighting) การให้แสงสว่างโดยวิธีนี้เป็นการให้แสงสว่างเสริม ใช้กับงานที่ต้องการความละเอียดสูง ซึ่งต้องการการใช้แสงสว่างมากเป็นพิเศษ

2. การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมให้เหมาะสม

การเลือกใช้หลอดไฟและอุปกรณ์ร่วมนั้น ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลาย ๆ ด้าน เพื่อให้การใช้งานของหลอดไฟ และอุปกรณ์ร่วมเหล่านั้น เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และประหยัดพลังงานมากที่สุด โดยคำนึงถึงองค์ประกอบของอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

ก. หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง ในการเลือกหลอดไฟฟ้าใช้งานนั้นต้องพิจารณาองค์ประกอบต่าง ๆ ดังนี้

- ประสิทธิภาพแสง หมายถึงความสามารถในการแปลงพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานแสงสว่าง ซึ่งหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการแปลงพลังงานดังกล่าวได้ไม่เท่ากัน โดยหลอดไส้จะมีประสิทธิภาพแสงต่ำที่สุด ส่วนหลอดโซเดียมความดันต่ำจะมีประสิทธิภาพแสงสูงที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 ประสิทธิภาพแสงของหลอดไฟฟ้าชนิดต่าง ๆ (25)

ชนิดของหลอด	ประสิทธิภาพแสง(ลูเมน/วัตต์)
1. หลอดอินแคนเดสเซนต์	8-20
2. หลอดทั้งสแตน - ฮาโลเจน	17-25
3. หลอดแสงผสม	12-30
4. หลอดไอปรอทความดันสูง (หลอดแสงจันทร์)	35-50
5. หลอดฟลูออเรสเซนต์	45-65
6. หลอดโลหะฮาไลด์	45-70
7. หลอดโซเดียมความดันสูง	60-110
8. หลอดโซเดียมความดันต่ำ	70-155

- อายุใช้งาน อายุใช้งานของหลอดไฟฟ้าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณาด้วย เพราะหลอดที่มีอายุการใช้งานสั้น ทำให้ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย ๆ และเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น

- สีของแสง หลอดแต่ละชนิดจะให้แสงที่มีส่วนประกอบทางสเปกตรัมไม่เหมือนกัน จึงอาจทำให้การมองเห็นสีของวัตถุผิดเพี้ยนได้ การเลือกใช้งานหลอดไฟฟ้าต้องพิจารณาสีของแสงหลอดด้วย

ข. บัลลาสต์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับหลอดประเภทก๊าซ ซึ่งบัลลาสต์มีหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า หรือกำลังไฟฟ้าของหลอด ในขณะที่หลอดทำงานตามปกติ และจะช่วยจุดหลอดในตอนเริ่มเปิดใช้งาน การใช้งานร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกันได้ มิฉะนั้นจะทำให้เกิดผลเสียได้เช่น หลอดเสื่อมสภาพเร็ว จุดติดยาก เกิดกำลังสูญเสียในบัลลาสต์สูง ทำให้บัลลาสต์มีอายุการใช้งานสั้น องค์ประกอบสำคัญในการเลือกใช้บัลลาสต์คือ พิจารณาถึงความสามารถในการรักษาค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด เมื่อแรงดันเปลี่ยนแปลงไป ,ราคาของบัลลาสต์ และกำลังงานสูญเสียในบัลลาสต์

ค. โคมไฟแสงสว่าง ทำหน้าที่ยึดหลอด และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ และทำหน้าที่ควบคุมลำแสงให้แสงที่ออกจากโคมไปตกบนพื้นที่ที่ต้องการ ประสิทธิภาพของโคมจะเป็นตัวบอกให้ทราบว่าถึงปริมาณของแสงที่ส่องมาจากหลอดไฟ โคมที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนแสงไว้มาก และยังทำหน้าที่ควบคุมแสงจ้าด้วย

3. การจัดสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้เหมาะสม

การทำความเข้าใจกับพื้นที่ที่จะใช้แสงสว่าง เป็นสิ่งสำคัญ เพราะการจัดการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะช่วยให้สามารถประหยัดพลังงานได้ เช่น ฝาผนัง เพดาน และพื้นควรจะเลือกสีที่ให้ผลในการส่องสว่างสูง

4. การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้เหมาะสม

การใช้งานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่าย สามารถกระทำได้ดังนี้

- ก. การปิดไฟแสงสว่างทั้งหมด
 - ข. การปิดไฟแสงสว่างเป็นบางส่วน
 - ค. ใช้สวิตช์ควบคุมการเปิด-ปิด สองทาง
 - ง. ใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ
 - จ. การใช้แสงสว่างในเวลากลางวัน (Day Light) ให้เป็นประโยชน์
- ### 5. การซ่อมบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การทำความสะอาดตัวหลอดไฟฟ้า อุปกรณ์ร่วม หรือทำการเปลี่ยนหลอดทุก ๆ ช่วงเวลาที่เหมาะสม จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดแสงจันทร์ ถ้าใช้จนเสื่อมสภาพ แล้วจึงเปลี่ยน จะทำให้ความเข้มของแสงลดลงไป ควรทำการเปลี่ยนหลอดให้เร็วขึ้น เพื่อให้ได้แสงสว่างเพิ่มมากขึ้นกว่าตอนเสื่อมสภาพ แต่ใช้กำลังงานไฟฟ้าเท่าเดิม ซึ่งจะเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกทางหนึ่ง

3) การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ใช้แพร่หลายในประเทศไทย ปัจจุบันแบ่งได้เป็น 4 แบบ ดังต่อไปนี้

1. เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง (Window Type Unit)

เครื่องปรับอากาศแบบติดหน้าต่าง เป็นเครื่องปรับอากาศที่ประกอบไปด้วย อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็น อีวาเพอเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์ และ คอนเดนเซอร์ อุปกรณ์เหล่านี้ ประกอบสำเร็จรูปภายในตัวถังตัวเดียวกันมาจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดตั้งแต่ 1-2 ตันความเย็น ระบบระบายความร้อน

ร้อนเป็นแบบระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ เหมาะสมกับห้องขนาดเล็กที่มีพื้นที่ไม่เกิน 3 ตารางเมตร แต่มีข้อเสีย คือ เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากประสิทธิภาพของมอเตอร์ของคอมเพรสเซอร์ค่อนข้างต่ำ และมีเสียงค่อนข้างดัง และทำให้อาคารเกิดการสั่นสะเทือนเนื่องจากการทำงานของคอมเพรสเซอร์

2. เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split Type Unit)

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน เป็นเครื่องปรับอากาศ ซึ่งมีขนาดประมาณ 1- 60 ตัน นิยมใช้ในบ้านพักอาศัย หรืออาคารสำนักงาน เป็นเครื่องปรับอากาศที่ใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง เนื่องจากระบบระบายความร้อนเป็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบไปด้วยส่วนประกอบ 2 ส่วน แยกจากคือ

ก. ส่วนที่อยู่ภายในห้อง หรือชุดแฟนคอยล์ (Fan Coil Unit) ประกอบด้วยวาล์วระเหย สารทำความเย็น คอยล์ อีวาเพอเรเตอร์ พัดลมแบบหอยโข่ง และแผ่นกรองอากาศ

ข. ส่วนที่อยู่นอกห้อง หรือ ชุดคอนเดนซิงยูนิต (Condensing Unit) ประกอบไปด้วย คอมเพรสเซอร์ และคอนเดนเซอร์

3. เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด (Package Unit)

เครื่องปรับอากาศแบบเป็นชุด เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีชิ้นส่วนอุปกรณ์ทั้งหมด ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์จ่ายสารทำความเย็น อีวาเพอเรเตอร์ คอมเพรสเซอร์ คอนเดนเซอร์ ประกอบสำเร็จรูปอยู่ภายในตัวถังเดียวกันจากโรงงานผู้ผลิต เช่นเดียวกับเครื่องปรับอากาศแบบหน้าต่าง แต่มีสมรรถนะการทำความเย็นสูงกว่า และระบบระบายอากาศมีทั้งชนิดที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ และระบายความร้อนด้วยน้ำ มีขนาดความเย็นตั้งแต่ 5 -120 ตันความเย็น เหมาะสำหรับใช้กับอาคารสูงหรือห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่

4. เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

เครื่องทำน้ำเย็น เป็นเครื่องทำความเย็นที่มีขนาดการทำความเย็นตั้งแต่ 500 ตัน ขึ้นไปมีระบบการระบายความร้อนเป็นแบบชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ และระบายความร้อนด้วยน้ำ เหมาะสำหรับอาคารขนาดใหญ่ ที่ต้องการทำความเย็นเป็นจำนวนมาก และต้องการน้ำเย็นไว้ใช้งานด้วย เช่น ธนาคารพาณิชย์ต่าง ๆ ที่ต้องการน้ำเย็นไประบายความร้อนของหน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit) ของระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่

การใช้พลังงานในเครื่องปรับอากาศ

ปริมาณการใช้พลังงานในเครื่องปรับอากาศจะขึ้นอยู่กับภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่ใช้ในการปรับอากาศ ภาระความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถจำแนกได้ดังนี้

1. ความร้อนถ่ายผ่านผนังด้านนอก หลังคาและกระจก

2. ความร้อนถ่ายเทผ่านผนังด้านใน เพดาน และพื้นห้อง
3. ความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ผ่านกระจก
4. ความร้อนจากไฟฟ้าแสงสว่าง
5. ความร้อนจากผู้อยู่อาศัย

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ

แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ ส่วนใหญ่มีแนวทางประหยัดดังต่อไปนี้

1. จัดระบบให้เครื่องปรับอากาศ ทำงานเป็นช่วง ๆ สลับกัน และให้สัมพันธ์กับภาวะความต้องการความเย็นภายในอาคาร ซึ่งสามารถจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 20 ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องปรับอากาศ (26)
2. ปรับความเย็นให้อยู่ในระดับที่ต้องการ โดยให้อุณหภูมิของเทอร์โมสแตทของเครื่องปรับอากาศทำงานอยู่ที่ 25°C สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 50 (27)
3. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศอย่างสม่ำเสมอ เช่น การทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศด้านหน้าและแผ่นระบายความร้อนด้านหลัง
4. เลือกใช้วัสดุของผนังและหลังคา เป็นวัสดุที่ช่วยป้องกันความร้อนจากภายนอกอาคาร เช่น ฉนวนใยแก้ว แผ่นสะท้อนความร้อนจากดวงอาทิตย์ รวมทั้งติดตั้งม่านกันแสง เพื่อช่วยลดปริมาณความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาในพื้นที่ปรับอากาศ และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศลงได้ร้อยละ 15 (28)
5. เลือกการออกแบบอาคาร โดยให้สอดคล้องกับการออกแบบระบบปรับอากาศ รวมทั้งผนังอาคาร และสีที่ใช้ ควรเป็นสีที่ไม่ดูดความร้อน

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ค่าประสิทธิภาพ (Energy Efficiency Ratio : EER) ของเครื่องปรับอากาศ หมายถึง ปริมาณความเย็นที่เครื่องปรับอากาศผลิตได้ต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ มีหน่วยเป็น BTU/W ซึ่งมีการกำหนดระดับประสิทธิภาพ เป็น 5 ระดับ ซึ่งกำหนดตามข้อกำหนดของสำนักงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า (DSM) ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตดังนี้ (29)

ระดับที่ 5 หมายถึงระดับประสิทธิภาพดีมาก มีค่า EER ตั้งแต่ 10.6 ขึ้นไป

ระดับที่ 4 หมายถึงระดับประสิทธิภาพดี มีค่า EER ตั้งแต่ 9.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 10.6

ระดับที่ 3 หมายถึงระดับประสิทธิภาพปานกลาง มีค่า EER ตั้งแต่ 8.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง

9.6

ระดับที่ 2 หมายถึงระดับประสิทธิภาพพอใช้ มีค่า EER ตั้งแต่ 7.6 ขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.6

ระดับที่ 1 หมายถึงระดับประสิทธิภาพต่ำ มีค่า EER ต่ำกว่า 7.6

2.3 การทำบัญชีพลังงานไฟฟ้า (Energy Audit)

การทำบัญชีพลังงานไฟฟ้า เป็นการศึกษาตรวจสอบสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อวางแผนการจัดการพลังงานไฟฟ้า เพื่อแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้า มีขั้นตอนปฏิบัติตามลำดับ 3 ขั้นตอนดังนี้ (30)

2.3.1 การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น (Preliminary audit)

เป็นการตรวจสอบรวบรวมและศึกษาข้อมูลด้านการผลิต ระบบการใช้พลังงานในปี ก่อน ๆ ที่ทางสถานประกอบการจดบันทึกไว้ เพื่อต้องการทราบปริมาณการใช้พลังงานทุกรูปแบบ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ผลผลิตที่ได้ต่อปริมาณพลังงานที่ใช้ ตัวแปรการใช้พลังงานในแต่ละช่วง ตลอดจนรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง

2.3.2 การตรวจสอบวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยการสำรวจ

ขั้นตอนแรกเป็นการสำรวจแผนผังบริเวณอาคาร ที่จะทำการสำรวจ เพื่อให้ทราบถึง ลักษณะทั่วไปของ บริเวณอาคาร กระบวนการผลิต และอุปกรณ์ เครื่องจักรต่าง ๆ พิจารณาบริเวณ ที่มีการใช้พลังงานสูงสุด ระบบการใช้พลังงานในรูปแบบต่างๆ และบริเวณที่เกี่ยวข้อง และขั้นตอน การเข้าสำรวจ เพื่อหาต้นเหตุการสูญเสียพลังงาน ทำการสำรวจการใช้พลังงานทุกระบบทั้งในช่วง ทำการผลิต และช่วงหยุดการผลิต รวมทั้งการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อมูล สภาพการใช้พลังงาน

2.3.3 การตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างละเอียด (Detailed audit)

ผลของการตรวจสอบและการวิเคราะห์การใช้พลังงานขั้นต้น นำข้อมูลมาสร้างรูปแบบ การใช้พลังงาน ว่าจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนใดบ้าง ซึ่งจะต้องทำการตรวจสอบและวิเคราะห์ อย่างละเอียด โดยทำการตรวจวัดและบันทึกข้อมูลอย่างต่อเนื่อง หรือเป็นช่วงเวลา อย่างน้อย 1 สัปดาห์ เพื่อให้ทราบถึงสภาพการทำงานและวิเคราะห์การสูญเสียพลังงาน โดยจัดทำสมดุล

พลังงานความร้อนของอุปกรณ์หลัก และของโรงงานหรืออาคาร เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และทางการเงินในแต่ละมาตรการ เพื่อการลงทุนที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้

2.4 พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ซึ่งมีผลบังคับใช้เป็นกฎหมายตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน 2535 (31) มีเจตนารมณ์ที่จะส่งเสริมให้เกิดวินัยในการอนุรักษ์พลังงาน และให้มีการดำเนินการลงทุนในการอนุรักษ์พลังงานในโรงงานและอาคาร โดยใช้มาตรการบังคับควบคุมไปกับการให้สิ่งจูงใจ กล่าวคือได้จัดตั้งกองทุนเพื่อให้การสนับสนุนทางการเงินแก่ผู้ประสงค์ที่จะเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และมีบทลงโทษสำหรับโรงงานและอาคารควบคุมที่ละเลยไม่ปฏิบัติตามกฎกระทรวงที่กำหนด

2.4.1 กลุ่มเป้าหมายของพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

กลุ่มเป้าหมายหลักที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จะเข้าไปกำกับดูแลช่วยเหลือ ได้แก่

- 1) โรงงานอุตสาหกรรม
- 2) อาคารธุรกิจ
- 3) ผู้ผลิตและจำหน่ายอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง วัสดุที่ช่วยในการประหยัดพลังงาน

กลุ่มเป้าหมายรองที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จะเข้าไปกำกับดูแลช่วยเหลือ ได้แก่ กลุ่มที่อยู่อาศัย และอาคารพาณิชย์ขนาดเล็ก (32) ดังนั้นเจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมที่เข้าข่ายตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 คืออาคารหรือโรงงานที่มีการใช้พลังงานอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ (33)

1. ได้รับอนุมัติจากผู้จำหน่ายไฟฟ้าให้ใช้เครื่องวัดไฟฟ้าตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ ขึ้นไป หรือติดตั้งหม้อแปลงตัวเดียว หรือหลายตัวรวมกันมีขนาดตั้งแต่ 1,175 KVA ขึ้นไป หรือ
2. มีการใช้พลังงานไฟฟ้า ความร้อนจากไอน้ำหรือพลังงานสิ้นเปลืองอย่างใดอย่างหนึ่งรวมกันตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ถึงวันที่ 31 ธันวาคม ของทุกปีที่ผ่านมา มีปริมาณพลังงานเทียบเท่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 20 ล้านเมกะจูลขึ้นไป

2.4.2 หน้าที่ของเจ้าของอาคารและโรงงานควบคุม

เจ้าของอาคาร หรือโรงงานควบคุมที่เข้าข่ายตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 มีหน้าที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตาม กฎหมายกำหนดดังนี้

1) จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน หรือผู้จัดการพลังงานประจำโรงงาน อย่างน้อย 1 คน ซึ่งมีหน้าที่ความรับผิดชอบดังต่อไปนี้

ก. บำรุงรักษาและตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานเป็นประจำ

ข. รับรองความถูกต้องของรายงานการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ที่ต้องส่งให้ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน

ค. จัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานร่วมกับเจ้าของโรงงานและอาคารควบคุม

ง. รับรองความถูกต้องของผลการตรวจสอบการปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์ พลังงาน

2) การใช้พลังงานดังต่อไปนี้

ก. ส่งข้อมูลการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงานให้กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ทุก ๆ 6 เดือน

ข. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งเครื่องจักรที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงานเป็นประจำทุกเดือน และเก็บข้อมูลเหล่านั้นไว้ประจำที่อาคารควบคุม และโรงงาน ควบคุมอย่างน้อย 5 ปี

3) กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน การดำเนินการไปสู่การกำหนดเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน มี 3 ขั้นตอนดังนี้

ก. การตรวจสอบและวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น และการตรวจสอบและวิเคราะห์ การใช้พลังงานโดยละเอียด เจ้าของโรงงาน หรืออาคารควบคุมต้องจัดทำรายงานส่งให้กรมพัฒนา และส่งเสริมพลังงานทุก 3 ปี ซึ่งการตรวจสอบและวิเคราะห์ รวมทั้งการจัดทำรายงานดังกล่าว ต้อง ดำเนินการโดยที่ปรึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานที่ได้รับการขึ้นทะเบียนไว้กับกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานเท่านั้น

ข. การกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน เจ้าของอาคารหรือโรงงานควบคุมต้อง นำผลการตรวจสอบ และวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้น และการวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด นำมาจัดทำเป็นเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน โดยต้องคำนึงถึงมาตรฐานการอนุรักษ์ พลังงานที่กำหนดไว้ในกฎหมาย

2.4.3 ประโยชน์ของการอนุรักษ์พลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

กฎหมายการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นกฎหมายที่จะช่วยให้ประเทศชาติมีการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ส่งผลดีต่อทุกฝ่ายดังนี้

1. ประเทศชาติจะมีการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นระบบ และมีความต่อเนื่อง
2. มีระบบติดตามการปฏิบัติงานตามนโยบายและแผน ซึ่งจะทำให้การประหยัดพลังงานโดยภาพรวมมีประสิทธิภาพมากขึ้น
3. เจ้าของโรงงานและอาคาร จะได้รับประโยชน์ จากเงินช่วยเหลือ เงินอุดหนุนสำหรับการลงทุนและดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน หรือการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอันเกิดจากการอนุรักษ์พลังงาน จากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
4. เจ้าของโรงงานและอาคาร จะได้ผลประโยชน์ในระยะยาวในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อผลผลิตลง
5. ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง หรือวัสดุเพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน จะได้รับประโยชน์จากเงินช่วยเหลือเงินอุดหนุนในการลงทุนจากกองทุน เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
6. เจ้าของอาคารที่อยู่อาศัยทั่วไป จะใช้ประโยชน์จากมาตรการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงด้านพลังงาน ราคาถูกลง

2.5 การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการประเมินผลที่ช่วยในการตัดสินใจพิจารณาถึงความเหมาะสม ความเป็นไปได้ทางด้านการลงทุน โดยจะหาความคุ้มค่าจากเงินที่สามารถประหยัดได้จากพลังงานไฟฟ้า เปรียบเทียบกับเงินที่ลงทุน เพราะฉะนั้นความเหมาะสมในการดำเนินการลงทุนเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จะพิจารณาจากระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) , อัตราผลตอบแทน (Internal Rate Of Return : IRR) และ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) (34) ดังนี้

2.5.1 ระยะเวลาคืนทุน (Playback Period)

ระยะเวลาการคืนทุน คือการหาระยะเวลาในการคืนทุน ซึ่งมีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างค่าใช้จ่ายที่ลงทุนต่อผลตอบแทนจากการดำเนินงานสามารถหาได้โดย

ระยะเวลาคืนทุน = เงินลงทุน/เงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ใน 1 ปี

2.5.2 อัตราผลตอบแทน (Internal Rate Of Return : IRR)

อัตราผลตอบแทน คืออัตราที่จะทำให้ผลตอบแทนและค่าใช้จ่ายที่คิดลดเป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วเท่ากัน หรือ อัตราผลตอบแทนที่จะทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นศูนย์ สามารถหาได้โดย

สูตร IRR คือ การหาค่า r (อัตราส่วนลด) ที่จะทำให้

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

โดยที่

Bt = ผลตอบแทนในปีที่ 1, 2, . . , n

Ct = ค่าใช้จ่ายของปีที่ 1, 2, . . , n

r = อัตราส่วนลด

t = ปีของโครงการ คือ ปีที่ 1, 2, . . , n

n = อายุของโครงการ

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 เจียรนัย มาสมาน (35) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลและอุปกรณ์วัดกำลังงานไฟฟ้าพบว่า โรงพยาบาลที่ทำการศึกษาใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศร้อยละ 54.4 ระบบแสงสว่างร้อยละ 28.4 และระบบอุปกรณ์อื่น ๆ อีกร้อยละ 17.1 ดัชนีการใช้กำลังงานไฟฟ้ารวมต่อพื้นที่ 39.4 วัตต์ต่อตารางเมตร และ37.75 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน



ต่อเติม ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 348,110 บาท และค่าตัวประกอบกำลังเท่ากับ 0.65 ซึ่งมีค่าต้องทำการปรับปรุง

2.6.2 กิตติพงษ์ ตันมิตร และวันชัย ธนาเศรษฐ์ (36) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม และโรงแรมในจังหวัดขอนแก่น พบว่า โรงงานผลิตน้ำอัดลมบริษัทไทยน้ำทิพย์ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดทั้งปี มีจำนวนถึง 2,030,604 กิโลวัตต์ ชั่วโมง คิดเป็นเงิน 3,588,322.2 บาท สำหรับการวิเคราะห์เพื่อการประหยัดพลังงานนั้น สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้โดยคิดเป็นเงิน 35,893.38 บาทต่อเดือน โดยทำการประหยัดพลังงานในส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องควบคุมการปิด-เปิด หลอดไฟฟ้า ให้มีความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 4,787.07 บาทต่อเดือน
2. ระบบการผลิต โดยการจัดลำดับเวลาการทำงานของเครื่องจักรในระบบการผลิตใหม่ ซึ่งจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 26,966.86 บาทต่อเดือน
3. หม้อแปลงไฟฟ้า ทำการย้ายโหลดจากหม้อแปลงชุดที่ 1 มาไว้ยังหม้อแปลงชุดที่ 2 เพื่อลดค่า Core Loss และในเวลากลางคืนให้ย้ายโหลดจากหม้อแปลงชุดที่ 2 มาไว้ยังหม้อแปลงชุดที่ 3 จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1,564.45 บาทต่อเดือน
4. การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง จะได้โบนัส เดือนละ 2,575 บาท ซึ่งจะต้องเสียค่าลงทุนเป็นเงิน 61,500 บาท จะมีผลตอบแทนร้อยละ 20.87 ต่อปี ระยะคืนทุน 29 เดือน โดยใช้อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 15 ต่อปี

2.6.3 วิชัย เทียมประชา (16) ได้ทำการวิจัยเรื่องการจัดการพลังงานในโรงพยาบาลของรัฐ พบว่า มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของกลุ่มโรงพยาบาลขนาดเล็ก , โรงพยาบาลขนาดกลาง และโรงพยาบาลขนาดใหญ่ เท่ากับ 12,790 kWh , 66,116 kWh และ 278,842 kWh ต่อเดือนตามลำดับ แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลของรัฐ ทำได้โดยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยได้ร้อยละ 2.2 ต่อโรงพยาบาลทุกขนาด มีระยะคืนทุนเฉลี่ยเท่ากับ 4 ปี

2.6.4 เกียรติชัย เล็กอุทัย (15) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดทำบัญชีพลังงานและการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต พบว่า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเดือนละ 375,671.51 กิโลวัตต์ ชั่วโมง คิดเป็น

เงิน 646,060.82 บาท มีค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 1335.86 และในส่วนของอาคารที่ทำการศึกษา พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคารที่ทำการศึกษาในระบบปรับอากาศเฉลี่ยร้อยละ 29.41 ในระบบแสงสว่างเฉลี่ยร้อยละ 31.51 และระบบอุปกรณ์อื่น ๆ อีกเฉลี่ยร้อยละ 39.08 และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้โดยการปรับปรุงหม้อแปลงไฟฟ้า โดยการรวมหม้อแปลงไฟฟ้าบางลูกเข้าด้วยกัน จะประหยัดพลังงานได้ 20,464.24 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 33,766 บาทต่อปี และการเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงานจะประหยัดพลังงานได้ 85,624.32 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นเงิน 141,280.13 บาทต่อปี

2.6.5 ธนะ ปริชาหาญ (37) ได้ทำการวิจัยเรื่องการประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตสายไฟฟ้า พบว่า โรงงานมีกำลังการผลิตเฉลี่ยวันละ 85 ตัน มีการใช้พลังงานโดยเฉลี่ย 3.19 GJ/ตัน เป็นพลังงานไฟฟ้า 1.51 GJ/ตัน พลังงานความร้อน 4.71 GJ/ตัน ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 2,790 kW และจากการตรวจวัดพบว่าค่าตัวประกอบภาระของโรงงานมีค่า 0.85 และตัวประกอบกำลังมีค่า 0.74 และค่าความส่องสว่างในโรงงานในเวลากลางคืนเฉลี่ย 39.89 LUX

2.7.6 ขาติ ฤทธิหิรัญ (38) ได้ทำการศึกษการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิตัลไทย ซึ่งเป็นอาคารสำนักงานสูง 16 ชั้น มีพื้นที่ปรับอากาศ 6,380 ตารางเมตร ใช้พลังงานไฟฟ้า 2,063,000 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี มีค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ย 640 กิโลวัตต์ ตัวประกอบ โหลด 37 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าใช้จ่ายค่าไฟฟ้า 3,840,000 บาทต่อปี การเสนอแนวทาง และการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ และระบบแสงสว่าง โดยการวิเคราะห์จากข้อมูลที่ได้รับ การตรวจวัดแล้วนั้น สามารถลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง โดยการจัดวางชุดโคม และใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานแทนระบบที่ใช้อยู่เดิม และการเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศแบบศูนย์รวมใหม่ แทนเครื่องที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งคาดว่าจะลดการพลังงานลงได้ประมาณ 440,000 กิโลวัตต์ ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ประมาณ 890,000 บาทต่อปี ซึ่งผลตอบแทนการลงทุนต่อการปรับปรุงระบบแสงสว่าง จะให้ผลตอบแทนสูงถึง 49 เปอร์เซ็นต์ต่อปี แต่การปรับปรุงในส่วนขอระบบปรับอากาศจะให้ผลตอบแทนเพียง 15 เปอร์เซ็นต์ต่อปี

จากผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้า ของอาคารสำนักงาน โรงพยาบาล สถานศึกษาส่วนใหญ่พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าพลังงานในรูปแบบอื่น และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบดังตารางที่ 2-4 (25)

ตารางที่ 2-4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารแยกตามระบบต่าง ๆ

ประเภทอาคาร	ระบบปรับอากาศ (%)	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (%)	ระบบอื่น ๆ (%)
โรงแรม	60-70	15-20	10-25
สำนักงาน	50-60	20-30	10-20
ศูนย์การค้า	60-65	20-25	10-20
โรงพยาบาล	50-60	20-30	10-30
สถานศึกษา	30-45	30-50	5-40

ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าว การพิจารณาการประหยัดพลังงานไฟฟ้า จึงมุ่งเน้นที่ระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นสำคัญ ซึ่งสามารถสรุปแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ของระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของการศึกษาที่ผ่านมาได้ดังนี้

1. การนำอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง ในการประหยัดพลังงานมาใช้ เช่น การเปลี่ยนบัลลาสต์ หลอดไฟฟ้า หรือโคมไฟฟ้า มาเป็นชนิดประหยัดพลังงาน หรือการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างสูง มีระยะเวลาการคืนทุนยาวนาน อยู่ในช่วง 2-5 ปี และสามารถประหยัดการใช้พลังงานได้ถึงร้อยละ 30
2. การซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพ และมีการสูญเสียน้อยที่สุด เช่น การบำรุงรักษาความสะอาดโคมไฟฟ้า , หลอดไฟฟ้า , ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ ,คอยล์ทำความเย็น หรือคอนเดนเซอร์ของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นวิธีที่ง่าย มีการลงทุนไม่มาก และมีระยะเวลาคืนทุนสั้น สามารถดำเนินการได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ
3. การปรับปรุงอุปกรณ์ หรือปรับปรุงกระบวนการ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า เช่น การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลัง ของหม้อแปลงไฟฟ้า หรือการย้ายโหลดของหม้อแปลงไฟฟ้า ยังรวมถึงวิธีการจัดการในระบบ ซึ่งจะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญมาช่วยในการวิเคราะห์ และตรวจวัด ซึ่งวิธีการดังกล่าว จะมีการลงทุนค่อนข้างสูง และสามารถประหยัดพลังงานได้ถึงร้อยละ 40

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) มีการวางแผนดำเนินการวิจัย ได้แบ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ออกเป็นขั้นตอนใหญ่ ๆ ตามลำดับ ดังนี้

- 3.1 ขั้นตอนการเตรียมการสำหรับรวบรวมข้อมูลขั้นต้น
 - 3.2 ขั้นตอนการออกแบบวิจัย
 - 3.3 ขั้นตอนการตรวจวัด และเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ
 - 3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน
 - 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์และแนวทางการใช้พลังงานไฟฟ้าตาม
- ตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
- 3.6 ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

3.1 ขั้นตอนการเตรียมการสำหรับรวบรวมข้อมูลขั้นต้น

เป็นขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลขั้นต้น และสำรวจสภาพข้อเท็จจริง และเก็บข้อมูลประกอบการวิจัย ดังนี้

3.1.1 ศึกษาสภาพทั่ว ๆ ไปของวิทยาลัย ฯ จากแผนผังอาคารทำให้ทราบถึงตำแหน่ง ที่ติดตั้งอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง , ระบบปรับอากาศ และระบบอื่น ๆ โดยใช้ข้อกำหนดต่าง ๆ ตามมาตรฐานพระราชบัญญัติการส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยจะศึกษารายละเอียดดังต่อไปนี้

1. พื้นที่ใช้สอยโดยรวมของอาคาร แต่ละอาคาร
2. พื้นที่ปรับอากาศทั้งหมดของแต่ละอาคาร

3. ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้อาคารในแต่ละวัน

3.1.2 สภาพแผนผังวงจรจ่ายไฟฟ้าของวิทยาลัย

3.1.3 ข้อมูลสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอดีต เป็นข้อมูลที่ได้จากใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรียกเก็บเงินจากสถานศึกษา ย้อนหลัง 1 ปี คืตั้งแต่เดือนตุลาคม 2540 ถึงกันยายน 2541 ซึ่งข้อมูลส่วนนี้จะทำให้ทราบถึง การใช้ไฟฟ้าเป็นรายเดือน

3.1.4 การสำรวจข้อมูล ผู้วิจัยจะทำการสำรวจข้อมูล ซึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลจะใช้แบบสำรวจที่ดัดแปลงมาจาก แบบส่งข้อมูลการใช้งานของอาคาร , การใช้พลังงาน สำหรับอาคารควบคุม ตามมาตรฐานพ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คืออาคารทุกอาคารในบริเวณ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ซึ่งมีทั้งหมด 12 อาคาร (ไม่รวมอาคารบ้านพัก) ดังนี้

- อาคารเรียน , อาคารโรงฝึกงาน จำนวน 7 อาคาร
- โรงฝึกงานชั่วคราว จำนวน 1 อาคาร
- โรงเก็บของชั่วคราว จำนวน 1 อาคาร
- โรงกรองน้ำ จำนวน 1 อาคาร
- ป้อมยาม จำนวน 1 อาคาร
- อาคารสหกรณ์ร้านค้า จำนวน 1 อาคาร

2) กลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ มีข้อจำกัดด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการตรวจวัด ดังนั้นเพื่อให้สอดคล้องต่อระเบียบวิธีการศึกษา จึงดำเนินการกำหนดกลุ่มตัวอย่างดังนี้

อาคารเรียนและอาคาร โรงฝึกงาน จำนวน 7 อาคาร

- วิธีการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ใช้แบบสำรวจ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของอาคารที่ทำการศึกษ ประกอบไปด้วย

- ชื่ออาคาร
- ที่ตั้งอาคาร
- ประเภทอาคาร
- เวลาทำการของอาคาร
- ข้อมูลพื้นที่ของอาคาร

ส่วนที่ 2 แบบสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบไปด้วย

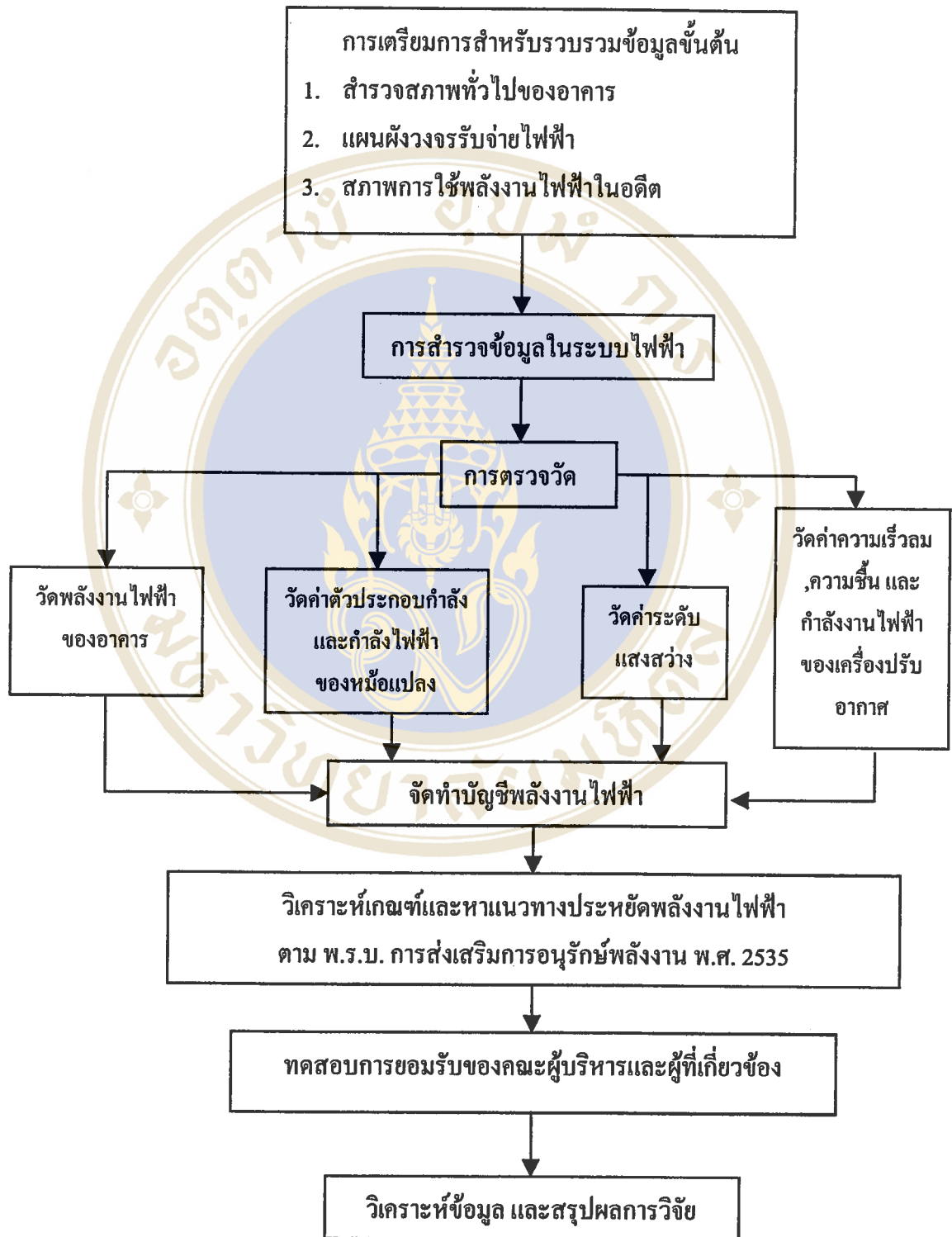
- ชนิดหลอดไฟฟ้า
- ชนิดโคมไฟฟ้า
- ชนิดฝาครอบโคม
- จำนวนหลอดต่อโคม
- จำนวนวัตต์ต่อโคม
- กำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์

ส่วนที่ 3 แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ ประกอบไปด้วย

- ชนิดเครื่องปรับอากาศ
- ขนาดของเครื่องปรับอากาศ
- จำนวนเครื่องปรับอากาศ
- อายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ
- จำนวนชั่วโมงที่ใช้เครื่องปรับอากาศ ต่อวัน

3.2 ขั้นตอนการออกแบบการวิจัย

เป็นการนำข้อมูลจากขั้นตอนการเตรียมการเพื่อวางแผนและออกแบบการวิจัย ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีแผนผังการวิจัยดังรูปที่ 3-1



รูปที่ 3-1 แสดงแผนผังการวิจัย

3.3 ขั้นตอนการตรวจวัดและเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

ผู้วิจัยจะทำการตรวจวัดค่าต่าง ๆ และรวบรวมข้อมูลในช่วงที่การเรียนการสอนตามปกติ คือตั้งแต่เวลา 7.00 น. - 20.00 น.เท่านั้นเพราะในช่วงเวลาตั้งแต่ 20.00 น.- 7.00 น. ของวันรุ่งขึ้น มีการใช้ไฟค่อนข้างคงที่ โดยจะทำการตรวจวัดค่าต่าง ดังนี้

3.3.1 การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า

1. ตำแหน่งที่วัด โดยผู้วิจัยจะทำการติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้า (Unit) แยกตามอาคารโดยดูรายละเอียดจากแผนผัง รับ-จ่ายไฟฟ้า รวมทั้งสิ้น 14 จุด ดังนี้

1) อาคารอำนวยการ

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับชั้น 1-3 จำนวน 1 ตัว
- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับ เครื่องปรับอากาศ ชั้น 1-3 จำนวน 3 ตัว

2) อาคารวิทยาศาสตร์

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับ ชั้นที่ 1 และ 2 จำนวน 1 ตัว
- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศชั้นที่ 1 จำนวน 1 ตัว

3) อาคารเรียนสามัญ

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับชั้นที่ 1 - 4 จำนวน 1 ตัว

4) อาคารโรงฝึกงานช่างอิเล็กทรอนิกส์

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับ ชั้นที่ 1-4 จำนวน 1 ตัว
- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1,3 และ 4 จำนวน 3 ตัว

5) อาคารโรงฝึกงานช่างยนต์,ช่างเชื่อมโลหะ และช่างก่อสร้าง

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับชั้นที่ 1-3 จำนวน 1 ตัว

6) อาคารโรงฝึกงานช่างกลโรงงาน, ช่างเทคนิคอุตสาหกรรม และช่างเทคนิค พื้นฐาน

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับ ชั้น 1- 4 จำนวน 1 ตัว

7) อาคารโรงฝึกงานช่างไฟฟ้า

- ติดตั้งมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับชั้น 1-4 จำนวน 1 ตัว

2. ระยะเวลา ทำการบันทึกค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ทุกชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 วัน ระหว่างวันที่ 25-29 มกราคม พ.ศ. 2542 เพื่อทำตารางการใช้พลังงานไฟฟ้า

3. เครื่องมือที่ใช้ ก็โลว์คอสต์ชั่วโมงมิเตอร์ (ดูรูปที่ 3-2 ประกอบ)

3.3.2 การตรวจวัดค่าตัวประกอบกำลัง

1. ตำแหน่งที่วัด โดยผู้วิจัยจะทำการวัดค่าตัวประกอบกำลัง ตามจุด แยกตามหม้อแปลง จำนวน 2 ตัว ตัวละ 1 จุด รวม 2 จุด
2. ระยะเวลา ทำการบันทึกค่าตัวประกอบกำลังทุกชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 วัน ระหว่างวันที่ 25-29 มกราคม พ.ศ. 2542
3. เครื่องมือที่ใช้ เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (ดูรูปที่ 3-3 ประกอบ)

3.3.3 การตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าจาก Load ของหม้อแปลงไฟฟ้า

1. ตำแหน่งที่วัดโดยผู้วิจัยจะทำการวัดค่ากำลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแต่ละลูกจำนวน 2 ตัว หม้อแปลงละ 2 จุด รวม 6 จุด
2. ระยะเวลา ทำการบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าทุกชั่วโมง เป็นระยะเวลา 5 วัน ระหว่างวันที่ 25-29 มกราคม พ.ศ. 2542
3. เครื่องมือที่ใช้ เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้าแบบคล่องสาย (ดูรูปที่ 3-4 ประกอบ) และ เครื่องวัดกระแสแบบคล่องสาย (ดูรูปที่ 3-5 ประกอบ)

3.3.4 การตรวจวัดค่าระดับแสงสว่าง

1. ตำแหน่งที่วัด ผู้วิจัยจะทำการตรวจวัดค่าระดับแสงสว่างของแต่ละอาคาร วิธีการวัด จะทำการวัดเป็นจุด โดยแต่ละจุด มีระยะห่างกัน 2 เมตร และทำการวัดห้องเว้นห้อง ดังมีรายละเอียดดังนี้

- 1) อาคารอำนวยการ
 - วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-3 ชั้นละ 12 จุด รวม 36 จุด
- 2) อาคารวิทยาศาสตร์
 - วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-2 ชั้นละ 12 จุด รวม 24 จุด
- 3) อาคารเรียนสามัญ
 - วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-4 ชั้นละ 12 จุด รวม 48 จุด
- 4) อาคารโรงฝึกงานช่างอิเล็กทรอนิกส์
 - วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-4 ชั้นละ 12 จุด รวม 48 จุด

5) อาคารโรงฝึกงานช่างยนต์,ช่างเชื่อมโลหะ และช่างก่อสร้าง

- วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-3 ชั้นละ 12 จุด รวม 36 จุด

6) อาคารโรงฝึกงานช่างกลโรงงาน, ช่างเทคนิคอุตสาหกรรม และช่างเทคนิค พื้นฐาน

- วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-4 ชั้นละ 12 จุด รวม 48 จุด

7) อาคารโรงฝึกงานช่างไฟฟ้า

- วัดค่าระดับแสงสว่างชั้นที่ 1-4 ชั้นละ 12 จุด รวม 48 จุด

โดยทำการวัดค่าระดับของแสงสว่าง ขณะเปิดไฟฟ้า และวางเครื่องวัดสูงจากพื้น 0.80

เมตร

2. ระยะเวลา ทำการบันทึกค่าระดับแสงสว่าง ช่วงเวลา 18.00 น. - 20.00 น. ระหว่างวันที่ 25-29 มกราคม พ.ศ. 2542

3. เครื่องมือที่ใช้ เครื่องวัดค่าระดับแสงสว่าง (LUX Meter) รูปที่ 3-6 ประกอบ

3.3.5 การตรวจวัดค่าความเร็วลม , อุณหภูมิ และ ความชื้นสัมพัทธ์ ของเครื่องปรับอากาศ

1. ตำแหน่งที่วัด ผู้วิจัยจะทำการวัดค่าความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ ณ บริเวณหน้ากากของเครื่องปรับอากาศ และทำการวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ณ บริเวณ ด้านลมกลับ และ ด้านลมจ่าย ของเครื่องปรับอากาศ เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องมือที่ใช้วัด จะทำการวัด โดยสุ่มตัวอย่างการวัดดังนี้

1) เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 8 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 30 เครื่อง จะทำการตรวจวัดจำนวน 5 เครื่อง โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย

2) เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน ตั้งแต่ 5-8 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 5 เครื่อง จะทำการตรวจวัดทั้งหมด 5 เครื่อง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

3) เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานตั้งแต่ 3-5 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 36 เครื่อง จะทำการตรวจวัดทั้งหมด 5 เครื่อง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

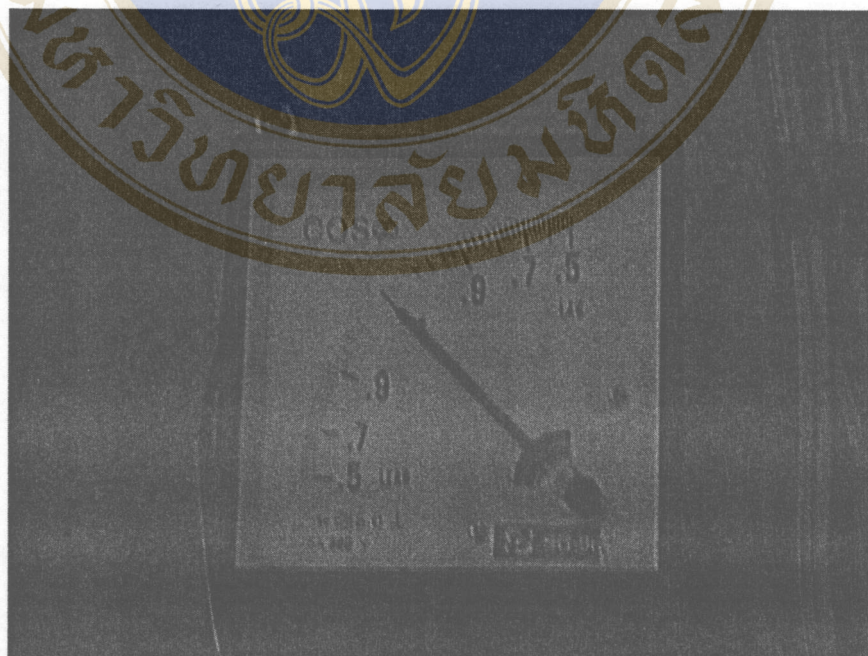
4) เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 3 ปี ซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 37 เครื่อง จะทำการตรวจวัดทั้งหมด 5 เครื่อง โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย

2. ระยะเวลาที่ทำการวัด จะทำการวัดในช่วงวันที่ 25-29 มกราคม พ.ศ. 2542

3. เครื่องมือที่ใช้ เครื่องมือวัดความเร็วอากาศ (Air Velocity Meter) , เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้น รูปที่ 3-7 และ 3-8 ประกอบ



รูปที่ 3-2 กิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์



รูปที่ 3-3 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์



รูปที่ 3-4 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าแบบคล้องสาย



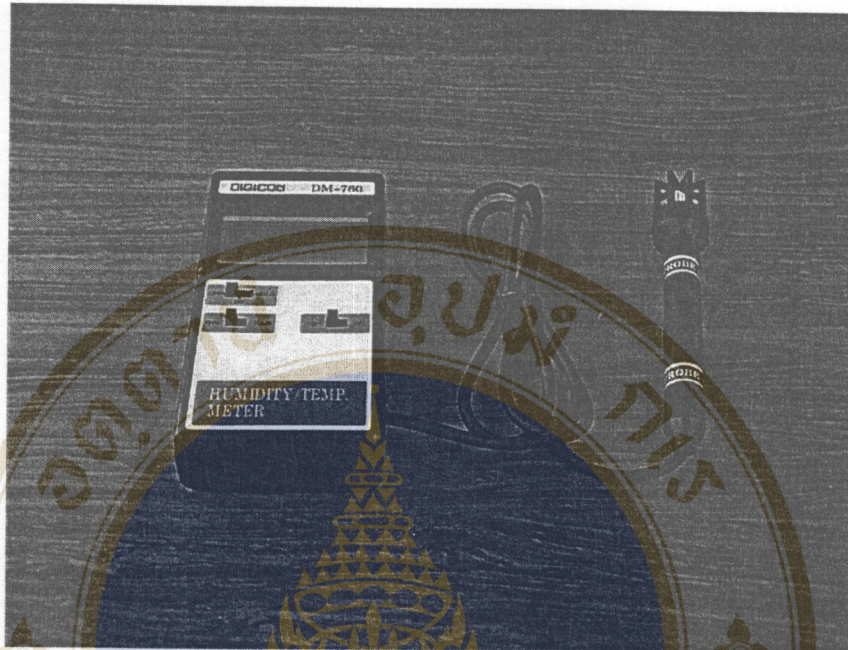
รูปที่ 3-5 เครื่องวัดค่ากระแสแบบคล้องสาย



รูปที่ 3-6 เครื่องวัดค่าระดับแสงสว่าง (Lux Meter)



รูปที่ 3-7 เครื่องมือวัดความเร็วอากาศ (Air Velocity Meter)



รูปที่ 3-8 เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น

3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลจากการสำรวจ การตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้านำมาวิเคราะห์สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังนี้

3.4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร

นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า จากกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ ที่ติดตั้งไว้ตามอาคาร นำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อชั่วโมงของแต่ละอาคารได้ดังนี้

$$P = B * C$$

เมื่อ	P = พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อปีของแต่ละอาคาร	มีหน่วยเป็น kwh/ปี
	B = พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อชั่วโมงของแต่ละอาคาร	มีหน่วยเป็น kwh
	C = ระยะเวลาการใช้งานเฉลี่ยของแต่ละอาคาร	มีหน่วยเป็น ชั่วโมง

3.4.2 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ และกำลังการติดตั้ง และ ค่าสมรรถนะการทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศ

นำข้อมูลที่ได้จากการแบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ การตรวจวัด ค่าความเร็วลม ค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณกำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องปรับอากาศ นำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ,กำลังการติดตั้ง และค่าสมรรถนะการทำความเย็น ของเครื่องปรับอากาศ ได้ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

$$Pa = A/12,000 * 1.35 * h * D$$

เมื่อ

Pa = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น kwh/ปี

A = ขนาดของเครื่องปรับอากาศรวม มีหน่วยเป็น Btu

h = จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานเครื่องปรับอากาศต่อปี มีหน่วยเป็น ชั่วโมง

D = เปอร์เซ็นต์การใช้งานเฉลี่ย

2. กำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศของแต่ละอาคาร ได้ดังต่อไปนี้

$$Ad = A/F$$

เมื่อ

Ad = กำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น Btu/m²

A = ขนาดของเครื่องปรับอากาศรวมแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น Btu

F = ขนาดพื้นที่ปรับอากาศของแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น m²

3. ค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (7)

$$ChP = kw/Ton$$

เมื่อ

ChP = ค่าสมรรถนะการทำความเย็น มีหน่วยเป็น kw/Ton

kw = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของเครื่องทำความเย็นทั้งระบบ มีหน่วยเป็น Btu

Ton = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด

ซึ่งหาได้จาก $5.707 \times 10^{-3} CMM \times \Delta H$ มีหน่วยเป็น m³

CMM = ปริมาณลมเย็นที่ไหลผ่านชุดจ่ายลมเย็น ให้ใช้ค่าจากการวัดความเร็วลมเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็น . คูณด้วยพื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยของชุดจ่ายลมเย็นนั้น มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

ΔH = ค่าแตกต่างของ Enthalpy ของอากาศที่ไหลออกจากชุดจ่ายลมเย็นและชุดจ่ายลมกลับ มีหน่วยเป็น กิโลจูล/กิโลกรัม

3.4.3 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง และค่ากำลังส่องสว่าง ของแต่ละอาคาร

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งมีรายละเอียด การใช้หลอดไฟชนิด ขนาดต่าง ๆ และการตรวจวัดค่าระดับแสงสว่าง นำมาหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ค่ากำลังส่องสว่าง และค่าระดับแสงสว่างของแต่ละอาคาร ได้ดังต่อไปนี้

1. ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

$$PL = W * h / 1,000$$

เมื่อ

PL = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีหน่วยเป็น kwh/ปี

W = กำลังไฟฟ้ารวมของหลอดไฟฟ้าแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น w

h = จำนวนชั่วโมงที่ใช้งานของหลอดไฟฟ้าต่อปี มีหน่วยเป็น ชั่วโมง

2. ค่ากำลังส่องสว่างของแต่ละอาคาร

$$Pw = W/F$$

เมื่อ

Pw = กำลังส่องสว่างต่อพื้นที่ใช้งาน มีหน่วยเป็น w/ m^2

W = กำลังไฟฟ้ารวมของหลอดไฟฟ้าแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น w

F = ขนาดพื้นที่ใช้งานของแต่ละอาคาร มีหน่วยเป็น m^2

3. ค่าระดับแสงสว่าง

3.4.4 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์

นำข้อมูลจากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด , พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ และพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของแต่ละอาคาร หาค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักร และอุปกรณ์ได้ดังนี้

$$P_e = P - P_a - P_L$$

เมื่อ

P_e = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักร อุปกรณ์ มีหน่วยเป็น Kwh/ปี

P = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในรวม มีหน่วยเป็น Kwh/ปี

P_a = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ มีหน่วยเป็น Kwh/ปี

P_L = ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีหน่วยเป็น Kwh/ปี

3.4.5 การศึกษาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากการศึกษาข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด ค่าตัวประกอบกำลัง ค่ากำลังงานไฟฟ้าของหม้อแปลงแต่ละลูก สามารถหาค่าตัวประกอบภาระ (Load factor) กำลังการสูญเสียและประสิทธิภาพของหม้อแปลงได้ดังนี้

$$LF = P / KVA$$

การสูญเสียในหม้อแปลงไฟฟ้า = Core Loss + Copper Loss

$$\text{Core Loss} = P_o * h$$

$$\text{Copper loss} = P * (LF)^2 * h$$

$$\text{ประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า} = LF * KVA \cos \phi / (LF * KVA * \cos \phi + P_o + (LF)^2 * P_k)$$

เมื่อ

LF = ตัวประกอบภาระทางไฟฟ้า มีหน่วยเป็น %

P = กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย มีหน่วยเป็น kw

KVA = พิกัดของหม้อแปลง มีหน่วยเป็น KVA

Core loss = การสูญเสียเนื่องจากแกนเหล็ก มีหน่วยเป็น kw

Copper Loss = การสูญเสียเนื่องจากแกนเหล็ก มีหน่วยเป็น kw

P_o = กำลังการสูญเสียของหม้อแปลงขณะไม่มีโหลด มีหน่วยเป็น kw

P_k = กำลังการสูญเสียของหม้อแปลงขณะมีโหลด มีหน่วยเป็น kw

H = จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อปี มีหน่วยเป็น ชั่วโมง/ปี

3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเกณฑ์ และหาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตาม พ.ร.บ.การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลจากการวิเคราะห์สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันเพื่อกำหนดเกณฑ์ และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ดังนี้

3.5.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของวิทยาลัย เปรียบเทียบกับเกณฑ์ และแนวทางที่กำหนดไว้ใน พ.ร.บ. การอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ.2535 เพื่อพิจารณาหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุง ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเกณฑ์การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารโดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังตารางที่ 3-1 ต่อไปนี้ (7)

ตารางที่ 3-1 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน โรงแรม สถานศึกษา และ โรงพยาบาล/ สถานพักฟื้น	16
(ข) ร้านขายของ ซูเปอร์มาร์เก็ต หรือศูนย์การค้า	23

3.5.2 ระบบปรับอากาศ

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์สมรรถนะในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ของวิทยาลัย เปรียบเทียบกับเกณฑ์ และแนวทางที่กำหนดไว้ใน พ.ร.บ. การอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ.2535 เพื่อพิจารณาหาแนวทางแก้ไข ปรับปรุง ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

3.5.3 กำหนดแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์หาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ที่ไม่มีการกำหนดเกณฑ์ไว้ใน พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับสภาพข้อเท็จจริง มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการ โดยพิจารณาจากระยะเวลาการคืนทุน และอัตราผลตอบแทนต่อการลงทุน

3.6 ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการทดสอบการยอมรับการจัดการพลังงานไฟฟ้าจากคณะผู้บริหาร และที่เกี่ยวข้องเป็นขั้นตอนที่ดำเนินต่อจากขั้นตอนวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเกณฑ์ และหาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตาม พ.ร.บ.การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ดำเนินการทดสอบการยอมรับแนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิค ของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง กลุ่มประชากรที่ศึกษา คือกลุ่มประชากรระดับคณะกรรมการบริหารสถานศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ซึ่งได้แก่ ผู้อำนวยการ ,ผู้ช่วยผู้อำนวยการ ,หัวหน้าคณะ และหัวหน้าแผนก รวม 22 คน

เครื่องมือที่ใช้ คือแบบสอบถาม ความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิค ตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 1 รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพปัญหา , สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี รวมทั้งแนวทางการจัดการแก้ไขปัญหา

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคุณสมบัติพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ เพศ , อายุ ตำแหน่งหน้าที่ ฯลฯ เป็นแบบสอบถามปลายปิด

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามความรู้ , ความคิดเห็น เกี่ยวกับ พ.ร.บ การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญ และอาจารย์ที่ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องชัดเจน และนำแบบสอบถามไปทดสอบ (Pre-test) กับ คณะกรรมการบริหารสถานศึกษา ของวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงจันทบุรี และวิทยานิพนธ์ วิทยาลัยการอาชีพสระบุรี และวิทยาลัยอาชีวศึกษาสระบุรี จังหวัดสระบุรี จำนวน 30 คน นำมาทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

ความเชื่อมั่นใช้วิธีของ Cronbach (39)

$$\alpha = k / (k-1) \{ 1 - \sum V_i / V_t \}$$

เมื่อ	α	คือ ค่าความเชื่อถือได้
	k	คือ จำนวน ข้อ
	V_i	คือ ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	V_t	คือ ความแปรปรวนของคะแนนรวมทุกข้อ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล นำข้อมูลที่ได้ จากการรวบรวมข้อมูลขั้นต้น , การสำรวจ และการตรวจวัดมาทำการวิเคราะห์ดังนี้

1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Description Method) เป็นการรวบรวมข้อมูลจากการเตรียมการ การสำรวจ และการตรวจวัด เพื่อทำการศึกษวิเคราะห์ทางเลือกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา และความเหมาะสมทางการเงิน สำหรับการลงทุนเพื่อการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) เป็นการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเตรียมการ การสำรวจ และการตรวจวัด เพื่อหาสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย , ร้อยละ , S.D.

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเรื่อง การใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ในครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจ ตรวจสอบ และเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งผลการศึกษาออกเป็นประเด็นต่าง ๆ ดังนี้

4.1 ผลการศึกษาศถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

4.2 ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร

4.3 ผลการศึกษาที่ได้จากแบบสอบถามการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า ของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียดของผลการศึกษาในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

4.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

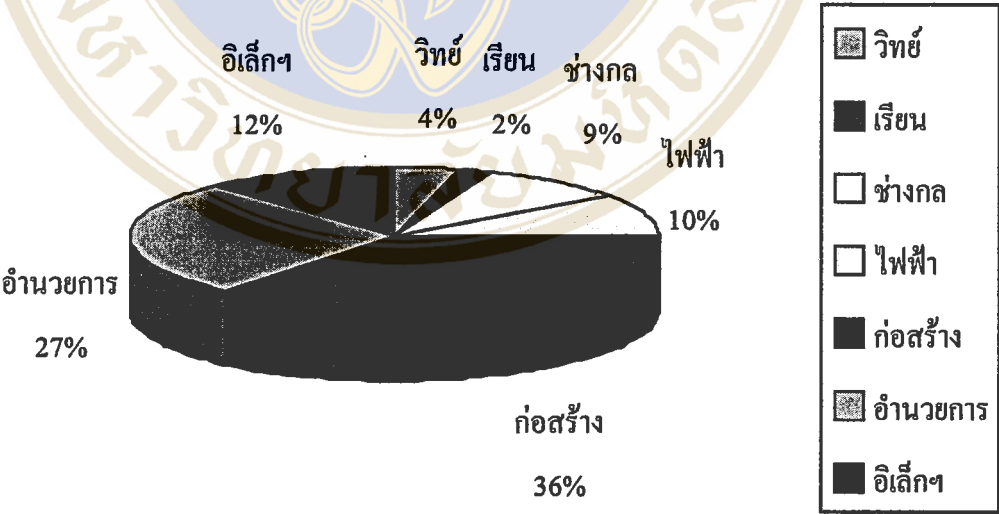
4.1.1 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งทำการติดตั้งมิเตอร์วัดชั่วโมงมิเตอร์ จำนวน 12 เครื่อง ไว้ตามอาคารรวมทั้งหมด 7 อาคาร ทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ก. พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เท่ากับ 853,660 kwh/ปี เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของแต่ละอาคาร พบว่าอาคารช่างก่อสร้างมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดคือร้อยละ 35.31 รองลงมาได้แก่ อาคารอำนวยการ ร้อยละ 27.25 อาคารอิเล็กทรอนิกส์ ร้อยละ 11.95 อาคารช่างไฟฟ้า ร้อยละ 10.44 อาคารช่างกลโรงงานร้อยละ 9.27 อาคารวิทยาศาสตร์ร้อยละ 3.62 และอาคารเรียนสามัญร้อยละ 2.16 ตามลำดับ ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 223.85 kwh/คน/ปี ดังตารางที่ 4-1 และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 บาท/kwh หรือ 53.20 kwh/m² ดังตารางที่ 4-1 และกราฟที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงปริมาณการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมแต่ละอาคาร

อาคาร	พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ย (kwh/ ช.ม.)	ระยะเวลาการใช้ เฉลี่ย(ช.ม./ปี)	พลังงานไฟฟ้า เฉลี่ย (kwh/ปี)	ร้อยละ
1. อาคารช่างก่อสร้าง *	115.94	2,600	301,444	35.31
2. อาคารอำนวยการ	77.54	3,000	232,620	27.25
3. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	39.23	2,600	102,000	11.95
4. อาคารช่างไฟฟ้า	34.28	2,600	89,128	10.44
5. อาคารช่างกลโรงงาน	30.43	2,600	79,120	9.27
6. อาคารวิทยาศาสตร์	11.88	2,600	30,888	3.62
7. อาคารเรียนสามัญ	7.10	2,600	18,460	2.16
รวม	316.4	18,600	853,660	100

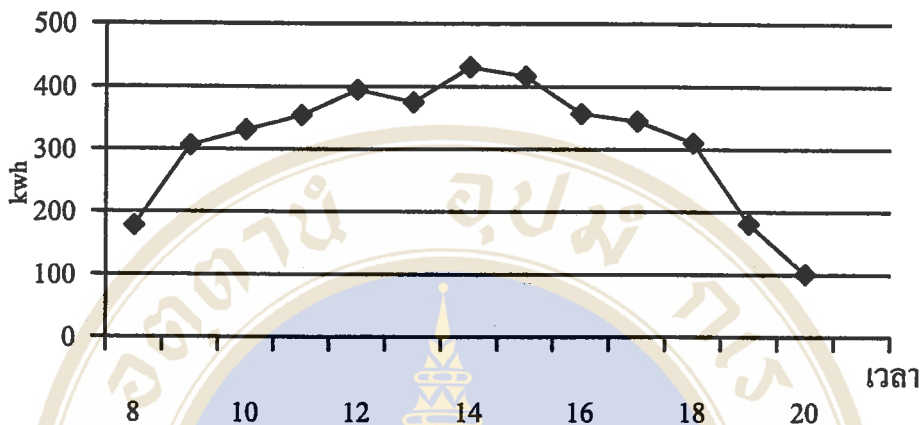
* อาคารช่างก่อสร้าง เป็นอาคารจัดการเรียนการสอนแผนกช่างยนต์ ช่างเชื่อม และช่างก่อสร้าง



กราฟที่ 4-1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของแต่ละอาคาร

จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ ทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณ การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของวิทยาลัยจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่เวลา 08.00 – 13.00 น. สูงสุดใน

ช่วงเวลา 14.00 น. และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่วันที่ 15.00-20.00 น. ดังกราฟที่ 4-2



กราฟที่ 4-2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของวิทยาลัย

4.1.2 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ และสมรรถนะในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

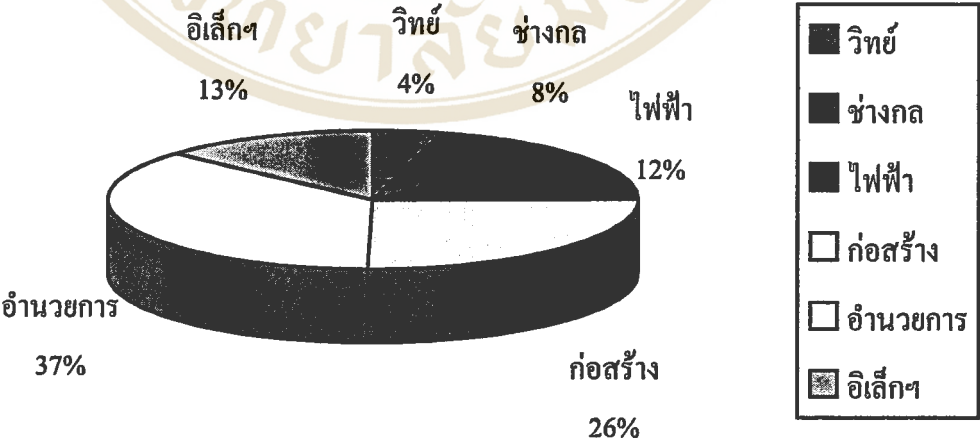
1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระบบปรับอากาศของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ก. พบว่าวิทยาลัยมีเครื่องปรับอากาศติดตั้งรวมทั้งสิ้น 99 เครื่อง และเป็นชนิดแบบแยกส่วนทั้งหมด มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศรวม 456,566.57 kwh/ปี คิดเป็นร้อยละ 53.48 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศแต่ละอาคาร อาคารที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงที่สุดคืออาคารอำนวยการ ร้อยละ 36.30 รองลงมาได้แก่อาคารช่างก่อสร้าง ร้อยละ 25.40 อาคารอิเล็กทรอนิกส์ ร้อยละ 13.42 อาคารช่างไฟฟ้าร้อยละ 12.44 อาคารช่างกลโรงงานร้อยละ 8.32 และอาคารวิทยาศาสตร์ร้อยละ 4.12 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-2 และ กราฟที่ 4-3

ตารางที่ 4-2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศแต่ละอาคาร

อาคาร	ขนาดเครื่องปรับอากาศ (BTU)	จำนวนเครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	เวลาเฉลี่ย (ช.ม./ปี)	พลังงานไฟฟ้า kwh/ปี	ร้อยละ
1. อาคารอำนวยการ	765,400	18	1,925	165,756.94	36.30
2. อาคารช่างก่อสร้าง *	1,171,500	33	880	115,978.5	25.40
3. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	618,670	18	880	61,248.33	13.42
4. อาคารช่างไฟฟ้า	573,800	15	880	56,806.20	12.44
5. อาคารช่างกลโรงงาน	383,800	11	880	37,996.2	8.32
6. อาคารวิทยาศาสตร์	189,700	4	880	18,780.4	4.12
7. อาคารเรียนสามัญ **	-	-	-	-	-
รวม	3,702,870	99	6,325	456,566.57	100

* อาคารช่างก่อสร้าง เป็นอาคารจัดการเรียนการสอนแผนกช่างยนต์ ช่างเชื่อม และช่างก่อสร้าง
** อาคารเรียนสามัญ ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ



กราฟที่ 4-3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแต่ละอาคาร

2. ผลการศึกษาการตรวจวัดค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

จากการตรวจวัดค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้ทำการตรวจวัดค่าความเร็วลมของเครื่องปรับอากาศ ณ บริเวณหน้ากากของเครื่องปรับอากาศโดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วอากาศ และวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ณ บริเวณด้านหลังกลับ และด้านหลังซ้ายของเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิและความชื้น ทำการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศรวมทั้งสิ้น 20 เครื่อง ดังแสดงรายละเอียดการตรวจวัดในภาคผนวก ก. และแสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพและค่าสมรรถนะการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศดังตารางที่ 4-3 ตารางที่ 4-3 แสดงผลการตรวจวัดประสิทธิภาพ และค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศ

ลำดับที่	อายุการใช้งานของ เครื่องปรับอากาศ (ปี)	ค่าสมรรถนะของ เครื่องปรับอากาศเฉลี่ย (กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น)	ประสิทธิภาพของ เครื่องปรับอากาศเฉลี่ย (BTU/W)
1	< 3	1.72	6.98
2	3 – 5	2.21	5.43
3	5 – 8	3.20	3.75
4	> 8	4.21	2.85
ค่าเฉลี่ย		2.84	4.23

จากตารางที่ 4-3 พบว่าเครื่องปรับอากาศที่มีค่าสมรรถนะการทำความเย็นสูงที่สุด คือ กลุ่มเครื่องปรับอากาศที่อายุการใช้งาน มากกว่า 8 ปี มีค่าสมรรถนะการทำความเย็น เท่ากับ 4.21 kw/ton รองลงมาได้แก่กลุ่มเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 5- 8 ปี มีค่าเท่ากับ 3.20 kw/ton กลุ่มเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 3- 5 ปี มีค่าเท่ากับ 2.21 kw/ton และกลุ่มเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน น้อยกว่า 3 ปี มีค่าเท่ากับ 1.72 kw/ton ตามลำดับ

4.1.3 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

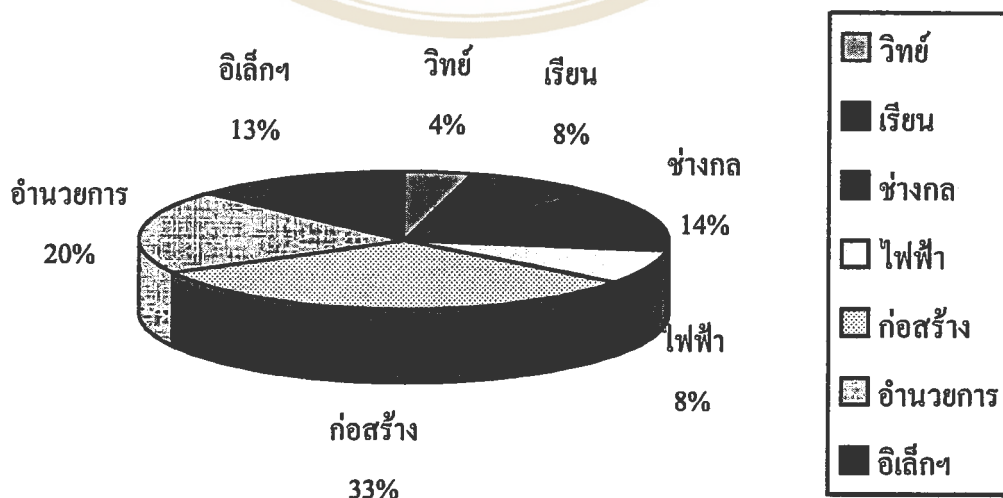
1. ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

จากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างพบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างรวมทั้งหมดของวิทยาลัย เท่ากับ 214,010.83 kwh/ปี คิดเป็น

ร้อยละ 25.07 ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของแต่ละอาคารอาคารที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดคืออาคารช่างก่อสร้าง ร้อยละ 31.54 รองลงมาได้แก่อาคารอำนวยการ ร้อยละ 19.73 อาคารช่างกลโรงงาน ร้อยละ 14.48 อาคารอิเล็กทรอนิกส์ ร้อยละ 13.46 อาคารเรียนสามัญ ร้อยละ 8.47 อาคารช่างไฟฟ้า ร้อยละ 8.15 และอาคารวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 4.17 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4-4 และกราฟที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

อาคาร	กำลังไฟฟ้า รวม(วัตต์)	เวลาเฉลี่ย (ชม./ปี)	พลังงานไฟฟ้า (kwh/ปี)	ร้อยละ
1. อาคารช่างก่อสร้าง	63,904	1,200	67,482.62	31.54
2. อาคารอำนวยการ	15,356	2,750	42,229	19.73
3. อาคารช่างกลโรงงาน	25,824	1,200	30,988.8	14.48
4. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	24,012	1,200	28,814.41	13.46
5. อาคารเรียนสามัญ	15,112	1,200	18,134.4	8.47
6. อาคารช่างไฟฟ้า	14,536	1,200	17,443.2	8.15
7. อาคารวิทยาศาสตร์	7,432	1,200	8,918.4	4.17
รวม	166,176	9,950	214,010.83	100



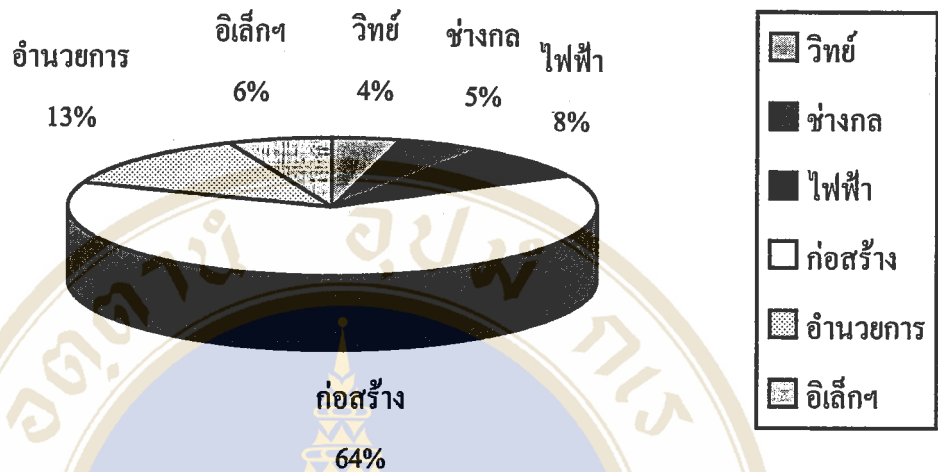
กราฟที่ 4-4 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละอาคาร

4.1.4 ผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์

จากข้อมูลจากการสำรวจพบว่า มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ เท่ากับ 183,092.60 kwh/ปี คิดเป็นร้อยละ 21.45 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์แต่ละอาคารพบว่า อาคารช่างก่อสร้างมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์สูงสุด ร้อยละ 64.44 รองลงมาได้แก่อาคารอำนวยการ ร้อยละ 13.45 อาคารช่างไฟฟ้า ร้อยละ 8.13 อาคารอิเล็กทรอนิกส์ ร้อยละ 6.52 อาคารช่างกลโรงงาน ร้อยละ 5.54 อาคารวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 1.74 และ อาคารเรียนสามัญ ร้อยละ 0.18 ดังแสดงในตารางที่ 4-5 และกราฟที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงผลการศึกษาปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์แต่ละอาคาร

อาคาร	พลังงานไฟฟ้ารวม (kwh/ปี)	พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักร (kwh/ปี)	ร้อยละ
1. อาคารช่างก่อสร้าง	301,444	117,982.88	64.44
2. อาคารอำนวยการ	232,620	24,634.06	13.45
3. อาคารช่างไฟฟ้า	89,128	14,878.60	8.13
4. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	102,000	11,937.26	6.52
5. อาคารช่างกลโรงงาน	79,120	10,135	5.54
6. อาคารวิทยาศาสตร์	30,888	3,199.20	1.74
7. อาคารเรียนสามัญ	18,460	325.6	0.18
รวม	853,660	183,092.60	100



กราฟที่ 4-5 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคาร

4.1.5 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

จากการตรวจวัด ค่ากำลังไฟฟ้า และค่าตัวประกอบกำลัง ของหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 2 ลูกของทางวิทยาลัย โดยการเก็บข้อมูล ตั้งแต่วันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ 2542 ทุกๆ 1 ชั่วโมง ซึ่งมีรายละเอียดข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ก. และแสดงผลการตรวจวัด ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 แสดงผลการศึกษาค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor)

หม้อแปลง	พิกัด (KVA)	กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (kw)	Power factor
1	500	305.61	0.69
2	500	177.51	0.76
รวม	1000	483.12	1.45
ค่าเฉลี่ย		241.56	0.73

จากตารางที่ 4-6 พบว่าหม้อแปลงแต่ละลูกมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย และค่าตัวประกอบกำลังดังนี้ หม้อแปลงลูกที่ 1 มีค่าเท่ากับ 305.61 kw และ 0.69 หม้อแปลงลูกที่ 2 มีค่าเท่ากับ 177.51 kw และ 0.76 ตามลำดับ จากข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดสามารถคำนวณหาค่าตัวประกอบภาระ (Load factor) กำลังการสูญเสีย และประสิทธิภาพของหม้อแปลงได้ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 แสดงผลการศึกษาตัวประกอบภาระ, กำลังการสูญเสีย และประสิทธิภาพของหม้อแปลง

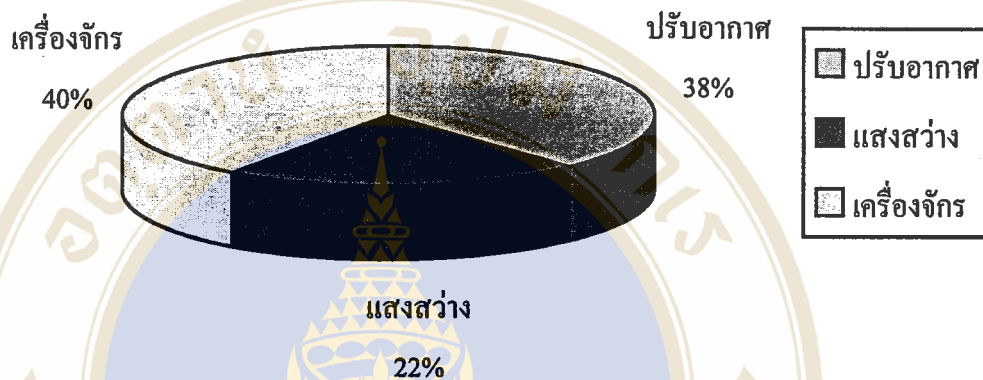
หม้อแปลง	พิกัด (KVA)	ตัวประกอบภาระ	กำลังการสูญเสีย (kw)			ประสิทธิภาพ (%)
			Core loss	Copper loss	รวม	
1	500	0.89	10,074	12,237.94	22,183.25	99
2	500	0.47	10,074	3,365.52	13,439.52	98
รวม	1,000	1.36	20,148	15,603.46	35,622.77	

จากตารางที่ 4-7 พบว่า ค่าตัวประกอบภาระในหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละลูก มีค่าเท่ากับ 0.89 และ 0.47 ตามลำดับมีกำลังการสูญเสียในหม้อแปลงเท่ากับ 22,183.25 kw / ปี และ 13,439.52 kw / ปี ตามลำดับ และประสิทธิภาพของหม้อแปลง มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 99 และ 98 ตามลำดับ

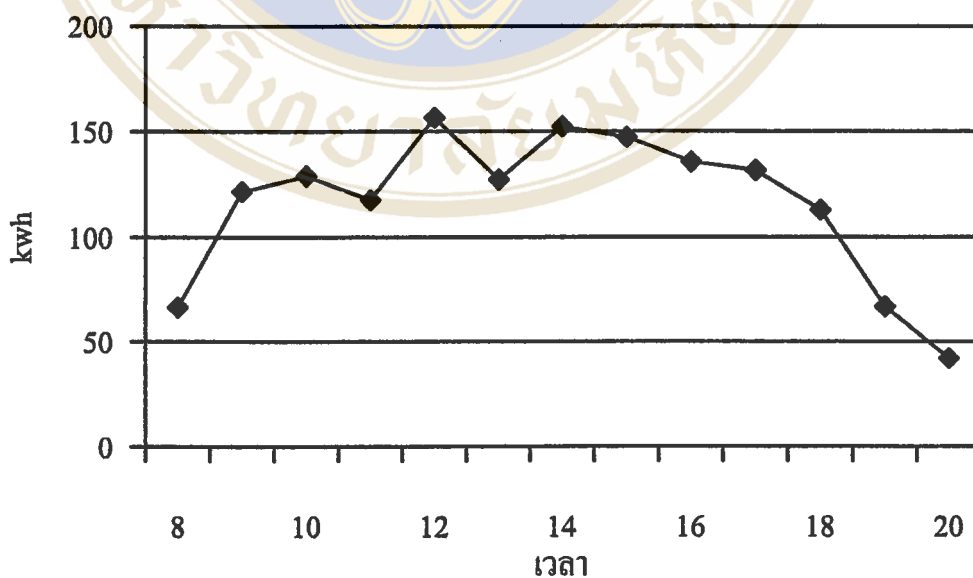
4.2 ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร

4.2.1 อาคารช่างก่อสร้าง

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคารอาคาร พบว่าอาคารช่างก่อสร้าง มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับหนึ่ง คิดเป็นร้อยละ 35.13 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่างพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรอุปกรณ์สูงสุดเท่ากับ 117,982 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 115,978 และ 67,482 kwh ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟที่ 4-6



กราฟที่ 4-6 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่วงก่อสร้าง



กราฟที่ 4-7 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารช่วงก่อสร้าง

จากกราฟที่ 4-7 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากกิโวลต์ดซ์ชั่วโมงมิเตอร์ ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารช่วงก่อสร้างจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่เวลา 08.00 – 11.00 น. สูงสุดในช่วงเวลา 13.00 น. และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่วันที่ 15.00-20.00

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่วงก่อสร้าง

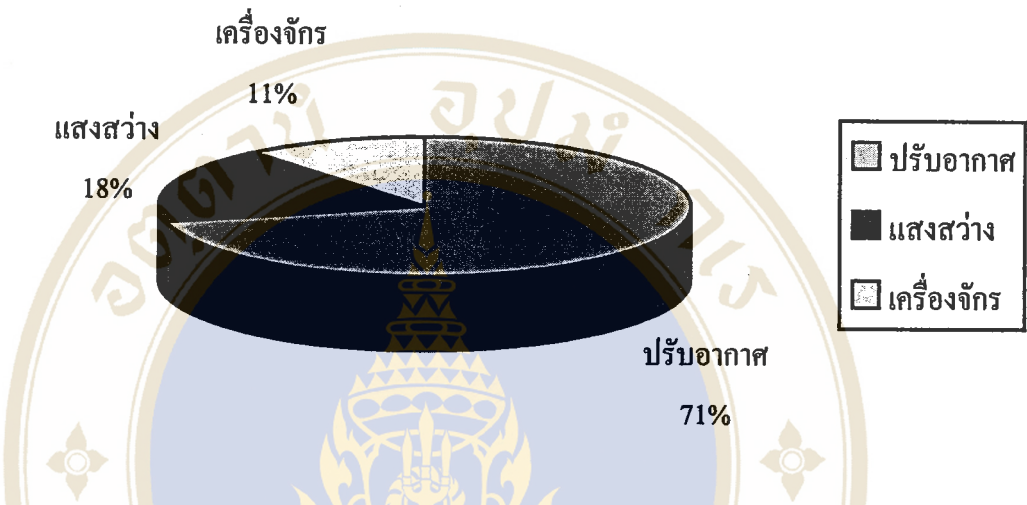
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ	
- ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	1,050 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	15.3 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย	229 Lux
3. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	82.90 kwh/m ²

จากตารางที่ 4-8 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารช่วงก่อสร้างมีค่าเท่ากับ 1,050 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 15.3 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 229 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 82.90 kwh/m²

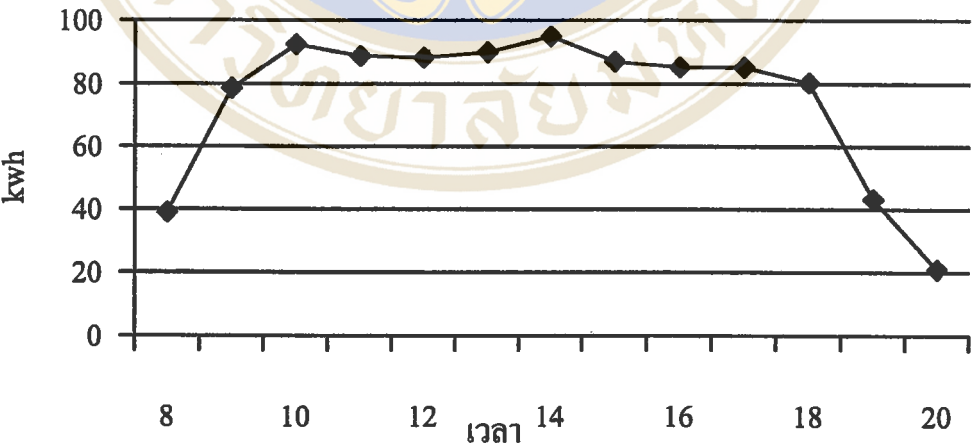
4.2.2 อาคารอำนวยการ

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่า อาคารอำนวยการ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับสอง คือคิดเป็นร้อยละ 27.25 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดเท่ากับ 165,756 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบ

เครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 42,229 และ 24,634 kwh ตามลำดับ
ดังแสดงในกราฟที่ 4-8



กราฟที่ 4-8 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอำนวยการ



กราฟที่ 4-9 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารอำนวยการ

จากกราฟที่ 4-9 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากกิโวลต์คัทซ์วอมมิเตอร์ ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารอำนวยการจะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่เวลา 08.00 – 11.00 น. สูงสุดในช่วงเวลา 14.00 น. และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่เวลา 18.00-20.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-9

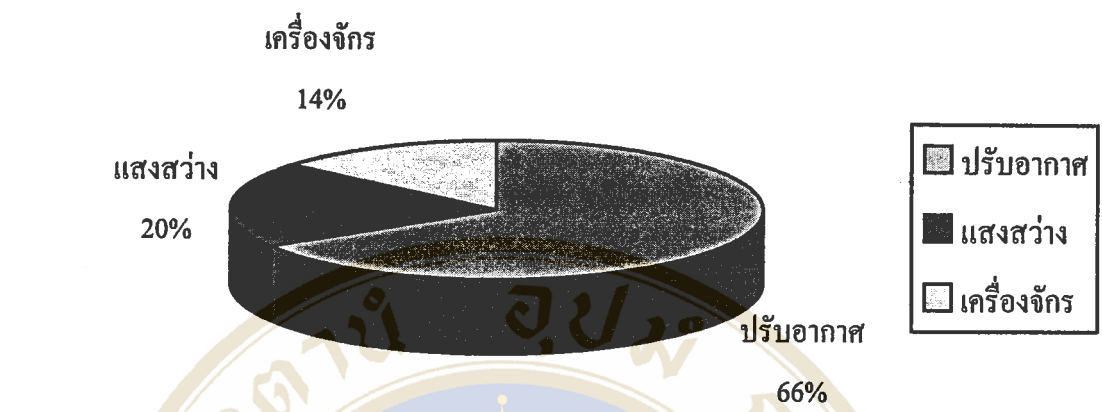
ตารางที่ 4-9 คำนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอำนวยการ

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ	
- ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	787.44 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	15.8 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่าง	257 Lux
3. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	239.3 kwh/m ²

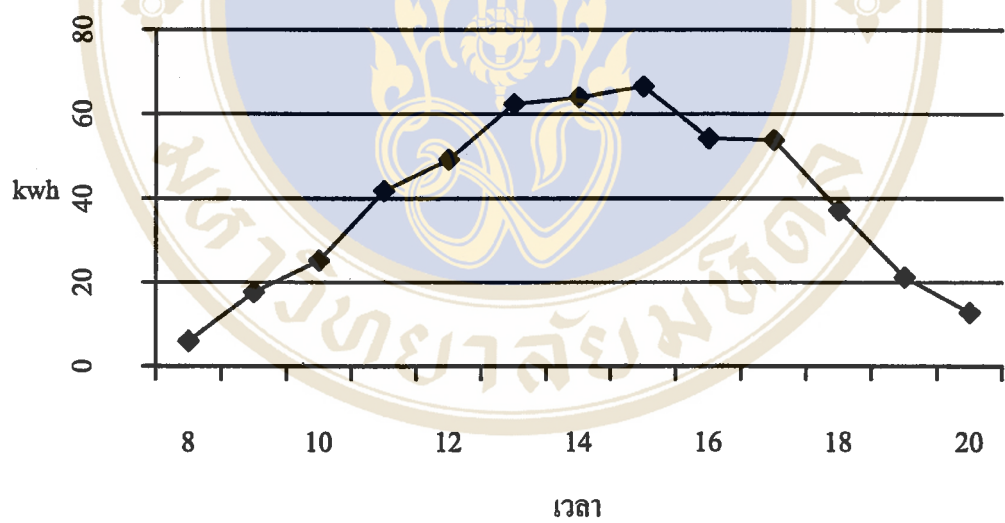
จากตารางที่ 4-9 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารอำนวยการ มีค่าเท่ากับ 787.44 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 15.8 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 257 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 239.3 kwh/m²

4.2.3 อาคารอิเล็กทรอนิกส์

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่า อาคารอิเล็กทรอนิกส์มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับสาม คือคิดเป็นร้อยละ 11.95 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดเท่ากับ 56,806 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 17,443 และ 11,937 kwh ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟที่ 4-10



กราฟที่ 4-10 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิเล็กทรอนิกส์



กราฟที่ 4-11 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารอิเล็กทรอนิกส์

จากกราฟที่ 4-11 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ชั่วโมงมิเตอร์ ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารอิเล็กทรอนิกส์จะเริ่มเพิ่มสูงขึ้น ตั้งแต่เวลา 08.00 น. สูงสุดในช่วงเวลาประมาณ 15.00 น. และปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจะเริ่มลดต่ำลงตั้งแต่วันที่ 16.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอิเล็กทรอนิกส์

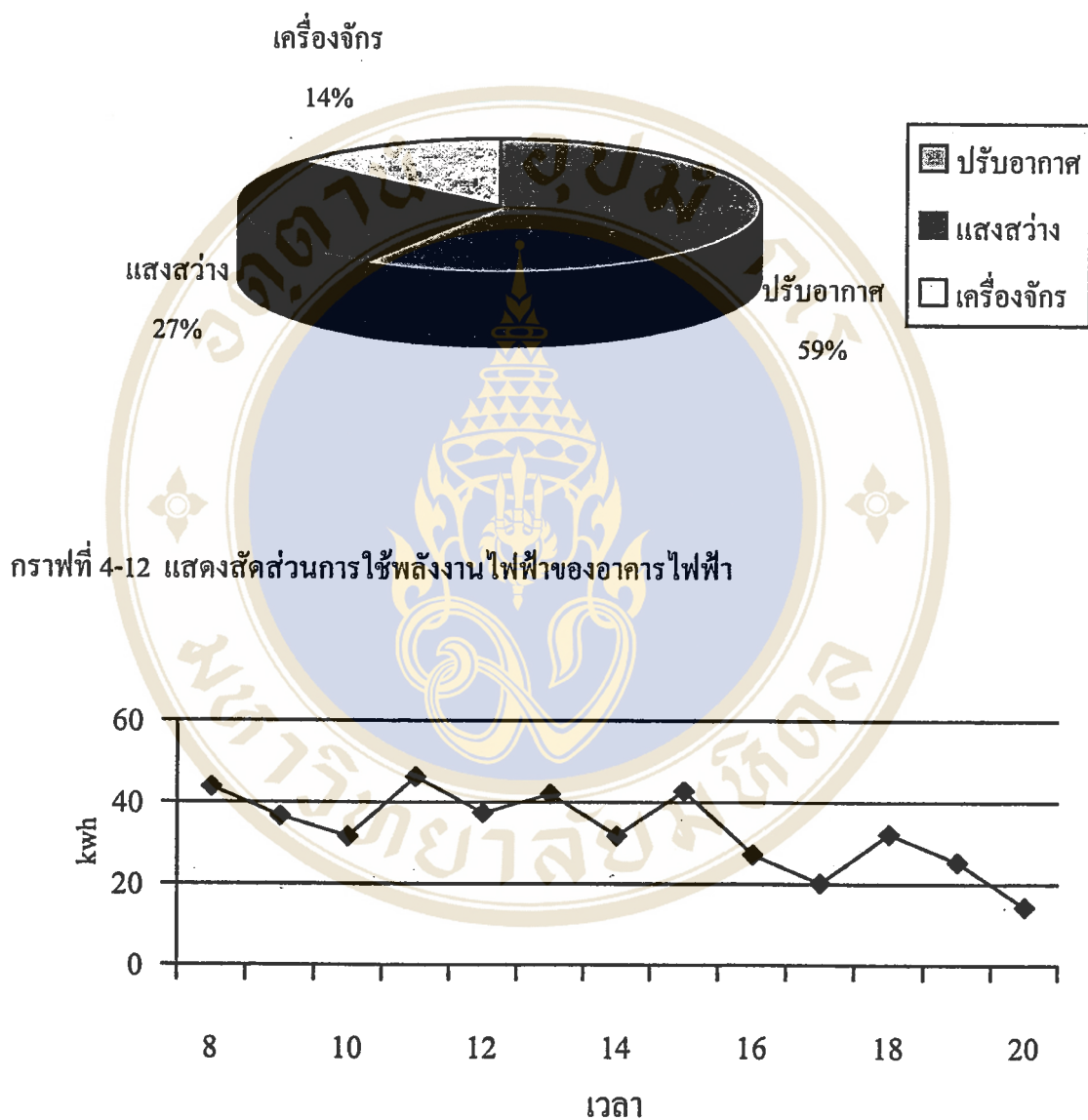
ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ - ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	1,081 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง - ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย - ค่าระดับแสงสว่าง	9.7 w/m ² 244 Lux
3. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	41.29 kwh/m ²

จากตารางที่ 4-10 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารอิเล็กทรอนิกส์มีค่าเท่ากับ 1,081 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 9.7 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 244 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 41.29 kwh/m²

4.2.4 อาคารไฟฟ้า

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่าอาคารไฟฟ้า มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับสี่ คือคิดเป็นร้อยละ 10.44 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดเท่ากับ 61,248 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบ เครื่องจักร

และอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 28,814 และ 14,878 kwh ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟที่ 4-12



กราฟที่ 4-12 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารไฟฟ้า

กราฟที่ 4-13 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารไฟฟ้า

จากกราฟที่ 4-13 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ตั้งชั่วโมงมิเตอร์ ตั้งแต่เวลา 07.00 – 20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดเวลา 11.00 น. และต่ำสุดในช่วงเวลา 20.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-11

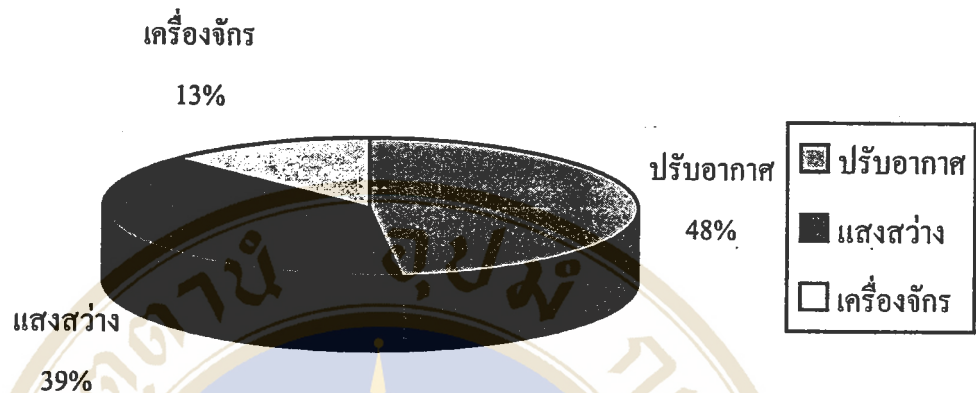
ตารางที่ 4-11 คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารไฟฟ้า

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ	
- ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	1,167 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	6.3 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่าง	396 Lux
3. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	38.64 kwh/m ²

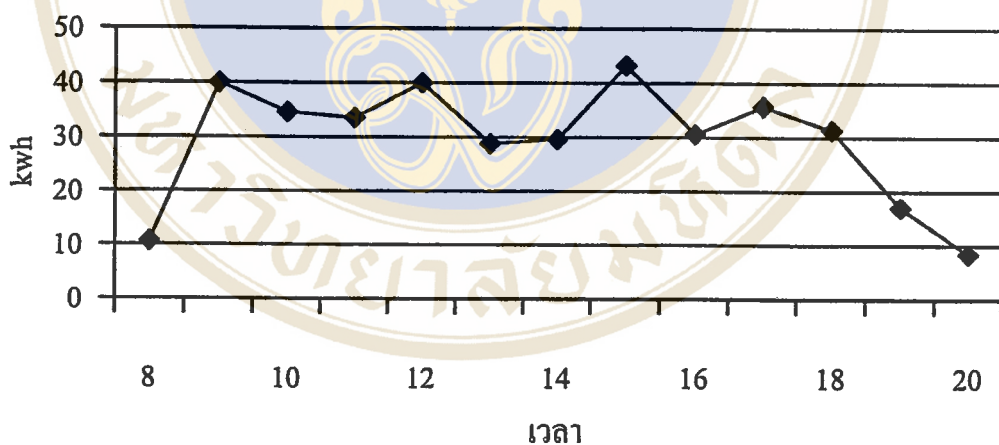
จากตารางที่ 4-11 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 1,167 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 6.3 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 396 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 38.64 kwh/m²

4.2.5 อาคารช่างกลโรงงาน

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่า อาคารช่างกลโรงงาน มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับห้า คือคิดเป็นร้อยละ 9.27 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดเท่ากับ 37,996 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 30,988 และ 10,135 kwh ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟที่ 4-14



กราฟที่ 4-14 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่วงกลางวัน



กราฟที่ 4-15 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารช่วงกลางวัน

จากกราฟที่ 4-15 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์วัดชั่วโมงมิเตอร์ ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดเวลา 15.00 น. และต่ำสุดในช่วงเวลา 20.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-12

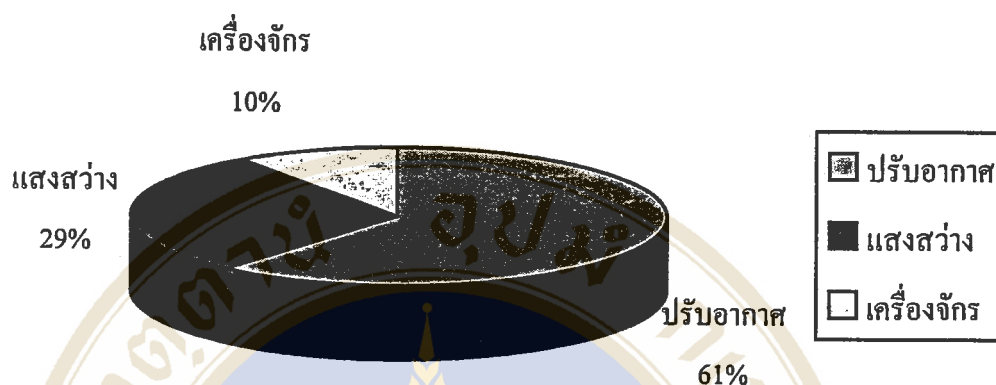
ตารางที่ 4-12 คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารช่วงกลโรงงาน

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ	
- ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	969 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	5.38 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่าง	318 Lux
3. คำนวณพลังงานต่อพื้นที่	16.48 kwh/m ²

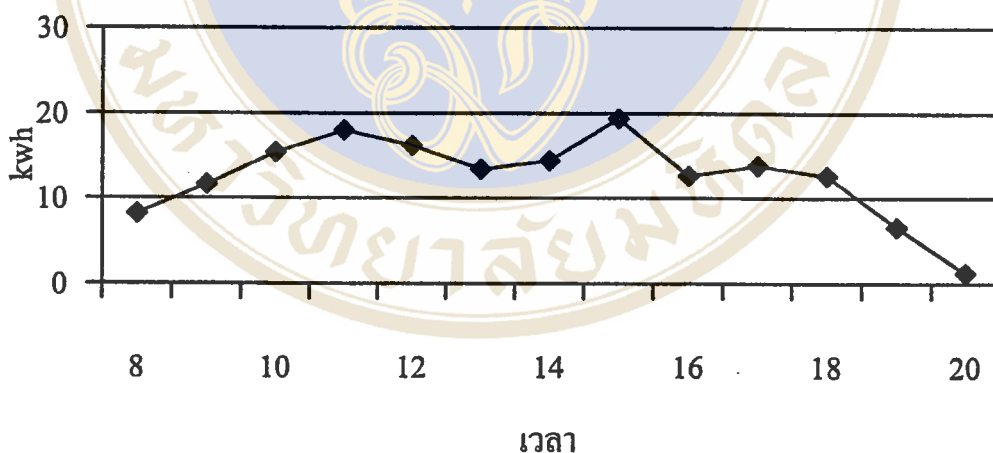
จากตารางที่ 4-12 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารช่วงกลโรงงาน มีค่าเท่ากับ 969 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 5.38 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 318 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 16.48 kwh/m²

4.2.6 อาคารวิทยาศาสตร์

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่า อาคารวิทยาศาสตร์ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ามากเป็นอันดับหก คือคิดเป็นร้อยละ 3.62 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดเท่ากับ 18,780 kwh รองลงมาได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 8,918 และ 3,199 kwh ตามลำดับ ดังแสดงในกราฟที่ 4-16



กราฟที่ 4-16 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยาศาสตร์



กราฟที่ 4-17 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารวิทยาศาสตร์

จากกราฟที่ 4-17 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ชั่วโมงมิเตอร์ ทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 –20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารวิทยาศาสตร์จะอยู่ในช่วงประมาณ 8-20 kwh และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดเวลา 15.00 น. และต่ำสุดในช่วงเวลา 20.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-13

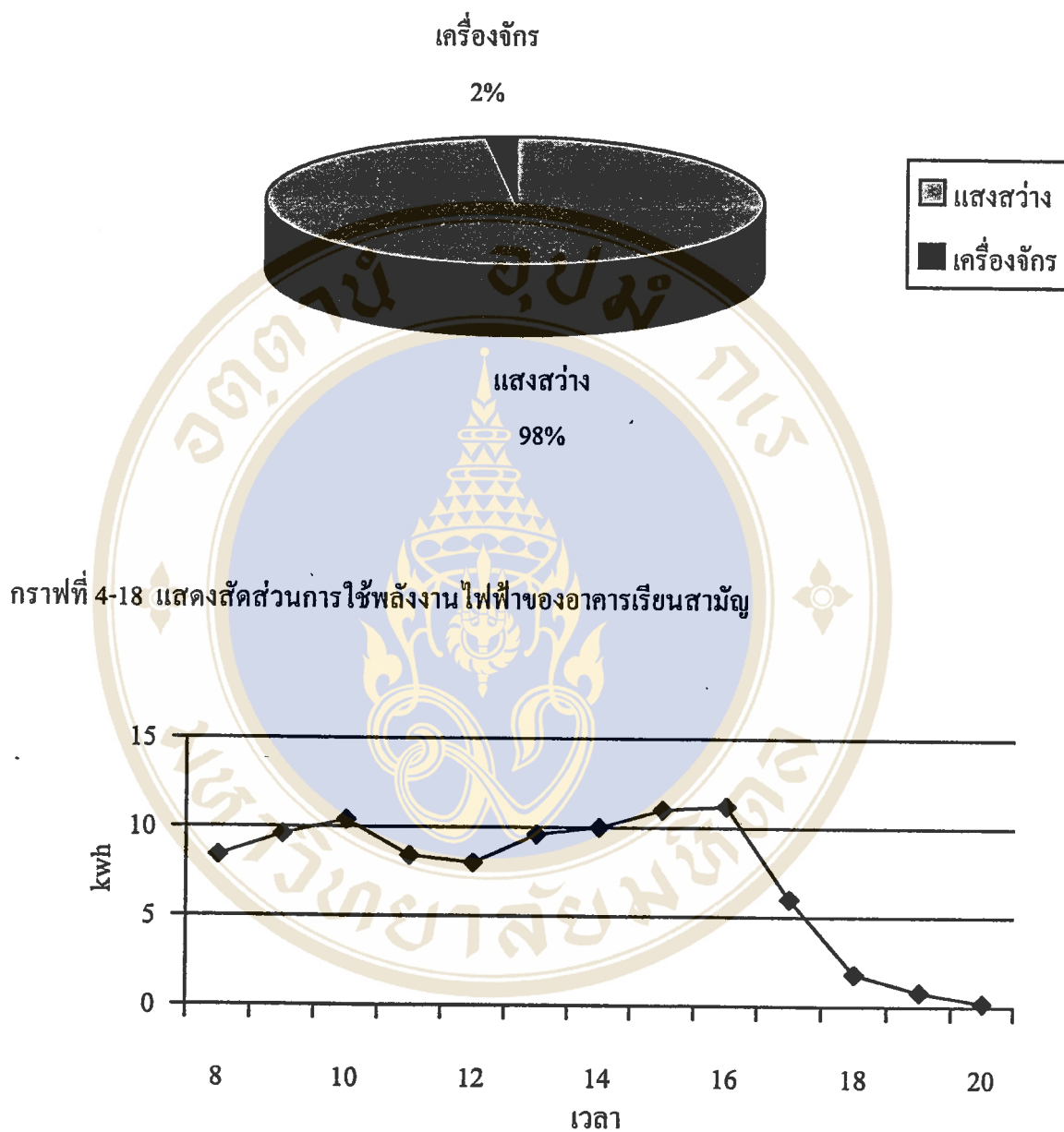
ตารางที่ 4-13 คำนวณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิทยาศาสตร์

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบปรับอากาศ	
- ค่ากำลังการติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย	1,204 Btu/m ²
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	10.19 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่าง	338 Lux
3. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	42.37 kwh/m ²

จากตารางที่ 4-13 พบว่ากำลังการติดตั้งของเครื่องปรับอากาศของอาคารวิทยาศาสตร์มีค่าเท่ากับ 1,204 Btu/m² ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 10.19 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 338 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 42.37 kwh/m²

4.2.7 อาคารเรียนสามัญ

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร พบว่า อาคารเรียนสามัญ มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด คือคิดเป็นร้อยละ 3.62 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ พบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สูงสุดเท่ากับ 18,134 kwh รองลงมาคือ ระบบ เครื่องจักรและอุปกรณ์ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 325 ดังแสดงในกราฟที่ 4-18



กราฟที่ 4-19 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของอาคารเรียนสามัญ

จากกราฟที่ 4-19 เป็นค่าที่ได้จากการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ชั่วโมงมิเตอร์ ทุกชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 07.00 – 20.00 น. เป็นระยะเวลา 5 วัน ดังข้อมูลในภาคผนวก ก. พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยเฉลี่ยของอาคารเรียนสามัญอยู่ในช่วง 0-11 kwh อยู่ตลอดเวลา และมีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยสูงสุดเวลา 17.00 น. และต่ำสุดในช่วงเวลา 20.00 น.

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสำรวจระบบไฟฟ้า แบบสำรวจเครื่องปรับอากาศ และการตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า มีค่าดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารเรียนสามัญ

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้า	ผลการศึกษา
1. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	
- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย	13.32 w/m ²
- ค่าระดับแสงสว่าง	360 Lux
2. ดัชนีพลังงานต่อพื้นที่	16.28 kwh/m ²

จากตารางที่ 4-14 พบว่า ค่ากำลังแสงสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 13.32 w/m² ค่าระดับแสงสว่างเฉลี่ย 360 Lux และดัชนีพลังงานต่อพื้นที่ 16.28 kwh/m²

4.3 ผลการศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจวัดเบื้องต้น มาทำการวิเคราะห์หาแนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดให้ดำเนินการดังนี้ (40)

1. การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม
2. การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
3. การใช้และการติดตั้งเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

จากแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าตามที่ พ.ร.บ. กำหนด ได้เสนอแนวทางการประหยัดพลังงานในวิทยาลัยเทคนิคดังต่อไปนี้

4.3.1 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

จากผลการตรวจวัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี มีปริมาณการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศสูงถึงร้อยละ 53.48 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จึงควรที่จะมีการวางแผนแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศได้ดังนี้

1. ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจมีการใช้เครื่องปรับอากาศในบริเวณต่างๆ รวม 99 เครื่อง คิดเป็นความสามารถในการทำความเย็น 308.57 ตัน และคิดเป็นพลังงานไฟฟ้า 456,566.57 kwh/ปี เวลาในการใช้งานเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 07.30 – 19.30 น. ชั่วโมงการใช้งานเฉลี่ย 11 ชม./วัน

- ลดจำนวนชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศลงวันละ 4 ชั่วโมง

โดยปิดเครื่องปรับอากาศดังนี้

ช่วงเช้า	07.30 - 09.00	น.
ช่วงกลางวัน	12.00 - 13.00	น.
ช่วงเย็น	18.00 - 19.30	น.

สามารถประหยัดพลังงานในอาคารอำนวยการได้

$$= 63.78 \times 1.35 \times 665$$

$$= 57,310.16 \quad \text{kwh/ปี}$$

สามารถประหยัดพลังงานในอาคารอื่นๆ จำนวน 6 อาคารได้

$$= 244.79 \times 1.35 \times 272$$

$$= 89,886.89 \quad \text{kwh/ปี}$$

รวมเป็นพลังงานที่ประหยัดได้

$$= 147,197.04 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อปี

$$= 147,197.04 \times 2.26$$

$$= 332,665 \quad \text{บาท/ปี}$$

- ลดจำนวนชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศลงวันละ 3 ชั่วโมง

โดยปิดเครื่องปรับอากาศดังนี้

ช่วงเช้า	07.30 - 08.30	น.
ช่วงกลางวัน	12.00 - 13.00	น.
ช่วงเย็น	18.30 - 19.30	น.

สามารถประหยัดพลังงานได้

$$= 110,398.61 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อปี

$$= 249,500 \quad \text{บาท/ปี}$$

- ลดจำนวนชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศลงวันละ 2 ชั่วโมง
โดยปิดเครื่องปรับอากาศดังนี้

ช่วงเช้า	08.00 - 08.30	น.
ช่วงกลางวัน	12.00 - 13.00	น.
ช่วงเย็น	19.00 - 19.30	น.

สามารถประหยัดพลังงานได้

$$= 73,601.2 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อปี

$$= 166,338 \quad \text{บาท/ปี}$$

- ลดจำนวนชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศลงวันละ 1 ชั่วโมง
โดยปิดเครื่องปรับอากาศดังนี้

ช่วงกลางวัน	12.00 - 13.00	น.
-------------	---------------	----

สามารถประหยัดพลังงานได้

$$= 36,800.6 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อปี

$$= 83,169 \quad \text{บาท/ปี}$$

2. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

เครื่องปรับอากาศที่ทำการสำรวจส่วนใหญ่ขาดการบำรุงรักษา ชุด Condensing Unit แผ่นกรองอากาศ อยู่ในสภาพสกปรก มีฝุ่นละอองจำนวนมาก ปกติเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีการบำรุงรักษาและทำความสะอาดชุด Condensing Unit เมื่อเทียบกับเครื่องที่มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ จะมีการใช้พลังงานต่างกันตามตารางที่ 4-15 ดังนี้

ตารางที่ 4-15 เปรียบเทียบสภาพเครื่องปรับอากาศที่ไม่มีการบำรุงรักษากับเครื่องที่มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ (25)

	สภาพเครื่องปรับอากาศ ที่ไม่มีการบำรุงรักษา	สภาพเครื่องปรับอากาศ ที่มีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ	ผลต่าง
EVAP TEMP	7.2 C	7.2 C	-
COOL TEMP	54.5 C	51 C	3.4
AMBIENT	35 C	35 C	-
POWER (W)	3,700	3,590	110
BTU	27,900	29,340	1,440
BTU / W	7.54	8.17	0.63

$$\begin{aligned}\text{ผลต่างที่ประหยัดได้} &= (0.63 \times 100) / 8.17 \\ &= 7.7 \%\end{aligned}$$

ดังนั้นหลังการล้างเครื่องปรับอากาศทั้งหมด จำนวน 99 เครื่อง คาดว่าจะสามารถประหยัดพลังงานได้

$$\begin{aligned}&= 513,362.77 \times 0.077 \quad \text{kwh/ปี} \\ &= 39,528.93 \quad \text{kwh/ปี}\end{aligned}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้

$$\begin{aligned}&= 39,528.93 \times 2.26 \quad \text{บาท/ปี} \\ &= 89,335.39 \quad \text{บาท/ปี}\end{aligned}$$

การลงทุนบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ ประมาณเครื่องละ 700 บาทต่อครั้งต่อปี ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

$$\begin{aligned}&= 700 \times 99 \quad \text{บาท} \\ &= 69,300 \quad \text{บาท}\end{aligned}$$

ระยะเวลาคืนทุน

$$\begin{aligned}&= \text{เงินลงทุน} / \text{เงินที่ประหยัดได้} \\ &= 69,300 / 89,335.39 \\ &= 0.78 \text{ ปี หรือ } 9.3 \text{ เดือน}\end{aligned}$$

หาค่า IRR จากเงินลงทุน 69,300 บาท ที่ระยะเวลา 1 ปี เท่ากับ 28.91 %

3. การใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง

จากผลการตรวจวัดเพื่อคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องปรับอากาศจำนวน 20 เครื่อง มีค่าสมรรถนะการทำความเย็นโดยเฉลี่ย 2.82 kwh/ton ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศคือเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูงประมาณ 9.6 Btu/w และมีค่าสมรรถนะการทำความเย็นเท่ากับ 1.25 kw/ton พร้อมระบบป้องกันไฟตกและไฟเกิน(Save Guard) ของคอมเพรสเซอร์

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้จากตึกอำนวยการ

$$= (2.82 - 1.25) \times 63.78 \times 1,925$$

$$= 192,759.11 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้จากอาคารอื่นๆ รวม 6 อาคาร

$$= (2.82 - 1.25) \times 244.79 \times 880$$

$$= 338,201.86 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้

$$= (192,759.11 + 338,201.86) \times 2.26$$

$$= 1,199,971.80 \quad \text{บาท/ปี}$$

การลงทุนติดตั้งเครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูงจำนวน 99 เครื่อง มีค่าใช้จ่าย

ดังนี้

- ค่าวัสดุอุปกรณ์	4,628,600	บาท
- ค่ารื้อถอนและติดตั้ง	445,500	บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	5,074,100	บาท
ระยะเวลาคืนทุน	= เงินลงทุน/เงินที่ประหยัดได้	
	= 5,074,100/ 1,199,971.80	
	= 4.23 ปี	

อัตราผลตอบแทนการลงทุน = 25 % (คิดที่ระยะเวลา 10 ปี)

4.3.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าในระบบแสงสว่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าประมาณ 214,010.83 kwh/ปี คิดเป็นร้อยละ 25.07 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดของวิทยาลัย แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสามารถทำได้ดังนี้

1. ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง (Reflector)

จากผลการศึกษาของพงษ์เดช คุณะสาวพันธ์ (41) พบว่าเมื่อนำแผ่นสะท้อนแสงไปติดตั้งหลังหลอดไฟฟ้า จะได้ปริมาณแสงออกมาเป็น 2 เท่า ของการใช้หลอดกับโคมไฟธรรมดา ซึ่งทดลองโดยวัดค่าระดับแสงสว่างด้วยลักซ์มิเตอร์ ที่ระยะห่าง 1.5 ฟุต จากหลอดไฟขนาด 10 วัตต์ จำนวน 2 หลอด โดยใช้โคมธรรมดาวัดค่าความสว่างได้ประมาณ 1,500 ลักซ์ ส่วนการวัดค่าความสว่างของหลอดไฟขนาด 10 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงจะวัดค่าความสว่างได้ประมาณ 1,600 ลักซ์ ดังนั้นเมื่อปรับปรุงโดยใช้แผ่นสะท้อนแสงจึงสามารถลดจำนวนหลอดลงได้จำนวน 1 หลอด โดยที่ค่าระดับแสงสว่างไม่เปลี่ยน จะสามารถลดจำนวนหลอดลงได้ตามตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 แสดงการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างแยกตามอาคาร

อาคาร	ชนิดหลอด	จำนวนโคม	รวมหลอดหลังปรับปรุง	จำนวนหลอดที่ลดลง
อาคารอำนวยการ	F36 x 2	164	164	164
อาคารวิทยาศาสตร์	FL36 x 2	80	80	80
อาคารอิเล็กทรอนิกส์	FL36 x 2	231	231	231
อาคารช่างไฟฟ้า	FL36 x 2	146	146	146
อาคารเรียนสามัญ	FL36 x 2	162	162	162
อาคารช่างกลโรงงาน	FL36 x 2	279	279	279
อาคารช่างก่อสร้าง	FL36 x 2	600	600	600
รวม		1,662	1,662	1,662

สามารถประหยัดพลังงานได้

- อาคารอำนวยการ

$$= (164 \times 36) \times 2,750/1000$$

$$= 16,236 \quad \text{kwh/ปี}$$

- อาคารอื่นๆ

$$= (1,498 \times 36) \times 1,760/1000$$

$$= 94,913.28 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นพลังงานที่ประหยัดได้

$$= 16,236 + 94,913.28$$

$$= 111,149.28 \quad \text{kwh/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่ประหยัดได้

$$= 111,149.28 \times 2.26$$

$$= 251,197.37 \quad \text{บาท/ปี}$$

แผ่นสะท้อนแสงพร้อมชุดโคมไฟรวมค่าติดตั้งชุดละ 500 บาท

เงินลงทุน

$$= 500 \times 1,662$$

$$= 831,000 \quad \text{บาท}$$

ระยะเวลาคืนทุน

$$= \text{เงินลงทุน/เงินที่ประหยัดได้}$$

$$= 831,000/251,197.37$$

$$= 3.30 \quad \text{ปี}$$

อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)

$$= 16 \quad \%$$

2 การเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดหลอดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

จากผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง จากภาคผนวก ก. พบว่ามีกำลังสูญเสียจากบัลลาสต์ชนิดหลอดขนาด 36 W ประมาณ 10 W และสูญเสียจากบัลลาสต์ขนาด 18 W ประมาณ 8 W (42) รวมเป็นกำลังสูญเสียจากบัลลาสต์ชนิดหลอดประมาณ 35.26 kw คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไป 62,061.12 kwh/ปี ดังนั้น สามารถลดกำลังสูญเสียเนื่องจากบัลลาสต์ชนิดหลอดได้ โดยเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีกำลังการสูญเสียเพียง 3 w เท่านั้น ดังนั้นสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

พลังงานสูญเสียไปเนื่องจากใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

$$= 3,548 \times 3$$

$$= 10,644 \text{ W}$$

สามารถประหยัดพลังงานได้

$$= (35,262 - 10,644) \times 1,760/1000$$

$$= 43,327.68 \text{ kwh/ปี}$$

คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้

$$= 43,327.68 \times 2.26$$

$$= 97,920.56 \text{ บาท/ปี}$$

เงินลงทุนติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

$$= 3,548 \times 150$$

$$= 532,200$$

ระยะเวลาคืนทุน

$$= 5.44 \text{ ปี}$$

อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR) = 13 %

จากข้อมูลข้างต้น ถ้ามีการเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ต้องลงทุนประมาณ 887,000 บาท จึงทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้ ประมาณ 43,327.68 kwh/ปี หรือคิดเป็นจำนวนเงินประมาณ 97,920.56 บาท/ปี

4.3.3 แนวทางในการประหยัดพลังงานในระบบส่ง-จ่ายกำลังไฟฟ้า

การปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า

จากข้อมูลลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี หม้อแปลงลูกที่ 1 มีค่าเฉลี่ยพลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 221.49 กิโลวัตต์ คิดเป็นภาระของหม้อแปลง = 305.61 - 221.49j จากตารางที่การสูญเสียเนื่องจาก Copper Loss = 12,237.94 kw/ปี เมื่อแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์เป็น 0.9 โหลดของหม้อแปลงจะกลายเป็น 305.61 - 101.99j โดยต้องติดตั้งคาปาซิเตอร์ ประมาณ 120 KVAR

เมื่อแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์แล้ว Copper Loss ในตัวหม้อแปลงแต่ละลูกจะลดลงดังนี้ หม้อแปลงลูกที่ 1 การสูญเสียเนื่องจาก Copper Loss เมื่อแก้ Pf เป็น 0.9

$$\text{Copper Loss} = 5.15 \times (LF)^2 \times 250 \times 12$$

$$= 5.15 \times (305.61/0.9/500)^2 \times 250 \times 12$$

$$= 7,144.08 \quad \text{kwh/ปี}$$

สามารถลดการสูญเสียเนื่องจาก Copper Loss

$$= 12,237.94 - 7,144.08$$

$$= 5,093.86 \text{kw/ปี}$$

คิดเป็นจำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้

$$= 5,093.86 \times 2.26$$

$$= 11,512.12 \quad \text{บาท/ปี}$$

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง Capacitor

การติดตั้ง Capacitor ให้ได้พิกัด 120 KVAR นั้นจะทำการติดตั้งเป็น 4 วงจรคือเลือกพิกัดของ Capacitor ขนาด 30 KVAR จำนวน 4 ตัวเพื่อติดตั้งในวงจรโดยมี Circuit Breaker เป็นตัวควบคุม

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง Capacitor จึงมีดังนี้

- Capacitor ขนาด 30 kVAR ราคาตัวละ 4,500 บาท จำนวน 4 ตัว

- Circuit Breaker จำนวน 4 ชุด ราคาชุดละ 1,500 บาท

- ค่าติดตั้งชุดละ 500 บาท จำนวน 4 ชุด

คิดเป็นเงินลงทุนทั้งหมด $= 26,000$ บาท

ระยะเวลากืนทุน $= \text{เงินลงทุน/เงินที่ประหยัดได้}$

$$= 26,000 / 11,512.12$$

$$= 2.26 \quad \text{ปี}$$

อัตราผลตอบแทน (IRR) $= 34 \%$

4.4 ผลการศึกษาที่ได้จากแบบสอบถามการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า ของคณะผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาด้านการยอมรับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิค โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้องของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 22 คน สามารถแบ่งผลการศึกษาออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

4.4.1 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษาได้แก่ เพศ อายุ ตำแหน่ง วุฒิทางการศึกษา

4.4.2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

4.4.1 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษาได้แก่ เพศ อายุ ตำแหน่ง วุฒิทางการศึกษา

ผลจากการศึกษาจากแบบสอบถามการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้องพบว่า กลุ่มประชากรส่วนใหญ่จะมีอายุระหว่าง 40-49 ปี ร้อยละ 64 เป็นเพศชาย ร้อยละ 86 และเพศหญิง ร้อยละ 14 วุฒิการศึกษาส่วนใหญ่ จบการศึกษาระดับปริญญาตรี ร้อยละ 82 ปริญญาโท ร้อยละ 18

ทางด้านการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร พบว่าส่วนใหญ่มีการรับรู้ข้อมูล ร้อยละ 77 จากสื่อวิทยุ โทรทัศน์ วารสาร หนังสือพิมพ์ ตามลำดับ และไม่เคยรับรู้ข้อมูล ร้อยละ 23

ทางด้านการรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พบว่าส่วนใหญ่มีการรับรู้ข้อมูล ร้อยละ 59 จากวารสาร สื่อวิทยุ โทรทัศน์ ป้ายแผ่นพับ ตามลำดับ และไม่เคยรับรู้ข้อมูล ร้อยละ 41 ดังแสดงในตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 จำนวน และร้อยละของลักษณะประชากรที่ตอบแบบสอบถาม

ลักษณะประชากร	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	19	86
หญิง	2	14
2. อายุ		
20 – 29 ปี	2	9
30 – 39 ปี	5	23
40 – 49 ปี	14	64
3. ระดับการศึกษา		
ปริญญาตรี	18	82
ปริญญาโท	4	18
4. การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร		
ไม่เคย	5	23
เคย	17	77

ตารางที่ 4- 17 จำนวน และร้อยละของลักษณะประชากรที่ตอบแบบสอบถาม (ต่อ)

ลักษณะประชากร	จำนวน	ร้อยละ
5. แหล่งข้อมูลข่าวสาร เกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร		
5.1 ป้าย/แผ่นพับ	9	21
5.2 วารสาร	11	26
5.3 สื่อวิทยุ โทรทัศน์	14	33
5.4 หนังสือพิมพ์	9	21
6. การรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535		
ไม่เคย	9	41
เคย	13	59
7. แหล่งข้อมูลข่าวสาร เกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร		
7.1 ป้าย/แผ่นพับ	3	15
7.2 วารสาร	8	38
7.3 สื่อวิทยุ โทรทัศน์	7	34
7.4 หนังสือพิมพ์	3	15

4.4.2 ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง

ในด้านความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้า ได้จัดแบ่งกลุ่มความคิดเห็นเกี่ยวกับการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง 4 ประการคือ

1. ด้านการบริหารการจัดการพลังงานไฟฟ้า
2. ด้านการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า
3. ด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
4. ด้านการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า

โดยมีรายละเอียด แสดงในตารางที่ 4- 18 ในแต่ละประเด็นดังนี้

1. ด้านการบริหารการจัดการพลังงานไฟฟ้า

จากการศึกษาพบว่า กลุ่มประชากรมีความคิดเห็นเกี่ยวกับ การจัดการพลังงานใน ประเด็น การจัดการด้านพลังงานในวิทยาลัย ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 การจัดการเรียนการสอน บทบาทผู้บริหาร และความร่วมมือของบุคลากรในเรื่องการประหยัด พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา อยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 46 รองลงมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9 และค่า S.D. เท่ากับ 1.14

2. ด้านการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า

ในด้านการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ใน ระดับมากร้อยละ 50 รองลงมา อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 และค่า S.D. เท่า กับ 0.58

3. ด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ในด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้า พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ใน ระดับมากที่สุด ร้อยละ 49 รองลงมา อยู่ในระดับมากคิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 และค่า S.D. เท่า กับ 0.80 ดังแสดงในตารางที่ 4-18

ตารางที่ 4-18 แสดงร้อยละของกลุ่มประชากร จำแนกตามระดับความคิดเห็น ของความคิดเห็น ด้านการบริหารจัดการ ,การตรวจวัด และการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ข้อ	ประเด็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	S.D.
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1.	การบริหารจัดการ	36	34	16	11	4	3.90	1.14
2.	การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า	46	50	5	-	-	4.41	0.58
3.	การประหยัดพลังงานไฟฟ้า	49	35	14	3	-	4.30	0.80

4. ด้านการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า ได้ศึกษาในประเด็น การยอมรับการจัดการในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ดังแสดงผลการศึกษา ในตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 แสดงร้อยละของกลุ่มประชากร จำแนกตามระดับความคิดเห็น ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความคิดเห็นการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า

ข้อ	ประเด็น	ระดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	S.D
		มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด		
1.	การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ							
	1.1 4 ชม./วัน	69	14	14	5		4.45	0.91
	1.2 3 ชม./วัน	23	28	50			3.73	0.82
	1.3 2 ชม./วัน	14	23	23	41		3.09	1.11
	1.4 1 ชม./วัน	9	14	9	23	46	2.18	1.40
2.	การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ	41	46	9			4.33	0.81
3.	การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง	32	37	14	9	9	3.73	1.28
4.	การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสงในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	50	41	9			4.41	0.66
5.	การเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	32	46	14	9		4	0.92
6.	การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า	14	55	32			3.82	0.66

ก. การยอมรับการจัดการในระบบปรับอากาศ

การศึกษาการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในประเด็นการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศลงวันละ 4 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 69 รองลงมา อยู่ในระดับมากและ ปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 และค่า S.D. เท่ากับ 0.91

การศึกษาในประเด็น การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศลงวันละ 3 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง ร้อยละ 50 รองลงมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 และค่า S.D. เท่ากับ 0.82

การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศลงวันละ 2 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย ร้อยละ 41 รองลงมา อยู่ในระดับมากและ ปานกลาง คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.09 และค่า S.D. เท่ากับ 1.11

การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศลงวันละ 1 ชั่วโมง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด ร้อยละ 46 รองลงมา อยู่ในระดับน้อย คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.18 และค่า S.D. เท่ากับ 1.40

ส่วนการศึกษาในประเด็น การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศพบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 46 รองลงมา อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 และค่า S.D. เท่ากับ 0.81

การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 37 รองลงมา อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.73 และค่า S.D. เท่ากับ 1.28

ข. การยอมรับการจัดการในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การศึกษาการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าในประเด็นการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อยละ 50 รองลงมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 และค่า S.D. เท่ากับ 0.66

ส่วนการศึกษาในประเด็นการเปลี่ยนมาใช้หลอดสัดอเล็กทรอนิกส์ พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ร้อยละ 46 รองลงมา อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4 และค่า S.D. เท่ากับ 0.92

ค. การยอมรับการจัดการในระบบส่ง-จ่ายกำลังไฟฟ้า

การศึกษาการยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยการติดตั้ง
คาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลง พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ร้อย
ละ 50 รองลงมา อยู่ในระดับมาก คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.41 และค่า S.D. เท่ากับ 0.66



บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษา การใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ในบทที่ 4 สามารถอภิปรายผลการศึกษาในแต่ละประเด็นดังนี้

5.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

5.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละอาคาร

5.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

5.4 การยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและ ผู้ที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียดในแต่ละประเด็นดังต่อไปนี้

5.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบ

จากผลการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ในวันทำการ ตั้งแต่เวลา 07.00- 20.00 น. ดังแผนภูมิที่ 4-2 พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยมีการใช้เพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ช่วงเวลา 08.00-13.00 น. จะเพิ่มสูงสุดในเวลา 14.00 น. และลดต่ำลงตั้งแต่ช่วงเวลา 15.00-20.00 น. ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัย มีการจัดการเรียนการสอนเป็นรอบ เพื่อรองรับปริมาณนักศึกษา โดยจัดการสอนเป็น 2 รอบ คือรอบเช้าตั้งแต่เวลา 7.30 –15.00 น. และรอบบ่ายตั้งแต่เวลาประมาณ 11.00 –19.30 น. ซึ่งในช่วงเวลา 11.00 –15.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงาน ไฟฟ้าค่อนข้างสูงเนื่องจากเป็นระยะเวลาที่มีนักศึกษาทั้งรอบเช้าและรอบบ่ายเข้าเรียนพร้อมกัน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกระบบ ได้แก่ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบเครื่องจักร อุปกรณ์

จากหลักการประหยัดพลังงานพบว่า ถ้ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณมากขึ้น จะทำให้ตัวประกอบภาระของหม้อแปลงลดต่ำลง ส่งผลให้การสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลง สายเมน และสายป้อนกระแสไฟฟ้าจะสูงขึ้น

จากการวัดค่า p.f. ของหม้อแปลงแต่ละลูกพบว่ามีความเท่ากับ 0.69 และ 0.76 ตามลำดับ ค่าดังกล่าวเป็นค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 0.9-1 ทั้งนี้มีสาเหตุมาจาก ขาดการจัดการด้านการกระจายภาระของกำลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร มีผลให้ภาระของหม้อแปลงไฟฟ้าแต่ละเฟสไม่สมดุล นอกจากนี้ยังมีสาเหตุเนื่องมาจาก มีการใช้งานเครื่องจักร และอุปกรณ์ ที่มีผลทำให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ลดต่ำลง จำนวนมาก ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวได้แก่ คอมเพรสเซอร์ เครื่องเชื่อม ปั่นลม และอุปกรณ์ที่ใช้มอเตอร์ทุกชนิด

5.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าแต่ละอาคาร

จากการศึกษาพบว่าลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยตั้งแต่เวลา 7.00- 20.00 น. ของอาคารโรงฝึกงานทั้งหมด มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสอดคล้องกับลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัย ยกเว้นอาคารอำนวยการ อาคารเรียน และอาคารวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าคงที่ตลอดทั้งวัน

5.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามอาคาร พบว่าสาเหตุที่ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแต่ละอาคาร ในวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี มีปริมาณการใช้สูงกว่าในระบบอื่น ๆ เนื่องจาก

1. จำนวนและขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งรวม

เนื่องจากสภาพการเรียนการสอนในวิชาเครื่องปรับอากาศของแผนกช่างไฟฟ้า มีผลทำให้เกิดผลผลิตที่ได้จากการฝึก คือเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะถูกนำไปติดตั้งใช้งานของหน่วยต่าง ๆ ในวิทยาลัยเป็นจำนวนมาก

2. จำนวนชั่วโมงการใช้งาน



3. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ดังแสดงในภาคผนวก ก พบว่า เครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ร้อยละ 29 มีอายุการใช้งานมากกว่า 8 ปีขึ้นไป รองลงมาได้แก่ เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งาน 5-8 ปี , 3-5 ปี ร้อยละ 26 และเครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่า 3 ปี ร้อยละ 17 ตามลำดับ จากการศึกษาวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานตั้งแต่ 8 ปี ขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพต่ำ สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับการตรวจวัดค่าสมรรถนะในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ของวิทยาลัย จำนวน 20 เครื่อง พบว่าค่าสมรรถนะในการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ มีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานตามที่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนด ซึ่งมีสาเหตุมาจาก ขาดการบำรุงรักษา ชุดคอนเดนซิ่ง แผ่นกรองอากาศ มีสภาพสกปรก มีฝุ่นละอองจับ ทำให้การส่งผ่าน ระบายความร้อนทำไม่สะดวก ความดันในคอมเพรสเซอร์จะสูงขึ้น ทำให้ใช้เวลานานในการทำความเย็น จึงสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

4. วิธีการใช้งาน

- ไม่มีมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศ

จากการสำรวจพบว่า ทุกอาคารในวิทยาลัยไม่มีการปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงพักเที่ยง หรือในช่วงที่ไม่มีบุคคลอยู่ในห้อง นอกจากจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าแล้ว ยังทำให้อายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศสั้นลงด้วย

- ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสมกับพื้นที่

จากการสำรวจพบว่าขนาดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งต่อพื้นที่ของวิทยาลัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1,043 \text{ Btu/m}^2$ ซึ่งมีค่าสูงเกินกว่าค่าคูลิ่ง โหลด (Cooling load) ที่คำนวณได้ โดยส่วนใหญ่ขนาดของเครื่องปรับอากาศต่อพื้นที่ที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วง $600\text{--}800 \text{ Btu/m}^2$ (42) การติดตั้งเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่เกินไป จะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

- การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม

การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม พบว่าส่วนใหญ่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ประมาณ 19 –20 องศา ทำให้เครื่องปรับอากาศมีการะในการทำความเย็นมากขึ้น สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ามากขึ้น เนื่องจากผู้ใช้ขาดความรับผิดชอบ และขาดความรู้ในเรื่องดังกล่าว

- ไม่มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ปรับอากาศ

ด้วยสภาพห้องสำนักงานมีลักษณะเปิดโล่ง ไม่มีการกันเป็นสัดส่วน จึงจำเป็นต้องเปิดเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น

5. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ในระบบ

จากการสำรวจพบว่าเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งทั้งหมด ไม่มีการบำรุงรักษา หรือทำความสะอาด แผ่นกรองอากาศ คอยล์ทำความเย็น รวมทั้งคอนเดนเซอร์ ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมาก 10-15 %

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น สามารถอภิปรายผลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ แต่ละอาคารได้ตามตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 วิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของแต่ละอาคาร

สาเหตุ	อำนาจการ	ก่อสร้าง	อิเล็กทรอนิกส์	ไฟฟ้า	ช่างกล	วิทย์
1. ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้ง (ร้อยละ)	20.67	31.63	16.70	15.50	10.39	5.12
2. ระยะเวลาที่ใช้งาน (ชั่วโมง/ปี)	1,925	880	880	880	880	880
3. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
4. วิธีการใช้งาน						
4.1 ไม่มีมาตรการปิดเครื่องปรับอากาศ	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.2 ขนาดเครื่องปรับอากาศไม่เหมาะสม		✓	✓	✓	✓	✓
4.3 การปรับอุณหภูมิไม่เหมาะสม	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4.4 ไม่มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่	✓					
5. ไม่มีการบำรุงรักษาอุปกรณ์	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 5-1 พบว่าอาคารอำนาจการเป็นอาคารที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมากที่สุด เนื่องจากมีจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศต่อปีมากที่สุด และเป็นอาคารเดียวที่มีการใช้งานตั้งแต่เวลา 07.30-19.30 น. ตลอดทั้งปี โดยไม่มีการหยุดพักในช่วงปิดเทอม เหมือนอาคารเรียน อาคารโรงฝึกงานอื่น ๆ สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งคือไม่มีการ

กำหนดขอบเขตพื้นที่ในการปรับอากาศ ส่วนอาคารนอกเหนือจากนั้นไม่มีความแตกต่างกันในสาเหตุอื่น ๆ ยกเว้นเพียงแต่สาเหตุจากขนาดของเครื่องปรับอากาศ

5.2.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างแยกตามอาคาร

การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามอาคาร พบว่ามีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นอันดับสองรองมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศเนื่องมาจาก

1. ขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

สาเหตุสำคัญที่มีผลให้ขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีจำนวนมาก ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่อาคาร

2. ระยะเวลาการใช้งาน

3. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบ

ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบจะขึ้นอยู่กับ อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า โคมไฟฟ้า ทำให้ปริมาณแสงสว่างลดน้อยลง รวมทั้งการดูแลรักษาอุปกรณ์ในระบบ เช่น การทำความสะอาดหลอดไฟฟ้า หรือ โคมไฟฟ้า

4. ไม่มีการใช้แสงธรรมชาติมาช่วย

จากรูปแบบของอาคารแต่ละหลัง ไม่เอื้ออำนวยให้แสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในตัวอาคาร ทำให้ไม่มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติมาช่วยลดการใช้หลอดไฟฟ้าลง

5. มีการใช้อุปกรณ์ประเภทไม่ประหยัดพลังงาน

มีการใช้อุปกรณ์ประเภทไม่ประหยัดพลังงาน เช่น ในบางอาคารยังมีการใช้หลอดอินแคนเดสเซนต์ (หลอดไส้) ซึ่งเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพแสงต่ำมาก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น

จากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น สามารถอภิปรายผลการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง แต่ละอาคารได้ตามตารางที่ 5-2

ตารางที่ 5-2 วิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละอาคาร

สาเหตุ	ก่อสร้าง	อาคาร	ช่างกล	อิเล็กทรอนิกส์	เรียน	ไฟฟ้า	วิทยุ
1. ขนาดกำลังไฟฟ้ารวม (ร้อยละ)	38.45	9.24	15.54	14.44	9.09	8.74	4.47
2. ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง/ปี)	1,200	2,750	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
3. ประสิทธิภาพของอุปกรณ์	ต่ำ	ต่ำ					
3.1 ระดับแสงสว่างเฉลี่ย (Lux)	ต่ำ	ต่ำ		ต่ำ			
3.2 ค่ากำลังส่องสว่าง (w/m^2)	15.3	15.8	5.38	9.7	13.32	6.3	10.19
4. ไม่มีการใช้แสงธรรมชาติช่วย	✓	✓		✓			
5. มีการใช้อุปกรณ์ประเภทไม่ประหยัดพลังงาน			✓				

จากตารางที่ 5-2 พบว่าอาคารช่างก่อสร้าง และอาคารอิเล็กทรอนิกส์ เป็นอาคารที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างค่อนข้างมาก เนื่องจากมี ขนาดกำลังไฟฟ้ารวมของอุปกรณ์ในระบบแสงสว่างสูง ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบค่อนข้างต่ำ และไม่มีการใช้แสงธรรมชาติช่วย ซึ่งคล้ายคลึงกับอาคารอำนวยการ ยกเว้นสาเหตุจากระยะเวลาการใช้งาน อาคารนอกเหนือจากนั้น ไม่มีความแตกต่างกันในสาเหตุอื่น ๆ นอกจากอาคารช่างกลโรงงานที่มีการใช้อุปกรณ์ประเภทไม่ประหยัดพลังงาน

5.2.3 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์

จากการศึกษาประเด็นของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ ได้ทำการศึกษาพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด โดยจำแนกเป็นระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นหลักใหญ่ โดยถือว่าส่วนที่เหลือเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ สาเหตุเนื่องจากเครื่องจักร และอุปกรณ์ของวิทยาลัย มีขนาดกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า 20 kw ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนดว่า ให้ทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยละเอียดเฉพาะในเครื่องจักรที่มีขนาดกำลังไฟฟ้ามากกว่า 20 kw จึงถือเป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้

5.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

5.3.1 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

จากการศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี พบว่าวิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสรุปได้ดังนี้

1. การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

จากการวิเคราะห์การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศในแต่ละวัน ปรากฏดังตารางที่ 5-3

ตารางที่ 5-3 การวิเคราะห์การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ

แนวทาง	จำนวนเงินที่ประหยัดได้ (บาท/ปี)
การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ	
- ลดลงวันละ 4 ชั่วโมง	332,665
- ลดลงวันละ 3 ชั่วโมง	249,500
- ลดลงวันละ 2 ชั่วโมง	166,338
- ลดลงวันละ 1 ชั่วโมง	83,169

จากตารางดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าแนวทางการประหยัดพลังงานโดยวิธีการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานลงวันละ 4 ชั่วโมงเป็นวิธีที่เหมาะสมและสอดคล้องกับแนวทางการประหยัดพลังงานตามข้อเสนอแนะการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร (26)

2. การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากการวิเคราะห์พบว่า แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยการบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 39,528.93 kwh/ปี คิดเป็นเงิน 89,335.39 บาท มีระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) เท่ากับ 9.3 เดือน และอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ

28.91 % ซึ่งมึค่ามากกว่า MRR ($MRR = 12\%$) ทำใหัการประหัดพลังงานโดยวิธีบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ เป็นแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมะสมในการนำไปปฏิบัติ

3. การใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง สามารถประหัดพลังงานไฟฟ้าได้ 338,201.86 kwh/ปี คิดเป็นเงิน 1,199,971.80 บาท มีระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) เท่ากับ 4.23 ปี และอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 25 % ซึ่งมีค่ามากกว่า MRR ($MRR = 12\%$) ทำใหัการประหัดพลังงานโดยการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง เป็นแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมะสมในการนำไปปฏิบัติ

5.3.2 แนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

1. การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้า โดยการติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง สามารถประหัดพลังงานไฟฟ้าได้ 111,149.28 kwh/ปี คิดเป็นเงิน 251,197.37 บาท มีระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) เท่ากับ 3.30 ปี และอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 16 % ซึ่งมีค่ามากกว่า MRR ($MRR = 12\%$) ทำใหัการประหัดพลังงานโดยการใช้แผ่นสะท้อนแสง เป็นแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมะสมในการนำไปปฏิบัติ

2. การเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดหลอดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้า โดยการเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดหลอดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สามารถประหัดพลังงานไฟฟ้าได้ 43,327.68 kwh/ปี คิดเป็นเงิน 97,920.56 บาท มีระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) เท่ากับ 5.44 ปี และอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 13 % ซึ่งมีค่าน้อยกว่า MRR ($MRR = 12\%$) ทำใหัการประหัดพลังงานโดยการใช้บัลลาสต์ชนิดหลอดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นแนวทางการประหัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมะสมในการนำไปปฏิบัติ

5.3.3 แนวทางการประหยัดพลังงานในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

1. การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์พบว่าแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 5,093.86 kwh/ปี คิดเป็นเงิน 11,512.12 บาท มีระยะเวลาคืนทุน (Pay back period) เท่ากับ 2.26 ปี และอัตราผลตอบแทน (IRR) เท่ากับ 34 % ซึ่งมีค่ามากกว่า MRR (MRR = 12 %) ทำให้การประหยัดพลังงานโดยการเปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดหลอดเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมในการนำไปปฏิบัติ

5.4 การยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาการยอมรับการเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลเป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 22 ชุด โดยได้ทำการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือจากกลุ่มตัวอย่าง คือวิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงอัครนเรศวร วิทยาลัยการอาชีพสระบุรี และวิทยาลัยอาชีวศึกษา จำนวน 30 ชุด ผลการตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือเท่ากับ 0.78

จากผลการศึกษาการรับรู้ ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในวิทยาลัย และ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 พบว่าบุคลากรส่วนใหญ่ มีการรับรู้ข้อมูลจาก สื่อวิทยุ โทรทัศน์ ซึ่งเป็นข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการประหยัดพลังงาน ดังนั้น ควรมีการเสริมการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้เฉพาะเรื่อง เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในอาคารสำนักงาน และ อาคารโรงฝึกงาน เพื่อให้บุคลากรตระหนักถึงความสำคัญและความจำเป็นในเรื่องดังกล่าว

จากผลการศึกษาด้านความคิดเห็น การยอมรับเกณฑ์และแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในประเด็น การบริหารจัดการ การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า การประหยัดพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับมาก ถึงมากที่สุด และความคิดเห็นของกลุ่มประชากรไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในประเด็น การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

ผลการศึกษาการยอมรับแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า พบว่ากลุ่มประชากรส่วนใหญ่ยอมรับเกณฑ์และ

แนวทางในการจัดการในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า อยู่ในระดับ มาก ถึงมากที่สุดและความคิดเห็นของกลุ่มประชากรไม่แตกต่างกัน

ส่วนผลการศึกษาความคิดเห็นการยอมรับเกณฑ์และแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในระบบปรับอากาศ ประเด็น การลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศลง 4 ชั่วโมง การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ และการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง อยู่ในระดับ มาก ถึงมากที่สุดและความคิดเห็นของกลุ่มประชากรไม่แตกต่างกัน ยกเว้นในประเด็นการเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง



บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง การใช้และการจัดการพลังงานไฟฟ้า ในสถานศึกษากลุ่มช่วง
อุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 โดยมี
วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า วิเคราะห์จัดอันดับอัตราการใช้พลังงาน
ไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร และเสนอเกณฑ์และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า สามารถสรุปผล
การวิจัย และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

- 6.1.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า
- 6.1.2 วิเคราะห์จัดอันดับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า
- 6.1.3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า
- 6.1.4 การขอรับการเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะ
ผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

6.2 ข้อเสนอแนะ

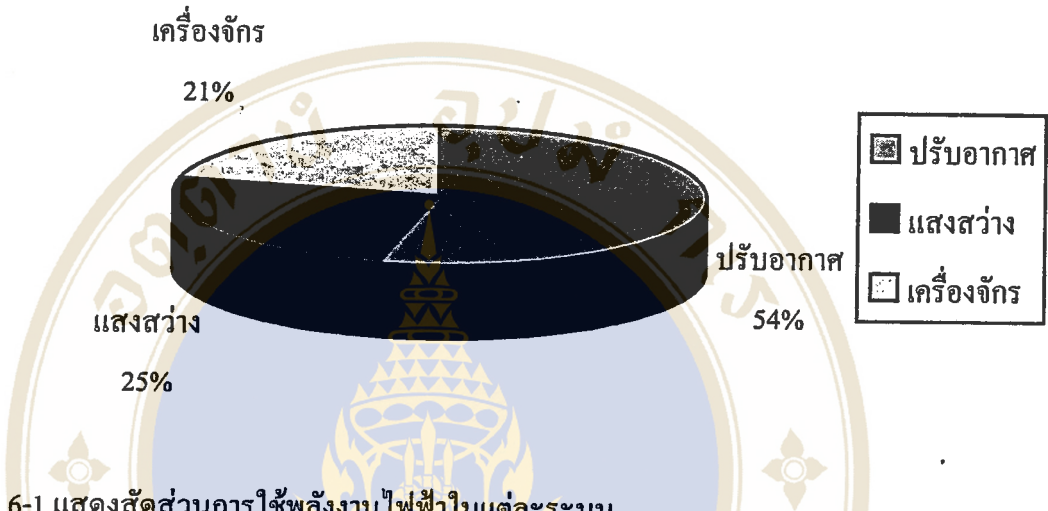
- 6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์
- 6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้
- 6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ภายในวิทยาลัยทั้งหมด 853,600 kwh/ปี สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า
ของวิทยาลัยส่วนใหญ่สิ้นเปลืองไปในระบบปรับอากาศ 456,566 kwh/ปี รองลงมาได้แก่ ระบบ
ไฟฟ้าแสงสว่าง 214,010 kwh/ปี และระบบเครื่องจักรอุปกรณ์ 183,092 kwh/ปี ดังแผนภูมิที่ 6-1

มีดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 223.85 kwh/ปี อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 2.26 บาท/ kwh และสรุปสถานการณ์การตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 6-1



กราฟที่ 6-1 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบ

ตารางที่ 6-1 สรุปสถานการณ์การตรวจวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้า

ระบบ	ดัชนีการใช้พลังงาน	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
1.ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	- ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ หม้อแปลง 1 = 0.69 - ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ หม้อแปลง 2 = 0.76	อยู่ระหว่าง 0.95 -1	ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน
2.ระบบปรับอากาศ	-ค่าประสิทธิภาพเครื่อง ปรับอากาศเฉลี่ย = 4.23 Btu/w -ค่าสมรรถนะในการทำความเย็น เฉลี่ย = 2.84 kw/ton - ค่าติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย = 1,043 Btu/m ²	- ≤1.61 kw/ton - อยู่ระหว่าง 600- 800 Btu/m ²	สูงกว่าค่ามาตรฐาน สูงกว่าค่ามาตรฐาน
3.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย = 10.86 w/ m ²	- ≤ 16 w/ m ²	ไม่เกินค่ามาตรฐาน

6.1.2 วิเคราะห์จัดอันดับอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า

จากการตรวจวัดสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละระบบสามารถสรุปผล
วิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอาคารได้ดังตารางที่ 6-2
ตารางที่ 6-2 ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร

อาคาร	ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง (kwh/ปี)	ระบบปรับอากาศ (kwh/ปี)	ระบบ เครื่องจักร (kwh/ปี)	พลังงาน ไฟฟ้ารวม (kwh/ปี)
1. อาคารช่างก่อสร้าง	67,482	115,978	117,982	301,444
2. อาคารอำนวยการ	42,229	165,756	24,634	232,620
3. อาคารช่างไฟฟ้า	28,814	61,248	14,878	89,128
4. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	17,443	56,806	11,937	102,000
5. อาคารช่างกลโรงงาน	30,988	37,996	10,135	79,120
6. อาคารวิทยาศาสตร์	8,918	18,780	3,199	30,888
7. อาคารเรียนสามัญ	18,134	-	325	18,460
รวม	214,010	456,566	183,092	853,660

6.1.2 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

จากข้อมูลการสำรวจตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในวิทยาลัย ได้นำมาวิเคราะห์หา
แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าสรุปได้ดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 แนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

แนวทาง	เงินลงทุน (บาท)	ค่าพลังงานที่ ประหยัดได้ (บาท/ปี)	ระยะ เวลา คืนทุน	อัตราผล ตอบแทน (%)
ระบบปรับอากาศ				
1. ลดจำนวนชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศ				
1.1 4 ชั่วโมง	-	332,665	-	-
1.2 3 ชั่วโมง	-	249,500	-	-
1.3 2 ชั่วโมง	-	166,338	-	-
1.4 1 ชั่วโมง	-	83,169	-	-
2. การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ (1ครั้ง/ปี)	69,300	89,335	9.3 เดือน	28.91
3. การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศ ชนิด ประสิทธิภาพสูง	5,074,100	1,199,971	4.23 ปี	25
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง				
1. ติดตั้งคอมพร้อมแผ่นสะท้อนแสง	831,100	251,197	3.3 ปี	16
2. เปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดลวดมาเป็น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	532,200	97,920	5.4 ปี	13
ระบบส่งจ่ายกำลัง				
- ติดตั้งกาปาซิเตอร์	26,000	11,512	2.3 ปี	34

6.1.4 ข้อสรุปการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาการยอมรับเกณฑ์และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้าของคณะผู้บริหารและผู้ที่เกี่ยวข้อง พบว่าส่วนใหญ่กลุ่มประชากร การยอมรับเกณฑ์ และแนวทางการจัดการพลังงานไฟฟ้า อยู่ในระดับ มาก ถึงมากที่สุด ซึ่งหมายความว่า หากวิทยาลัยหากวิทยาลัยมีความประสงค์จะดำเนินการตามเกณฑ์และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้างกล่าว จะได้รับความร่วมมือ และการยอมรับจากผู้บริหาร และผู้ที่เกี่ยวข้อง

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิค เพื่อการประหยัดพลังงาน เป็นวิธีการที่สอดคล้องกับ หลักการและวัตถุประสงค์ ของ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อวิทยาลัยเทคนิคแห่งอื่น ๆ ที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางปฏิบัติในอนาคตต่อไป
2. สามารถนำผลการวิจัยที่ได้เพื่อใช้ประกอบในการวางแผนการจัดสรรเงินงบประมาณหมวดค่าสาธารณูปโภค ที่เหมาะสมของวิทยาลัยเทคนิคต่อไป
3. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและออกแบบอาคารเรียน อาคารสำนักงาน ของกรมอาชีวศึกษา ให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรการการประหยัดพลังงาน ตาม พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
4. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดแผนและเป้าหมาย ในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า รวมทั้งจัดตั้งคณะกรรมการด้านพลังงานของวิทยาลัยเทคนิคทั่วประเทศ ตามที่ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนด

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

1. เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านเวลาและอุปกรณ์ ในการตรวจวัด จึงไม่ได้ทำการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยละเอียดในเครื่องจักร และอุปกรณ์ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเครื่องจักรและอุปกรณ์เป็นค่าที่ได้มาจากการคำนวณ
2. การวัดค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ กำลังงานไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า จากหม้อแปลงไฟฟ้า ต้องใช้ความระมัดระวังค่อนข้างสูง เนื่องจากเป็นระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงสูง เพื่อความปลอดภัยได้ขอความร่วมมือจากการไฟฟ้าสระบุรี และผู้เชี่ยวชาญมาดำเนินการติดตั้งและตรวจวัด
3. การติดตั้งกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ในบางอาคาร จำเป็นต้องติดตั้งเป็นจำนวนมาก เนื่องจากการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไม่ผ่าน Load Center
4. การบันทึกค่ากำลังไฟฟ้าจากกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ทุกชั่วโมง ทุกอาคาร ค่อนข้างยุ่งยาก และอาจเกิดการผิดพลาดจากการบันทึกข้อมูลได้ วิธีการแก้ปัญหา โดยการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลาสองอาทิตย์
5. มีค่าใช้จ่ายเนื่องจากการลงทุนติดตั้งกิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์และอุปกรณ์ประกอบค่อนข้างสูง วิธีการแก้ไขปัญหาคือติดต่อประสานงานและขอสนับสนุนค่าใช้จ่ายจากผู้บริหารในวิทยาลัย
6. จากการศึกษาในด้านระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า พบว่ามีค่าประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ ควรมีการดำเนินการตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าของวิทยาลัย โดยให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้ตรวจสอบ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก.) โดยการตรวจสอบภายนอก , ตรวจสอบการทำงานทำความสะอาด หยอดน้ำมันหล่อลื่นชิ้นส่วนต่าง ๆ รวมทั้งวัดค่าความต้านทานฉนวน (Insulation Resistance) ของขดลวดหม้อแปลง
7. ในการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัย จะต้องตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคาร ซึ่งจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากบุคลากรผู้รับผิดชอบในแต่ละอาคาร ในการศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการประชาสัมพันธ์ พร้อมทั้งชี้แจงถึงการใช้งานดังกล่าว และได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดี ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการแจ้งข้อมูลข่าวสารแก่บุคลากรในวิทยาลัย ให้มีความเข้าใจและมีความตระหนักถึงความสำคัญ และความจำเป็นในการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้า

6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาศึกษาการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบเครื่องจักรและ อุปกรณ์ ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้า ของ เครื่องเชื่อมไฟฟ้า เครื่องกลึง เครื่องตัด ฯลฯ ของสถานศึกษา กลุ่มช่างอุตสาหกรรม ให้เป็นไปตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้พลังงานความร้อน และพลังงานรูปอื่น ๆ ของสถานศึกษากลุ่มช่างอุตสาหกรรม อาทิเช่น น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สที่ใช้ในงานเชื่อมโลหะ ฯลฯ
3. ศึกษาต้นทุนการใช้พลังงานต่อหน่วยผลผลิตเฉลี่ยตามจำนวนนักศึกษา โดยแยกเป็นสาขาวิชา เช่น ช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน ช่างไฟฟ้า ฯลฯ เพื่อนำข้อมูลไปใช้ประกอบการพิจารณาของอนุมัติเงินงบประมาณรายจ่าย หมวดค่าสาธารณูปโภค
4. ศึกษาวิจัยหาแนวทางการจัดการการเรียน การสอน ของวิทยาลัยเทคนิค สังกัดกรมอาชีวศึกษา ให้มีความสอดคล้องกับการใช้พลังงาน และการกำหนดแนวทางการประหยัดพลังงาน ตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
5. ศึกษา ความรู้ ทักษะ ทักษะ การยอมรับแนวทางการประหยัดพลังงาน ของนักศึกษา และบุคลากรของวิทยาลัยเทคนิค
6. ศึกษาการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อการควบคุมดูแลการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารต่าง ๆ
7. ควรมีการศึกษานำพลังงานความร้อนจากเครื่องปรับอากาศ ในวิทยาลัยมาใช้ประโยชน์ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. จรวบ บุญยุบล และคณะ.พลังงาน.กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.
2. สุภชัย ปัญญาวิรุ.ครอบครัวประหยัดพลังงาน.เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้าอุตสาหกรรม 2538 ; 125 : 111-118.
3. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม 2538.
รายงานพลังงานของประเทศไทย.ม.ป.ท.2538.
4. ยอดเยี่ยม เทพธรรานนท์.รู้เรื่องพลังงานรู้เรื่องโลกประหยัดพลังงานประหยัดโลก. อาสาสาร
สถาปัตยกรรม.2539;42-56.
5. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานสงวนพลังงานเพื่อ
อนาคต.กรุงเทพมหานคร , ม.ป.ป.
6. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน . คู่มือการอนุรักษ์พลังงานสำหรับเจ้าของอาคารควบคุม
และโรงงานควบคุม.กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,ม.ป.ป.
7. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน . พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม. กรุงเทพมหานคร
: โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก , ม.ป.ป.
8. กองแผนงาน กรมอาชีวศึกษา . ทำเนียบสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษา . ม.ป.ท. , 2540.
9. งานวิจัยและพัฒนา วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา . การศึกษาสภาพการใช้พลัง
งานไฟฟ้าในสถานศึกษา.สระบุรี,2541.
10. วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา . ข้อมูลทางการศึกษาและสังคม . สระบุรี : โรงพิมพ์
ปากเพรียวการช่าง , ม.ป.ป.
11. งานทะเบียน วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา . สถิตินักเรียน-นักศึกษา 2532-2541.
สระบุรี, ม.ป.ป.
12. วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา .ข้อมูลสถานศึกษาปีการศึกษา 2540 . สระบุรี ,
2540.
13. การไฟฟ้าจังหวัดสระบุรี . สถิติการใช้ไฟฟ้า 2538-2541. สระบุรี, ม.ป.ป.
14. บุญยงค์ ลิ้มชูพรวิกุล.การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรมสนุ่.[วิทยานิพนธ์
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน].กรุงเทพมหานคร:
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ,2530.

15. เจียรนัย เล็กอุทัย . รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดทำบัญชีพลังงานและการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ภายในมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต .กรุงเทพมหานคร:2536.
16. วิชัย เทียมประชา.การจัดการพลังงานในโรงพยาบาลของรัฐ[วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน]. กรุงเทพมหานคร:บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี , 2536.
17. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,2536.
18. สกล พร้อมวงษ์ .โรงต้นกำลัง.กรุงเทพมหานคร:โรงพิมพ์เจริญธรรม,2536.
19. โมะโตะกิ มัทซึโอะ.เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้า.กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์,2527.
20. ไชยะ แซ่มซ้อย.เพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์แล้วได้อะไรขึ้นมา.ใน 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร: นวัตกรรมกราฟิก,2535:270-281.
21. ไชยชาญ หินเกิด.เครื่องกลไฟฟ้า 1.กรุงเทพมหานคร :บริษัท ส.เอเชียเพรสจำกัด,2540.
22. ณรงค์ นันทวรรณะ.เครื่องกลไฟฟ้า 1 .กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 2536.
23. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี . คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร .ม.ป.ท. , 2541.
24. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม .ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง. ม.ป.ท. , ม.ป.ป.
25. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี . การสัมมนาสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์พลังงาน .ม.ป.ท. , 2542.
26. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม . ข้อเสนอแนะการประหยัดพลังงานในอาคาร . กรุงเทพมหานคร :โรงพิมพ์ทีซีจิพรินต์ , 2540 .
27. วัชร มังวิฑิตกุล . การประหยัดพลังงานในสถานที่ทำงาน . กรุงเทพมหานคร : ,ม.ป.ท. , ม.ป.ป.
28. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม .ระบบปรับอากาศ . ม.ป.ท. , ม.ป.ป.

29. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม .เครื่องปรับอากาศ . ม.ป.ท. , ม.ป.ป.
30. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ . คู่มือแผนงานอนุรักษ์พลังงานและแนวทางหลักเกณฑ์เงื่อนไขและลำดับความสำคัญของการใช้จ่ายเงินกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน . ม.ป.ท. , 2540.
31. สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม .คู่มือการอนุรักษ์พลังงาน. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก . กรุงเทพมหานคร , ม.ป.ป.
32. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. วารสารพลังงาน 2539 ; 34 : 19-24.
33. จรวัย บุญยุบล . มีอะไรในพระราชบัญญัติอนุรักษ์พลังงาน .ใน 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า. กรุงเทพมหานคร : นำอักษรการพิมพ์ , 2535 : 382-387.
34. วันชัย รุจิรวนิช และ ช่อม พลอยมีคำ . เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2531.
- 35.เจียรนัย มาสมาน.การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในโรงพยาบาลและอุปกรณ์วัดกำลังงานไฟฟ้า. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน] กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2529.
36. กิตติพงษ์ ตันมิตร และวันชัย ธนาเศรษฐองกุล.รายงานการวิจัย เรื่อง การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงแรมในจังหวัดขอนแก่น.ขอนแก่น:คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2530.
37. ธนะ ปรีชาหาญ.การประหยัดพลังงานในโรงงานผลิตสายไฟฟ้า. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน].กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , 2536.
38. ชชาติ ฤทธิ์หิรัญ . แผนการจัดการพลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารสำนักงาน . [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า] กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2539.
39. วิเชียร เกตุสิงห์ . คู่มือการวิจัยเชิงปฏิบัติการ . ม.ป.ท. , 2537.
40. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม . พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. กรุงเทพมหานคร . โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2541.

41. พงษ์เดช คุณะสาวพันธ์ . ประหยัดพลังงานได้ด้วยแผ่นเงินสะท้อนแสง ใน 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร : นานีอักษรการพิมพ์ , 2535 : 338-340.
42. ไชยะ แซ่มซ้อย . บัณฑิตใครคิดว่าจะสำคัญ ใน 49 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า . กรุงเทพมหานคร : นานีอักษรการพิมพ์ , 2535 : 366-374.



ภาคผนวก ก.

ผลการศึกษาการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้า

ตารางที่ ผ-1 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันจันทร์ที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	อาคาร 1	อาคาร 2	อาคาร 3	อาคาร 4	อาคาร 5	อาคารช่างก่อสร้าง 6			อาคารช่างกลโรงงาน 7			รวม
07.00- 08.00	63	9	30	46	8	30	40	30	13	20	2	291
08.00- 09.00	75	16	33	43	7	32	42	22	12	15	3	300
09.00- 10.00	72	18	33	34	9	22	10	34	3	20	1	256
10.00- 11.00	54	18	30	43	2	34	22	26	3	15	1	248
11.00- 12.00	69	18	28	34	6	38	16	40	15	25	2	291
12.00- 13.00	93	13	25	46	7	46	36	42	12	20	2	342
13.00- 14.00	108	11	20	50	8	54	16	58	3	15	2	345
14.00- 15.00	45	9	13	62	8	30	20	50	12	15	3	267
15.00- 16.00	60	13	38	43	15	38	30	32	20	8	1	298
16.00- 17.00	63	13	50	34	7	40	32	34	3	15	2	293
17.00- 18.00	72	11	33	36	1	52	24	24	13	13	1	280
18.00- 19.00	36	9	5	38	-	40	32	44	5	14	1	224
19.00- 20.00	12	2	5	19	-	32	26	30	4	5	-	135
รวม	822	158	340	528	77	488	346	466	118	200	21	3,570

ตารางที่ ผ-2 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันอังคารที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	อาคาร 1	อาคาร 2	อาคาร 3	อาคาร 4	อาคาร 5	อาคาร 6			อาคาร 7			รวม
07.00- 08.00	10	5	-	96	15	-	-	-	-	5	2	133
08.00- 09.00	23	13	13	22	23	48	24	12	35	11	2	226
09.00- 10.00	20	18	28	46	15	72	36	72	34	23	2	366
10.00- 11.00	78	16	40	65	12	36	24	72	6	11	2	362
11.00- 12.00	90	18	50	26	10	48	36	48	5	13	1	345
12.00- 13.00	96	14	78	50	18	48	24	60	6	1	1	396
13.00- 14.00	156	20	50	22	20	60	36	120	13	18	5	520
14.00- 15.00	93	32	90	53	23	96	36	22	14	25	10	494
15.00- 16.00	123	16	40	19	22	60	24	96	5	9	4	418
16.00- 17.00	63	16	53	5	1	72	48	60	7	22	9	356
17.00- 18.00	63	18	46	19	-	60	4	48	6	8	11	283
18.00- 19.00	33	-	33	5	-	4	4	24	6	10	5	124
19.00- 20.00	15	-	13	5	-	4	2	22	1	2	4	68
รวม	969	187	525	432	162	608	298	656	138	158	58	4,091

ตารางที่ ผ-3 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันพุธที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	อาคาร 1	อาคาร 2	อาคาร 3	อาคาร 4	อาคาร 5	อาคาร 6			อาคาร 7			รวม
07.00- 08.00	30	7	-	12	6	-	12	20	-	6	-	93
08.00- 09.00	45	11	13	58	4	24	38	84	6	18	5	306
09.00- 10.00	60	14	13	22	8	24	46	48	6	12	5	258
10.00- 11.00	78	18	38	36	10	24	26	38	6	24	6	304
11.00- 12.00	93	14	38	26	8	32	62	74	6	18	7	378
12.00- 13.00	75	13	88	38	7	28	56	38	12	18	6	379
13.00- 14.00	108	16	75	22	9	30	62	50	6	12	6	396
14.00- 15.00	84	16	73	34	9	24	48	76	6	24	2	396
15.00- 16.00	72	16	65	26	8	38	36	70	6	18	3	358
16.00- 17.00	81	13	48	7	7	8	38	62	12	18	5	299
17.00- 18.00	99	14	40	36	8	12	58	34	7	19	2	329
18.00- 19.00	66	7	15	19	4	12	10	38	4	5	2	182
19.00- 20.00	30	2	8	19	1	-	12	34	2	4	2	114
รวม	921	162	510	222	69	256	534	670	79	196	51	3,792

ตารางที่ ผ-4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันพฤหัสบดีที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	อาคาร 1	อาคาร 2	อาคาร 3	อาคาร 4	อาคาร 5	อาคาร 6			อาคาร 7			รวม
07.00- 08.00	45	13	-	29	8	-	62	12	-	-	-	169
08.00- 09.00	48	9	17	26	5	36	48	46	6	25	10	276
09.00- 10.00	126	14	28	22	8	12	50	74	12	23	10	379
10.00- 11.00	126	25	53	41	7	34	62	72	13	31	15	479
11.00- 12.00	75	20	65	43	7	22	74	122	18	37	15	498
12.00- 13.00	75	18	78	50	7	36	38	24	12	14	5	357
13.00- 14.00	150	16	90	36	5	22	58	74	6	25	9	491
14.00- 15.00	117	27	85	41	8	50	86	62	18	31	9	534
15.00- 16.00	78	11	50	26	3	22	74	50	5	25	14	358
16.00- 17.00	126	14	65	26	4	36	70	36	13	13	5	408
17.00- 18.00	87	13	38	41	-	48	48	34	7	25	10	351
18.00- 19.00	57	13	25	36	-	22	22	34	8	6	5	228
19.00- 20.00	48	2	23	17	-	-	12	12	4	6	3	127
รวม	1,158	151	390	507	62	340	740	652	122	261	110	4,655

ตารางที่ ผ- 5 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า วันศุกร์ที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	อาคาร	อาคาร	อาคาร	อาคาร	อาคาร	อาคาร			อาคาร			รวม
	1	2	3	4	5	6			7			
07.00-08.00	27	7	-	36	8	36	48	38	-	5	-	205
08.00-09.00	156	9	12	34	9	12	46	94	12	31	9	424
09.00-10.00	144	13	24	34	12	36	62	50	5	12	5	397
10.00-11.00	108	13	48	46	11	38	46	34	6	18	11	379
11.00-12.00	114	11	65	58	9	22	38	110	7	25	6	465
12.00-13.00	111	9	43	26	9	38	96	32	12	19	4	399
13.00-14.00	120	9	85	29	8	38	46	38	5	18	5	401
14.00-15.00	96	13	72	24	7	22	74	40	13	23	11	395
15.00-16.00	93	7	78	22	8	22	62	24	7	17	11	351
16.00-17.00	93	13	53	29	11	26	60	36	14	27	6	368
17.00-18.00	81	7	35	29	-	24	58	36	5	19	11	305
18.00-19.00	24	4	28	29	-	-	24	24	4	5	5	147
19.00-20.00	3	-	15	12	-	-	12	12	3	2	-	59
รวม	1,167	113	558	406	92	314	672	568	93	221	84	4,295

ตารางที่ ผ-6 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารอำนวยการ ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	เฉลี่ย
07.00-08.00	63	30	30	45	27	39
08.00-09.00	75	69	45	48	156	78.6
09.00-10.00	72	60	60	126	144	92.4
10.00-11.00	54	78	78	126	108	88.8
11.00-12.00	69	90	93	75	114	88.2
12.00-13.00	93	96	75	75	111	90
13.00-14.00	93	69	90	75	114	88.2
14.00-15.00	45	93	84	117	96	87
15.00-16.00	60	123	72	78	93	85.2
16.00-17.00	63	63	81	126	93	85.2
17.00-18.00	72	33	99	87	81	80.4
18.00-19.00	36	15	66	57	24	43.221
19.00-20.00	12	12	30	48	3	1,008
รวม	822	969	921	1,158	1,170	91.63
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	68.5	80.75	76.75	96.5	97.5	91.63

ตารางที่ ผ-7 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารวิทยาศาสตร์ ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	เฉลี่ย
	8 ก.พ. 2542	9 ก.พ. 2542	10 ก.พ. 2542	11 ก.พ. 2542	12 ก.พ. 2542	
07.00-08.00	9	5	7	13	7	8.2
08.00-09.00	16	13	11	9	9	11.6
09.00-10.00	18	18	14	14	13	15.4
10.00-11.00	18	16	18	25	13	18
11.00-12.00	18	18	14	20	11	16.2
12.00-13.00	13	14	13	18	9	13.4
13.00-14.00	11	20	16	16	9	14.4
14.00-15.00	9	32	16	27	13	19.4
15.00-16.00	13	16	16	11	7	12.6
16.00-17.00	13	16	13	14	13	13.8
17.00-18.00	11	18	14	13	7	12.6
18.00-19.00	9	-	7	13	4	6.6
19.00-20.00	2	-	2	2	-	1.2
รวม	158	187	162	151	113	1,132
พลังงานเฉลี่ยต่อชั่วโมง	12.15	14.38	12.46	11.62	8.69	11.88

ตารางที่ ผ-8 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารอิเล็กทรอนิกส์ ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	.เฉลี่ย
07.00-08.00	30	-	-	-	-	6
08.00-09.00	33	13	13	17	12	17.6
09.00-10.00	33	28	13	28	24	25.2
10.00-11.00	30	40	38	53	48	41.8
11.00-12.00	28	50	38	65	65	49.2
12.00-13.00	25	78	88	78	43	62.4
13.00-14.00	20	50	75	90	85	64
14.00-15.00	13	90	73	85	72	66.6
15.00-16.00	38	40	65	50	78	54.2
16.00-17.00	50	53	48	65	53	53.8
17.00-18.00	33	40	40	38	35	37.2
18.00-19.00	5	33	15	25	28	21.2
19.00-20.00	5	13	8	23	15	12.8
รวม	340	525	510	617	558	2,550
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	26.15	40.38	39.23	47.46	42.92	39.23

ตารางที่ ผ-9 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารช่างไฟฟ้า ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	เฉลี่ย
07.00-08.00	46	96	12	29	36	43.8
08.00-09.00	43	22	58	26	34	36.6
09.00-10.00	34	46	22	22	34	31.6
10.00-11.00	43	65	36	41	46	46.2
11.00-12.00	34	26	26	43	58	37.4
12.00-13.00	46	50	38	50	26	42
13.00-14.00	50	22	22	36	29	31.8
14.00-15.00	62	53	34	41	24	42.8
15.00-16.00	43	19	26	26	22	27.2
16.00-17.00	34	5	7	26	29	20.2
17.00-18.00	36	19	36	41	29	32.2
18.00-19.00	38	5	19	36	29	25.4
19.00-20.00	19	5	19	17	12	14.4
รวม	528	432	355	507	406	2,228
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	40.62	33.23	27.30	39	31.23	34.28

ตารางที่ ผ- 10 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารช่างกลโรงงาน ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					เฉลี่ย
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	
07.00-08.00	35	7	6	-	5	10.6
08.00-09.00	30	48	29	41	52	40
09.00-10.00	24	59	23	45	22	34.6
10.00-11.00	19	19	36	59	35	33.6
11.00-12.00	42	19	31	70	38	40
12.00-13.00	34	8	36	31	35	28.8
13.00-14.00	20	36	24	40	28	29.6
14.00-15.00	30	49	32	58	47	43.2
15.00-16.00	29	18	27	44	35	30.6
16.00-17.00	20	38	35	31	47	35.72
17.00-18.00	27	25	28	42	35	31.4
18.00-19.00	20	21	11	19	14	17
19.00-20.00	9	7	8	13	5	8.4
รวม	339	354	326	493	398	1,910
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	26.08	27.23	25.08	37.92	30.61	29.38

ตารางที่ ผ-11 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารเรียนสามัญ ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (kwh)					เฉลี่ย
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	
07.00-08.00	8	12	6	8	8	8.4
08.00-09.00	7	23	4	5	9	9.6
09.00-10.00	9	15	8	8	12	10.4
10.00-11.00	2	12	10	7	11	8.4
11.00-12.00	6	18	8	7	9	8
12.00-13.00	7	20	7	7	9	9.6
13.00-14.00	8	23	9	5	8	10
14.00-15.00	8	22	9	8	7	11
15.00-16.00	15	1	8	3	8	11.2
16.00-17.00	7	-	7	4	11	6
17.00-18.00	1	-	8	-	-	1.8
18.00-19.00	-	-	4	-	-	0.8
19.00-20.00	-	-	1	-	-	0.2
รวม	77	162	69	62	92	92.4
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	5.93	12.46	5.30	4.77	7.08	7.10

ตารางที่ ผ-12 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารช่างก่อสร้าง ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า(kwh)					
	วันจันทร์ 8 ก.พ. 2542	วันอังคาร 9 ก.พ. 2542	วันพุธ 10 ก.พ. 2542	วันพฤหัสบดี 11 ก.พ. 2542	วันศุกร์ 12 ก.พ. 2542	เฉลี่ย
07.00-08.00	100	-	36	74	122	66.4
08.00-09.00	96	84	146	130	152	121.6
09.00-10.00	66	180	118	136	148	129.6
10.00-11.00	82	132	88	168	118	117.6
11.00-12.00	94	132	168	218	170	156.4
12.00-13.00	124	132	116	98	166	127.2
13.00-14.00	128	216	142	154	122	152.4
14.00-15.00	100	154	148	198	136	147.2
15.00-16.00	100	180	144	146	108	135.6
16.00-17.00	106	180	108	142	122	131.6
17.00-18.00	100	112	104	130	118	112.8
18.00-19.00	116	32	60	78	48	66.8
19.00-20.00	88	28	46	24	24	42
รวม	1,300	1,562	1,424	1,699	1,554	7,536
พลังงานเฉลี่ย ต่อชั่วโมง	100	312.4	284.8	339.2	310.8	115.94

ตารางที่ ผ-13 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศอาคารอำนวยการ

อาคาร	ขนาด เครื่องปรับอากาศ (BTU)	จำนวน เครื่อง	ชนิดเครื่อง ปรับอากาศ	อายุการใช้งาน (ปี)			
				< 3	3- 5	5 - 8	> 8
อาคารอำนวยการ	38,600	14	แยกส่วน			4	10
	56,250	4	แยกส่วน			2	2
อาคารวิทยาศาสตร์	56,250	2	แยกส่วน			2	
	38,600	2	แยกส่วน		2		
อาคารอิเล็กทรอนิกส์	12,000	1	แยกส่วน	1			
	12,600	1	แยกส่วน				1
	25,000	1	แยกส่วน		1		
	33,490	3	แยกส่วน	3			
	38,700	8	แยกส่วน		1	6	1
	44,200	2	แยกส่วน		1		1
อาคารช่างไฟฟ้า	36,000	2	แยกส่วน	1	2		
	38,600	13	แยกส่วน	2	4	4	3
อาคารช่างกลโรงงาน	25,000	3	แยกส่วน			3	
	38,600	8	แยกส่วน		3	5	
อาคารช่างก่อสร้าง	24,000	2	แยกส่วน		2		
	25,000	1	แยกส่วน	1			
	25,800	4	แยกส่วน				4
	32,000	1	แยกส่วน		1		
	35,300	5	แยกส่วน		5		
	36,000	7	แยกส่วน	1	4		2
	38,700	1	แยกส่วน	1			
	39,300	7	แยกส่วน	7			
	44,200	5	แยกส่วน				5
รวม		99		17	26	26	29

ตารางที่ ผ-14แสดงผลการตรวจวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวน 20 เครื่อง

ลำดับที่	ขนาด เครื่องปรับอากาศ(BTU)	อายุการใช้งาน (ปี)	พ.ท. หน้า กาก (ฝ)	ความเร็วลม ft/min	อุณหภูมิ (F)		ความชื้น สัมพัทธ์ (%)		Kw/ ton	EER
					R	S	R	S		
1	25,000	<3	1.41	408	69	51	58	93	1.45	8.28
2	38,700	<3	1.41	457	71.5	54.6	65	86	2.01	5.96
3	38,600	<3	1.49	512	69.8	53.6	60	85	1.64	7.18
4	25,000	<3	1.39	446	71.6	57.2	60	69	1.74	6.90
5	38,600	<3	1.83	410	90	76	60	66	1.74	6.90
6	38,700	3-5	1.41	457	71.5	54.6	65	86	2.01	5.96
7	25,000	3-5	1.49	570	70.3	55.7	58	87	2.75	4.37
8	24,000	3-5	1.39	460	84	77	67	72	1.84	6.52
9	32,000	3-5	1.39	367	75.4	69.8	58	75	2.25	5.33
10	44,200	3-5	1.83	508	73.4	60.8	58	70	2.18	5.5
11	38,700	5-8	1.74	372	65.7	51.4	57	84	3.48	3.44
12	24,000	5-8	1.49	381	69.5	52	59	92	3.30	3.63
13	28,600	5-8	1.83	381	79	65	75	75	3.37	3.56
14	38,600	5-8	1.83	385	84.2	75.2	60	65	2.59	4.63
15	38,600	5-8	1.49	512	73.4	60.8	57	87	3.27	3.67
16	25,000	>8	1.49	382	68.6	53.3	53	86	3.78	3.17
17	38,600	>8	1.49	433	75.2	68	57	65	4.19	2.87
18	56,250	>8	1.83	428	78.8	68	61	78	3.72	3.23
19	44,200	>8	1.83	282	73.4	64.4	61	68	4.62	2.6
20	56,250	>8	1.83	398	66.2	59	64	71	4.76	2.52

ตารางที่ ผ-15 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างของแต่ละอาคาร

อาคาร	ชนิดหลอด/ โคม	จำนวน โคม	ชนิดฝาครอบโคม		Ballast Loss(w)	วัตต์ รวม
			ไม่มีฝา	สีครีม		
อาคารอำนวยการ	FL36 x 2	164	-	164	3,280	15,088
	FL36 x 1	3	3	-	30	138
	FL18 x 1	5	5	-	40	130
อาคารวิทยาศาสตร์	FL36 x 2	80	80	-	1,600	7,360
	FL36 x 1	1	-	1	10	46
	FL18 x 1	1	1	-	8	26
อาคารอิเล็กทรอนิกส์	FL36 x 2	231	141	90	4,620	21,252
	FL36 x 1	60	47	13	600	2,760
อาคารช่างไฟฟ้า	FL36 x 2	146	146	-	2,920	13,432
	FL36 x 1	24	24	-	240	1,110
อาคารเรียนสามัญ	FL36 x 2	162	162	-	3,240	14,904
	FL18 x 1	8	8	-	64	208
อาคารช่างกลโรงงาน	FL36 x 2	279	279	-	5,580	25,668
	FL18 x 1	6	6	-	48	156
	Incan26 x 1	142	142	-	-	3,692
อาคารช่างก่อสร้าง	FL36 x 2	600	570	30	12,000	55,200
	FL36 x 1	55	39	16	550	2,530
	FL18 x 1	54	1	53	432	1,404
	Incan40 x 1	46	46	-	-	1,840
	Compact9x1	82	82	-	-	738
รวม					35,262	

ตารางที่ ผ- 16 แสดงค่าระดับแสงสว่างที่วัดได้แต่ละอาคาร

อาคารอำนวยการ	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	282	265	202	173	198	165	233	158	245	236	239	222	218
ชั้น 2	262	226	367	311	325	402	335	301	240	199	189	251	284
ชั้น 3	241	397	204	297	304	311	287	332	397	401	42	354	297
อาคารวิทยุ	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	370	320	465	470	456	567	387	377	245	405	452	382	408
ชั้น 2	662	685	432	387	314	380	600	377	312	335	411	361	438
อาคารอิเล็กทรอนิกส์	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	396	189	176	142	138	132	130	136	312	335	411	361	238
ชั้น 2	132	144	205	156	232	358	374	377	327	384	359	347	283
ชั้น 3	402	379	378	141	322	308	211	241	331	328	348	374	314
ชั้น 4	380	381	358	168	152	1,389	141	238	352	372	348	359	387
อาคารช่างไฟฟ้า	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	280	375	405	400	525	278	625	572	508	678	377	400	452
ชั้น 2	666	767	782	727	313	391	417	530	660	530	598	414	566
ชั้น 3	390	461	458	330	540	355	432	459	471	413	423	398	428
ชั้น 4	390	502	439	598	387	150	602	686	489	512	444		433
อาคารเรียน	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	390	400	399	370	427	406	432	412	406	445	427	397	409
ชั้น 2	386	300	460	430	445	556	470	406	321	410	363	361	409
ชั้น 3	450	385	350	329	400	471	459	429	352	353	307	277	380
ชั้น 4	452	485	350	329	499	551	459	471	400	397	363	307	422
อาคารช่างกลฯ	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	413	407	276	400	525	278	345	356	281	302	367	245	350
ชั้น 2	305	248	132	352	313	391	321	287	321	267	345	318	300
ชั้น 3	545	435	531	438	540	359	431	467	513	524	475	433	474
ชั้น 4	253	260	280	380	387	351	330	321	241	233	287	199	294

ตารางที่ ผ- 16 แสดงค่าระดับแสงสว่างที่วัดได้แต่ละอาคาร (ต่อ)

อาคารข้างก่อ สร้าง	ค่าระดับแสงสว่าง												ค่าเฉลี่ย
ชั้น 1	212	84	331	145	51	106	185	145	185	178	202	231	171
ชั้น 2	379	347	274	313	330	157	159	198	123	101	117	134	219
ชั้น 3	156	173	252	211	152	156	146	268	194	187	198	176	189



ตารางที่ ผ- 17 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 1
เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	80.56	41.80	38.76	161.12	0.90
8.00	125.02	153.52	108.30	386.84	0.75
9.00	125.4	156.56	133.00	414.96	0.73
10.00	133.00	171.76	142.50	447.26	0.73
11.00	128.82	155.04	153.90	437.76	0.80
12.00	123.5	136.04	121.98	381.52	0.78
13.00	116.28	142.50	123.88	382.66	0.70
14.00	107.16	119.32	104.88	331.36	0.60
15.00	116.66	135.28	116.28	368.22	0.72
16.00	101.46	112.10	97.28	310.84	0.78
17.00	86.64	92.72	68.02	247.38	0.78
18.00	102.6	62.70	65.74	231.04	0.70
19.00	84.36	67.26	46.74	198.36	0.66
20.00	46.74	37.24	42.56	126.54	0.72
ค่าเฉลี่ย	105.59	113.13	97.42	316.13	0.74

ตารางที่ ผ- 18 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 1
เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	70.30	37.24	46.74	154.28	0.90
8.00	85.50	159.98	112.48	357.96	0.82
9.00	132.24	164.16	129.58	425.98	0.82
10.00	138.70	180.50	146.30	465.50	0.60
11.00	131.86	167.96	156.56	456.38	0.61
12.00	131.10	139.46	118.56	389.12	0.76
13.00	113.62	131.48	126.16	371.26	0.62
14.00	104.50	126.16	105.64	336.30	0.63
15.00	114.76	143.64	119.70	378.10	0.52
16.00	108.30	93.10	101.08	302.48	0.54
17.00	107.54	108.30	67.64	283.48	0.61
18.00	11.20	66.50	70.30	148.00	0.52
19.00	93.10	74.48	53.96	221.54	0.68
20.00	71.06	38.76	36.48	146.30	0.72
ค่าเฉลี่ย	100.98	116.55	99.37	316.91	0.67

ตารางที่ ผ- 19 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 1
เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	37.24	53.58	32.68	123.50	0.90
8.00	108.30	112.10	70.30	290.70	0.86
9.00	109.82	112.48	95.38	317.68	0.86
10.00	105.64	127.30	104.50	337.44	0.87
11.00	121.98	128.44	115.90	366.32	0.80
12.00	118.56	147.44	83.98	349.98	0.78
13.00	112.48	150.48	85.88	348.84	0.78
14.00	93.10	119.70	108.30	321.10	0.68
15.00	114.76	139.08	105.64	359.48	0.78
16.00	93.10	113.24	93.48	299.82	0.76
17.00	80.56	82.46	58.52	221.54	0.76
18.00	81.32	100.70	50.54	232.56	0.75
19.00	71.06	105.26	43.70	220.02	0.75
20.00	32.30	37.24	29.64	99.18	0.78
ค่าเฉลี่ย	91.44	109.25	77.03	277.73	0.79

ตารางที่ ผ- 20 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 1
เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	85.50	55.10	33.82	174.42	0.88
8.00	128.82	174.04	115.90	418.76	0.50
9.00	136.80	164.16	138.70	439.66	0.50
10.00	144.40	185.06	128.82	458.28	0.50
11.00	140.22	170.62	154.66	465.50	0.50
12.00	142.50	151.24	139.46	433.20	0.61
13.00	135.28	154.28	139.84	429.40	0.64
14.00	119.32	134.52	109.06	362.90	0.66
15.00	123.50	121.98	127.30	372.78	0.67
16.00	100.70	109.06	106.78	316.54	0.68
17.00	86.26	11.96	73.34	171.56	0.60
18.00	114.38	74.10	69.92	258.40	0.62
19.00	96.52	59.66	62.70	218.88	0.65
20.00	60.04	47.50	37.62	145.16	0.70
ค่าเฉลี่ย	115.30	115.23	102.71	333.25	0.62



ตารางที่ ผ- 21 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 1
เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

เวลา	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				pf
	Wr	Ws	Wt	Total	
7.00	80.56	69.54	29.64	179.74	0.90
8.00	125.02	67.26	58.90	251.18	0.75
9.00	125.40	75.24	46.36	247.00	0.50
10.00	133.00	91.96	66.12	291.08	0.50
11.00	128.82	99.56	66.12	294.50	0.50
12.00	123.50	105.64	146.30	375.44	0.62
13.00	116.28	100.70	140.22	357.20	0.73
14.00	107.16	97.28	125.02	329.46	0.70
15.00	116.66	131.86	115.52	364.04	0.60
16.00	101.46	148.58	85.88	335.92	0.54
17.00	86.64	85.12	70.30	242.06	0.69
18.00	102.60	93.10	42.56	238.26	0.50
19.00	54.36	46.36	37.24	137.96	0.50
20.00	46.74	30.40	27.36	104.50	0.70
ค่าเฉลี่ย	103.44	88.76	75.54	267.74	0.62

ตารางที่ ผ- 22 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 2
เมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	28.50	38.76	50.92	118.18	0.90
8.00	46.36	75.62	73.34	195.32	0.82
9.00	68.40	63.46	80.56	212.42	0.82
10.00	74.10	73.72	78.66	226.48	0.78
11.00	82.84	76.38	9.06	168.28	0.80
12.00	67.26	60.42	74.86	202.54	0.78
13.00	69.54	65.74	69.16	204.44	0.78
14.00	47.50	41.42	54.72	143.64	0.68
15.00	63.84	54.34	58.90	177.08	0.76
16.00	69.16	71.06	69.16	209.38	0.74
17.00	60.04	70.68	68.78	199.50	0.80
18.00	47.50	55.86	52.82	156.18	0.76
19.00	44.08	49.78	49.78	143.64	0.77
20.00	31.54	37.24	38.38	107.16	0.88
ค่าเฉลี่ย	57.19	59.61	59.22	176.02	0.79

ตารางที่ ผ-23 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 2
เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	20.90	37.24	49.78	107.92	0.90
8.00	42.56	76.38	70.68	189.62	0.82
9.00	66.50	61.56	75.62	203.68	0.82
10.00	74.48	63.84	74.48	212.80	0.78
11.00	79.42	62.70	83.98	226.10	0.78
12.00	71.82	71.06	74.48	217.36	0.74
13.00	72.96	62.70	71.06	206.72	0.76
14.00	43.70	45.22	63.84	152.76	0.76
15.00	71.06	44.08	60.04	175.18	0.74
16.00	76.38	75.24	70.68	222.30	0.75
17.00	43.32	58.52	65.36	167.20	0.74
18.00	42.94	58.90	43.70	145.54	0.73
19.00	40.28	57.76	44.08	142.12	0.72
20.00	28.88	36.48	36.48	101.84	0.72
ค่าเฉลี่ย	55.37	57.98	63.16	176.51	0.77

ตารางที่ ผ- 24 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 2
เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	20.90	42.56	42.94	106.40	0.90
8.00	42.56	60.04	76.38	178.98	0.98
9.00	60.04	71.06	74.10	205.20	0.78
10.00	75.24	76.38	80.94	232.56	0.76
11.00	80.56	75.62	84.36	240.54	0.71
12.00	71.06	70.68	7.30	149.04	0.73
13.00	75.24	71.06	64.22	210.52	0.70
14.00	47.88	44.08	53.96	145.92	0.66
15.00	45.22	53.96	59.28	158.46	0.74
16.00	63.84	60.04	74.10	197.98	0.70
17.00	56.24	63.84	74.86	194.94	0.70
18.00	48.26	50.16	63.84	162.26	0.74
19.00	38.76	42.94	66.50	148.20	0.78
20.00	27.74	31.54	35.72	95.00	0.78
ค่าเฉลี่ย	53.82	58.14	61.32	173.29	0.76

ตารางที่ ผ- 25 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 2
เมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	20.90	32.30	31.92	85.12	0.84
8.00	55.10	66.88	65.74	187.72	0.72
9.00	71.82	70.30	72.96	215.08	0.70
10.00	77.90	73.72	71.06	222.68	0.64
11.00	86.64	84.74	82.46	253.84	0.62
12.00	81.70	64.22	67.26	213.18	0.65
13.00	74.48	65.74	61.56	201.78	0.66
14.00	41.04	40.66	36.86	118.56	0.71
15.00	44.84	45.98	50.16	140.98	0.71
16.00	67.64	67.26	61.56	196.46	0.75
17.00	58.52	70.68	64.98	194.18	0.80
18.00	50.16	48.26	49.02	147.44	0.78
19.00	38.76	38.76	42.56	120.08	0.78
20.00	26.22	25.84	26.22	78.28	0.82
ค่าเฉลี่ย	56.84	56.81	56.02	169.67	0.73

ตารางที่ ผ- 26 แสดงค่ากำลังไฟฟ้า และค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของหม้อแปลงลูกที่ 2
เมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542

	กำลังไฟฟ้าที่วัดได้ (kw)				
เวลา	Wr	Ws	Wt	Total	pf
7.00	28.50	38.76	50.92	118.18	0.90
8.00	46.36	75.62	73.34	195.32	0.74
9.00	68.40	63.46	80.56	212.42	0.66
10.00	74.10	73.72	78.66	226.48	0.75
11.00	82.84	76.38	90.06	249.28	0.76
12.00	67.26	60.42	74.86	202.54	0.73
13.00	69.54	65.74	69.16	204.44	0.71
14.00	47.50	41.42	54.72	143.64	0.72
15.00	63.84	54.34	58.90	177.08	0.70
16.00	69.16	71.06	69.16	209.38	0.68
17.00	60.04	7.68	68.78	136.50	0.70
18.00	47.50	55.86	52.82	156.18	0.80
19.00	44.08	49.78	49.78	143.64	0.80
20.00	31.54	37.24	38.38	107.16	0.84
ค่าเฉลี่ย	57.19	55.11	65.01	177.30	0.75

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ ผ- 27 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า

รายการ	วิธีตรวจสอบ	ช่วงเวลาการตรวจสอบ
1. อุณหภูมิของหม้อแปลง	- จัดค่าอุณหภูมิของอากาศ , น้ำมันหม้อแปลงและอุณหภูมิของขดลวด	- ทุกชั่วโมง
2. ระดับน้ำมันของหม้อแปลง	- อ่านค่าจากเครื่องวัดระดับน้ำมัน (Oil level guage)	- ทุกวัน
- Main tank	- สังเกตดูรอยแตกรั่ว หรือมีละอองน้ำจับ	
- On load tap changer	ด้านในของกระจกหรือไม่	
3. น้ำมันรั่วซึม	- ตรวจสอบตามครีบริบายความร้อน, ข้อต่อท่อวาล์ว และชิ้นส่วนอื่นๆ	- ทุกวัน
4. เสียงดังผิดปกติขณะทำงาน	- อาจเกิดจากการสั้นสะเทือนที่ผิดปกติสามารถตรวจสอบได้โดยการใช้มือสัมผัส	- ทุกวัน
5. บุชชิ่ง หรือปลอกกรองแกน (Bushing)	- ตรวจสอบระดับน้ำมันของบุชชิ่ง, รอยรั่วซึม, แตก, บิ่น, สกปรก	- ทุกวัน
6. ห้องหายใจรองความชื้น (Air Breather)	- ตรวจสอบการเปลี่ยนสีของสารดูดความชื้น (silica gel)	- ทุกวัน
7. สภาพภายนอกโดยทั่วไป	- ตรวจสอบดูคราบน้ำมัน - ตรวจสอบดูด้วยสายตา สังเกตดูสิ่งสกปรก, สนิม, หยดน้ำ, การเปลี่ยนสีของจุดต่อต่าง ๆ - ได้ยินเสียง หรือเห็นแสงที่เกิดจาก Partial discharge - สังเกตกลิ่นที่ผิดปกติ	- ทุกวัน
8. ระบบ Nitrogen-seal	- ตรวจสอบ Nitrogen pressure gauge - สังเกตดูรอยแตกรั่ว หรือมีละอองน้ำจับด้านในของกระจก	- ทุกวัน

ตารางที่ ค- 27 การตรวรสอบและบารุงรึกษาหม้อเปลงไฟฟ้ (ต่อ)

รายการ	วิธีตรวรสอบ	ช่วงเวลากการตรวรสอบ
9. ล้อฟ้า (Lightning Arrester)	- ตรวรสอบ Nitrogen pressure gauge - สังเกศตรวรสอบแดกร้าว หรือน้ลอะองน้้าจึบด้าในของกระจก	- ทุกปี
10. อุปกรณเปลึยนแทปขณะรับโหลด (On Load Tap Changer)	- ตรวรสอบสภาพภายนอกทวง OLTC. - จด Counter การท้งาน - ตรวรสอบระดับน้้ามันเกียร้ของมอเคอร์เปลึยนแทป - ทดสอบค้้าความคงทนของคไอ์เล็กตรึก (Dielectric Strength) ของน้้ามันหม้อเปลง - ตรวรสอบสภาพภายในของ OLTC.เพื่อบารุงรึกษา	- ทุกวัน - ทุก 6 เดือน - ทุก 6 เดือน - ตามค้้าแนะนำของบรึษัทผู้ผลึต
11. ฐานรอรึบหม้อเปลง	- ตรวรสอบครวรสอบแดกร้าว หรือน้ลอะองน้้าจึบด้าในของกระจก	- ทุก 6 เดือน
12. น้้ามันหม้อเปลง (Transformer oil)	- ทดสอบค้้าความคงทนของคไอ์เล็กตรึกด้วยแรงคัณเสึยสภาพคัณบพลัณ (Breakdown voltage) ตามมาตรฐานเช้น มาตรฐาน BS 148 : 1972 มึจึคจ้้ากัคเป็น 30 kV. เป็น - วัดค้้าความเป็นกรคของน้้ามันหรือน้ลอะองน้้าจึบด้าในของกระจก (Acid or Neutralization value) ผลที่วัดได้จ้ะต้องไมเกิน 0.4 มึลลึกรึมของ KOH/กรึม ตามมาตรฐาน BS 148 : 1972 - วัดค้้าความชึ้นของน้้ามันหม้อเปลง (Moisture หรือน้ลอะองน้้าจึบด้าในของกระจก) ไมควรรึสูงกว้้า 33 ppm.	- ทุก 1 ปี - ทุก 2 – 3 ปี - ทุก 2 – 3 ปี

ตารางที่ ผ- 27 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

รายการ	วิธีตรวจสอบ	ช่วงเวลาการตรวจสอบ
13. จุดสายต่อลงดิน	- ตรวจสอบการหลุดหลวม, สีกร่อนของจุดต่อลงดินต่างๆ	- ทุก 1 ปี
14. อุปกรณ์ป้องกันต่าง ๆ	- ทดลองฟังก์ชันการทำงาน, ชุดป้องกันให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและปรับแต่งค่าให้เที่ยงตรงตามความเป็นจริง	- ทุก 1 – 3 ปี
- Oil & Coil Thermometer		
- Dial oil level gauge		
- Buchholz relay		
- Tap protective device		
- Explosion vent (Pressure relief device)		
15. ค่า Insulation resistance ของขดลวดหม้อแปลง	- ระหว่างขดลวดกับขดลวด , ขดลวดกับกราวด์ด้วยเมกเกอร์ (Megger) ที่มีพิกัดแรงดันไฟตรงด้านออกขนาด 1000 – 25000 โวลต์ ค่าความต้านทานของฉนวนต่ำสุดที่ยอมรับได้สำหรับหม้อแปลงระบบ 22 kV. - 33 kV. วัดที่อุณหภูมิ 20 °C จะต้องไม่ต่ำกว่า 1000 MΩ หรือที่อุณหภูมิของหม้อแปลง 30 °C ต้องวัดได้ไม่ต่ำกว่า 500 MΩ	- ทุก 1 – 5 ปี
16. วัดค่าอัตราส่วนของแรงดัน (Ratio test)	- ใช้เครื่องวัดที่เรียกว่า Ratiometer เพื่อตรวจสอบค่าอัตราส่วนของแรงดันหรือจำนวนรอบทางด้ายแรงสูงและแรงต่ำกว่าถูกต้องหรือไม่ อาจจะทดสอบด้วยวิธีง่าย ๆ โดยการป้อนแรงดันขนาด 400 โวลต์เข้าทางด้ายแรงสูงถ้าเป็นหม้อแปลงระบบ 22 kV. โดยมี	- ทุก 5 ปี

ตารางที่ ผ- 27 การตรวจสอบและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

รายการ	วิธีตรวจสอบ	ช่วงเวลาการตรวจสอบ
17. วัดค่าความต้านทานของขดลวดหม้อแปลง (Winding resistance)	ด้านแรงต่ำเป็น 230 , 400, 460 V. ก็จะใช้วัดโวลต์ ด้านแรงต่ำได้เป็น 4.2, 7.3, 8.4 V ตามลำดับ - วิธีที่นิยมใช้ Wheatstone bridge สำหรับวัดค่าความต้านทานที่มีค่าสูง (มากกว่า 1 โอห์ม) และใช้ Kelvin double bridge สำหรับวัดค่าความต้านทานที่มีค่าต่ำ ๆ (ต่ำกว่า 1 โอห์ม) ในระหว่างการวัดถ้าขดลวดแช่อยู่ในน้ำมัน ควรจดค่าอุณหภูมิของน้ำมันเอาไว้ด้วย	- ทุก 5 ปี
18. วัดค่ากระแสกระตุ้น (Exciting current)	- วัดค่ากระแสกระตุ้นของขดลวดหม้อแปลงขณะเปิดวงจรของขดลวดอื่น ๆ ไว้	- ทุก 5 ปี
19. ทดสอบค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power factor test) ของส่วนประกอบต่าง ๆ ของหม้อแปลง	- วัดค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบฉนวนโดยใช้ Power factor test set เพื่อดูพลังงานที่สูญเสียไปเนื่องจากกระแสรั่วไหลในเนื้อฉนวน	- ทุก 5 ปี

ตารางที่ ผ – 28 คำแนะนำขั้นต้น ในการแก้ปัญหาเหตุผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
1. อุณหภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าสูงมาก	1. หม้อแปลงรับ โหลดเกินพิกัด (Overload) หรือมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดมากเกินไป 2. ระบบระบายความร้อนไม่ดีพอ 3. ระดับน้ำมันหม้อแปลงต่ำกว่าสเกลมาตรฐาน 4. น้ำมันมีตะกอนหรือมีสภาพเป็นจี๊ไล	- ลดโหลดลง หรือเพิ่มขนาดหม้อแปลง - ติดตั้งคาปาซิเตอร์ (Capacitor) เพื่อให้เพาเวอร์แฟกเตอร์รวมของระบบไฟฟ้าสูงขึ้น ซึ่งจะทำให้หม้อแปลงสามารถรับโหลดได้สูงขึ้น หรือจะช่วยให้กระแสไฟฟ้าลดลงด้วย • ตรวจสอบระบบการหมุนเวียนของอากาศหรือน้ำที่ช่วยถ่ายเทความร้อนของน้ำมันหม้อแปลง • ทำความสะอาดแผงระบายความร้อน, พัดลม หรือติดตั้งระบบระบายความร้อนเพิ่ม • ทำหลังคาคลุมเหนือหม้อแปลง เพื่อป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ - เติมน้ำมันหม้อแปลงให้ถึงระดับสเกลที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดพร้อมกับการตรวจสอบการไหลเวียนน้ำมัน • กรองน้ำมันส่วนนั้นออกไป • กรองน้ำมัน โดยผ่าน Filter press pump แล้วทำความ

ตารางที่ ผ – 28 คำแนะนำขั้นต้น ในการแก้ปัญหาเหตุผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
2. ขดลวดเสียหาย	5. มีความผิดปกติที่แกนเหล็ก (Cores)	สะอาดขดลวดและแกนเหล็ก - ตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดปฐมภูมิ (Primary winding) ในขณะที่ไม่มีโหลด ถ้ากระแสมีค่าสูง แล้วเปิดฝาครอบออกตรวจสอบสภาพของแกนเหล็ก • วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหาย หรือเกิดฟอลต์ (Fault) สังเกตลักษณะของขดลวดที่เสียหาย เช่น มีรอยกัดกร่อนบนขดลวด, มีการบิดเบี้ยวหรือหักงอหรือไม่หาวิธีการป้องกัน เช่น ติดตั้งล่อฟ้าอุปกรณ์ป้องกันหม้อแปลง และหมั่นตรวจสอบคุณภาพน้ำมันหม้อแปลงให้บ่อยครั้งขึ้น เมื่อพบจุดบกพร่องให้หาวิธีป้องกัน หรือรีบซ่อมแซมเสีย - ตรวจสอบว่ามีชิ้นส่วนใดปะปนอยู่ในน้ำมันหม้อแปลง - ทำการขันข้อต่อต่าง ๆ ให้แน่นและตรวจสอบว่าส่วนที่ต่อลงกราวด์ เช่น ตัวถังหม้อแปลง ยังต่ออยู่ดีหรือไม่เติมน้ำมันให้ถึง
3. มีอาร์ก (Arc) เกิดขึ้นภายในหม้อแปลง ซึ่งสามารถได้ยินเสียงอย่างชัดเจน	1. ไฟฟ้า, ลัดวงจร, รับโหลดเกินพิกัดน้ำมันหม้อแปลงเสื่อมคุณภาพ 1. มีชิ้นส่วนที่เป็นโลหะลอยบนผิวน้ำมันหม้อแปลง 2. การต่อกันไม่แน่นตามส่วนประกอบต่าง ๆ เช่นที่แคลมป์ (clamps), ที่ข้อต่อ (connectors) ฯลฯ	

ตารางที่ ผ – 28 คำแนะนำขั้นต้น ในการแก้ปัญหาเหตุผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
4. เกิดการวาบไฟตามผิว (Flashover) ขึ้นที่ลูกถ้วย (Insulator)	ระดับน้ำมันในหม้อแปลงต่ำกว่าสเกล ทำให้ส่วนที่มีแรงดันไฟฟ้าไหลผ่านระดับผิวน้ำมัน 1. พื้ผ้ที่บริเวณใกล้เคียง, ลูกถ้วยสกปรก เนื่องจากมีฝนและความชื้นเกาะที่ผิวลูกถ้วย	ระดับที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้ - ตรวจสอบว่าการรั่วไหลของน้ำมันที่จุดใดบ้าง จัดการซ่อมจุดรั่วนั้น ● ถ้าลูกถ้วยเสียหายมากให้จัดการเปลี่ยนลูกถ้วยใหม่ ถ้าลูกถ้วยเสียหายเพียงเล็กน้อยและไม่มีอะไหล่เปลี่ยน ให้ทำความสะอาดลูกถ้วยแล้วทาห้บด้วย petroleum jelly หรือ silicone grease แล้วจึงจะนำไปใช้งานใหม่ได้ แต่เมื่อหาลูกถ้วยใหม่ได้แล้วให้จัดการเปลี่ยนแทนของเดิม
5. หม้อแปลงมีความร้อนสูงเกินไป	1. รับโหลดเกินพิกัด (Overload) 2. ติดตั้งหม้อแปลงในสถานที่ที่มีอุณหภูมิแวดล้อมสูง, สกปรก เลือกขนาดสายเคเบิลเล็กไป ทำให้เกิดความร้อนสะสมสูงแล้วส่งผ่านความร้อนนั้นไปสู่หม้อแปลงได้	- ลดโหลดลงหรือเพิ่มขนาดหม้อแปลง - เลือกสถานที่ติดตั้งใหม่ที่มีการระบายอากาศดีหรือติดตั้งระบบระบายความร้อนเพิ่มเติม, ทำหลังคาคลุมหม้อแปลงเอาไว้ - เปลี่ยนขนาดสายเคเบิลให้โตขึ้น

ตารางที่ ผ – 28 คำแนะนำขั้นต้น ในการแก้ปัญหาเหตุผิดปกติของหม้อแปลงไฟฟ้า (ต่อ)

ปัญหา	สาเหตุ	วิธีการแก้ไข
6. เบรกเกอร์ไม่ทำงาน	3. หน้าสัมผัส (contacts) ของอุปกรณ์ ปรับรอบ (tap changer) อยู่ในสภาพ ที่ไม่ดีเนื่องจาก	- ปรับหน้าสัมผัสให้ตรงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน - ตกแต่งหน้าสัมผัสให้เรียบ หรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด
	ก. การปรับไม่ดีและตั้งไม่ตรงแนว ข. หน้าสัมผัสไหม้และมีรอยโหว่ เนื่องจากใช้งานหนักและปรับบ่อยครั้งเกินไป หรือปรับขณะที่มีกระแสสูงไหลผ่านหน้าสัมผัส	
7. สารดูดความชื้นหรือซิลิกาเจล (Silica gel) เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนๆ	ค. เบรกเกอร์ใช้เวลาปิด – เปิดนานเกินไป	- ใช้งานเบรกเกอร์ให้มากขึ้นเพื่อให้หน้าสัมผัสของเบรกเกอร์สะอาดขึ้น - ขันขั้วต่อต่างๆ ให้แน่นขึ้น
	4. ขั้วต่อ (connector) หลุดหลวม	
7. สารดูดความชื้นหรือซิลิกาเจล (Silica gel) เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนๆ	1. ระบบกลไกการทำงานของเบรกเกอร์ขัดข้องมักมีสาเหตุมาจาก	● หมั่นบำรุงรักษาโดยการหยอดน้ำมันหล่อลื่นตามชิ้นส่วนต่างๆ ● ปรับตั้งกลไกการทำงานทั้งหมดใหม่ เช่น สลัก , สปริง ฯลฯ
	ก. ขาดการบำรุงรักษา ข. การปรับตั้งระบบกลไก การทำงานทำได้ไม่ดี	
7. สารดูดความชื้นหรือซิลิกาเจล (Silica gel) เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนๆ	เนื่องจากมีความชื้นของบรรยากาศเข้าไปในกระเปาะที่เก็บซิลิกาเจลจึงทำให้ซิลิกาเจลดูดความชื้นนั้นไว้และเปลี่ยนตัวเองจากสีน้ำเงินเป็นสีชมพูอ่อน ๆ ซึ่งแสดงว่าซิลิกาเจล นั้นหมดสภาพแล้ว	เปลี่ยนซิลิกาเจลใหม่ หรือนำเอาซิลิกาเจลที่เปลี่ยนเป็นสีชมพูอ่อนนี้ไปเข้าตู้อบเพื่อไล่ความชื้นออก ก็จะได้ซิลิกาเจลเป็นสีน้ำเงิน ซึ่งจะสามารถนำไปใช้งานได้อีกชั่วระยะเวลาหนึ่ง

ภาคผนวก ค.

แบบสอบถาม

การตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิค กรณีศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ของ นางสาวรัตน์ ปริชาณเสฐฐ์ นักศึกษา สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี แบบสอบถามประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การตรวจวัด และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัย

ผลการศึกษาคาดว่าจะประโยชน์ในการวางแผนการจัดการพลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี และเป็นแนวทางในการจัดการพลังงานไฟฟ้าของสถานศึกษา ในสังกัดกองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา ต่อไป จึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านในการกรอกแบบสอบถามนี้ด้วย จะเป็นพระคุณอย่างสูง

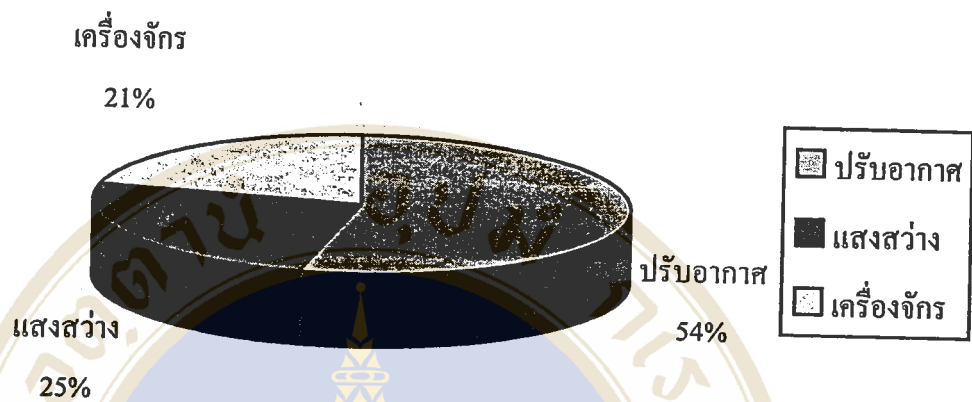
ส่วนที่ 1 สภาพปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี , ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ การตรวจวัด และแนวทางการแก้ไข้ปัญหา

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เป็นสถานศึกษาสังกัดกองวิทยาลัยเทคนิค กรมอาชีวศึกษา มีหม้อแปลง รับ –จ่ายไฟฟ้า จำนวน 2 ตัว ขนาดตัวละ 500 KVA และมีสถิติการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือน ตั้งแต่ปีงบประมาณ 2538-2541 เป็น 94,242 , 122,832 , 144,157 และ 181,956 บาท/เดือน ตามลำดับ ซึ่งมีอัตราเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 23.34 จากปัญหาด้านค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น ทำให้เงินงบประมาณ หมวดค่าสาธารณูปโภคที่ได้รับจัดสรร ไม่เพียงพอ และวิทยาลัยค้างชำระค่าไฟฟ้า เป็นจำนวนเงินประมาณ 1,800,000 บาท (ยอด ณ วันที่ 30 พ.ย. 2541) วิทยาลัยได้กำหนดมาตรการ และแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าขึ้น โดยมุ่งเน้นการลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานในระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งมาตรการดังกล่าวไม่ประสบผลสำเร็จ ผู้วิจัยได้ดำเนินการ สำรวจ ตรวจวัด สถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 8-12 กุมภาพันธ์ 2542 เวลา 07.00 –20.00 น. ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกเป็นอาคาร

อาคาร	ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง (kwh/ปี)	ระบบปรับ อากาศ (kwh/ปี)	ระบบ เครื่องจักร (kwh/ปี)	พลังงาน ไฟฟ้ารวม (kwh/ปี)
1. อาคารช่างก่อสร้าง	67,482	115,978	117,982	301,444
2. อาคารอำนวยการ	42,229	165,756	24,634	232,620
3. อาคารช่างไฟฟ้า	28,814	61,248	14,878	89,128
4. อาคารอิเล็กทรอนิกส์	17,443	56,806	11,937	102,000
5. อาคารช่างกลโรงงาน	30,988	37,996	10,135	79,120
6. อาคารวิทยาศาสตร์	8,918	18,780	3,199	30,888
7. อาคารเรียนสามัญ	18,134	-	325	18,460
รวม	214,010	456,566	183,092	853,660

จากการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นพบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้า ในระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบเครื่องจักร อุปกรณ์ ดังแผนภูมิที่ 1



และจากการตรวจวัดสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละระบบ สามารถสรุปผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

ระบบ	ดัชนีการใช้พลังงาน	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
1.ระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า	- ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ หม้อแปลง 1 = 0.69 - ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ หม้อแปลง 2 = 0.76	อยู่ระหว่าง 0.95 -1	ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน
2.ระบบปรับอากาศ	-ค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย = 4.23 Btu/w -ค่าสมรรถนะในการทำความเย็นเฉลี่ย = 2.84 kw/ton - ค่าติดตั้งเครื่องปรับอากาศเฉลี่ย = 1,043 Btu/m ²	- ≤1.61 kw/ton - อยู่ระหว่าง 600-800 Btu/m ²	สูงกว่าค่ามาตรฐาน สูงกว่าค่ามาตรฐาน
3.ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	- ค่ากำลังส่องสว่างเฉลี่ย = 10.86 w/ m ²	- ≤ 16 w/ m ²	ไม่เกินค่ามาตรฐาน

จากการสำรวจผู้วิจัยสรุปแนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า ของวิทยาลัยเทคนิค
สระบุรี ตามเกณฑ์ พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า

แนวทาง	เงินลงทุน (บาท)	ค่าพลังงานที่ ประหยัดได้ (บาท/ปี)	ระยะ เวลาคืน ทุน
ระบบปรับอากาศ			
1. ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งาน			
1.1 ลดลงวันละ 4 ชั่วโมง (เปิดเครื่องปรับอากาศ 09.00 –12.00 น. และ 13.00 –18.00 น.)	-	385,656	-
1.2 ลดลงวันละ 3 ชั่วโมง (เปิดเครื่องปรับอากาศ 08.30 –12.00 น. และ 13.00 –18.30 น.)	-	289,244	-
1.3 ลดลงวันละ 2 ชั่วโมง (เปิดเครื่องปรับอากาศ 08.00 –12.00 น. และ 13.00 –19.00 น.)	-	192,835	-
1.4 ลดลงวันละ 1 ชั่วโมง (เปิดเครื่องปรับอากาศ 07.30 –12.00 น. และ 13.00 –19.30 น.)	-	96,417	-
2. การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ (1ครั้ง/ปี)	69,300	89,335	9.3 เดือน
3. การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิด ประสิทธิภาพสูง	5,074,100	1,199,971	4.23 ปี
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง			
1. ติดตั้งโคมพร้อมแผ่นสะท้อนแสง	831,100	251,197	3.3 ปี
2. เปลี่ยนบัลลาสต์ขดลวดมาเป็นบัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์	532,200	97,920	5.4 ปี
ระบบส่งจ่ายกำลัง			
- ติดตั้งคาปาซิเตอร์	26,000	11,512	2.3 ปี

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดกาเครื่องหมาย ☒ หน้าข้อความที่ตรงกับความเห็นของท่าน

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ต่ำกว่า 20 ปี ☐ 20- 29 ปี ☐ 30-39 ปี
☐ 40-49 ปี ☐ 50 ปี ขึ้นไป
3. วุฒิการศึกษาสูงสุดของท่านในปัจจุบัน (ระบุ)
☐ ประกาศนียบัตร
☐ อนุปริญญา
☐ ปริญญาตรี
☐ ปริญญาโท
☐ อื่น ๆ
4. ท่านเคยรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ ไม่เคย
☐ เคย จากป้าย / แผ่นพับ
☐ เคยจากวารสาร
☐ เคยจากสื่อวิทยุ โทรทัศน์
☐ เคยจากหนังสือพิมพ์
☐ เคยจากสื่ออื่น ๆ (ระบุ).....
5. ท่านเคยรับรู้ข้อมูลเกี่ยวกับ พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
☐ ไม่เคย
☐ เคย จากป้าย / แผ่นพับ
☐ เคยจากวารสาร
☐ เคยจากสื่อวิทยุ โทรทัศน์
☐ เคยจากหนังสือพิมพ์
☐ เคยจากสื่ออื่น ๆ (ระบุ).....

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัย

คำชี้แจงในการตอบ : โปรดใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ในด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้าของวิทยาลัย

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
ด้านการบริหารจัดการ					
1. การบริหารงานของวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานปัจจุบันสอดคล้องตาม พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535					
2. ควรจัดให้มีคณะกรรมการด้านพลังงานในวิทยาลัยเทคนิค ตามที่ พ.ร.บ. การอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 กำหนด					
3. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าจะดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกคนในสถานศึกษา					
4. การจัดการเรียนการสอนในช่วงรอบค้ำของวิทยาลัยเทคนิคไม่มีผลกระทบต่อปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวม					
ด้านการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้า					
5. การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า จะทำให้ทราบสถานการณ์การใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน เพื่อวางแผนการจัดการพลังงานไฟฟ้าเพื่อการประหยัดต่อไป					
6. การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ในสถานศึกษา เป็นวิธีการที่เสี่ยงงบประมาณไปโดยสูญเปล่า					
7. การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษาได้					

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
8. ผู้บริหารมีบทบาทสำคัญที่สุด ในการวางแผน การตรวจวัด และประเมินผลการจัดการการใช้ พลังงานไฟฟ้าในสถานศึกษา					
ด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้า 9.การใช้พลังงานไฟฟ้าในวิทยาลัยเทคนิคสิ้น เปลืองมาก ตามความคิดเห็นของท่านมีสาเหตุมา จากข้อใด 9.1 ผู้ใช้ขาดความรับผิดชอบ 9. ผู้ใช้ขาดข้อมูลที่ต้องการในการใช้พลังงาน					
10. การประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ ของวิทยาลัย ทำได้โดยการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ระบบปรับอากาศ ซึ่งก็ทำได้คืออยู่แล้ว					
11. ท่านคิดว่าการเปลี่ยนมาใช้หลอดชนิด ประหยัดพลังงานไฟฟ้า แทนหลอดไฟฟ้าเดิม นั้นไม่จำเป็น เนื่องจาก เป็นการสิ้นเปลือง งบประมาณของรัฐ					
12. การบำรุงรักษา ซ่อมแซม การตรวจสอบ เครื่องมือ อุปกรณ์ เครื่องจักรต่าง ๆ อย่าง สม่าเสมอ ทำให้เกิดการประหยัดพลังงานได้เป็น อย่างดี					
ด้านการยอมรับการจัดการพลังงานไฟฟ้า 13. แนวทางที่เหมาะสมของการประหยัดพลัง งานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ ของวิทยาลัย เทคนิคสระบุรี ควรดำเนินการอย่างไร 13.1 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 4 ชั่วโมง/วัน					

ข้อความ	เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็น ด้วย	ไม่ แน่ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็น ด้วย อย่างยิ่ง
13.2 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 3 ชั่วโมง/วัน					
13.3 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 3 ชั่วโมง/วัน					
13.4 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 2 ชั่วโมง/วัน					
13.5 ลดจำนวนชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ 3 ชั่วโมง/วัน					
13.6 การซ่อมบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ					
13.7 การเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศชนิดประสิทธิภาพสูง					
14. แนวทางที่เหมาะสมของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่างของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรีควรดำเนินการอย่างไร					
14.1 ติดตั้งโคมพร้อมแผ่นสะท้อนแสง					
14.2 เปลี่ยนบัลลาสต์ชนิดหลอดมาเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์					
15. แนวทางที่เหมาะสมของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าของวิทยาลัยเทคนิคสระบุรีคือการติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า					

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวรัตน์ ปริหารณเสฏฐ์
วัน เดือน ปีเกิด 21 สิงหาคม 2508
สถานที่เกิด จังหวัดนครสวรรค์ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีปทุม, พ.ศ. 2529-2531
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ช่างอิเล็กทรอนิกส์)
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, พ.ศ. 2537-2539
ศึกษาศาสตรบัณฑิต ศษ.บ. (บริหารการศึกษา)
มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2539-2542
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน พ.ศ. 2531 - ปัจจุบัน
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ตำแหน่ง : อาจารย์ 1 ระดับ 5