การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา
MEASUREMENT AND ANALYSIS OF ENERGY USE IN WATPLOOKSATTHA SCHOOL

โดย

นางสาวปินัทธา ด้วงยา
นายปิยังกูร รัชตวรคุณ
นายพชร โสภณประไพวงษ์
นายภูมิ ธำรงค์สกุลศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF ENERGY USE IN WATPLOOKSATTHA SCHOOL

โดย

นางสาวปินัทธา	ด้วงยา
นายปิยังกูร	รัชตวรคุณ
นายพชร	โสภณประไพวงษ์
นายภูมิ	ธำรงค์สกุลศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF ENERGY USE IN WATPLOOKSATTHA SCHOOL

Pinutta Duangya

Piyoungkoon Ratchataworakun

Pachara Soponprapaiwong

Phoom Thamrongsakulsiri

THIS PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2561

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

Measurement and Analysis of Energy use in Watplooksattha School

โดย

นางสาวปินัทธา	ด้วงยา
นายปิยังกูร	รัชตวรคุณ
นายพชร	โสภณประไพวงษ์
นายภูมิ	ธำรงค์สกุลศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อรรถพล	เง่าพิทักษ์กุล
ผศ.ดร. ชัยยันต์	เจตนาเสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

ผู้จัดทำ

1. นางสาวปินัทธา	ด้วงยา
2. นายปิยังกูร	รัชตวรคุณ
3. นายพชร	โสภณประไพวงษ์
4. นายภูมิ	ธำรงสกุลศิริ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยยันต์ เจตนาเสน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

นางสาวปินัทธา ด้วงยา
นายปิยังกูร รัชตวรคุณ
นายพชร โสภณประไพวงษ์
นายภูมิ ธำรงค์สกุลศิริ
รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารโดยทำการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วนำค่าพลังงานไฟฟ้าจากบิลและค่าไฟฟ้าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการจำลองในโปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร(BEC) พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองสามมิติโดยใช้โปรแกรมสเก็ตช์อัป (Sketch-up) ได้ทำการเปลี่ยนแปลงหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ แบ่งได้ 2 กรณี คือ เหมาเปลี่ยนภายในหนึ่งครั้ง และทยอยเปลี่ยนตามลำดับการใช้พลังงาน นำค่าที่เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ามาทำการวิเคราะห์เพื่อเรียงลำดับการปรับปรุงระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคารและคำนวณจุดคุ้มทุนของอุปกรณ์และวัสดุที่ทำการปรับปรุงใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้คือ โรงเรียนวัดปลูกศรัทธาสามารถคืนทุนได้ภายใน 3-5 ปี ทั้งออกมาตรการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้โรงเรียนวัดปลูกศรัทธาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEASUREMENT AND ANALYSIS OF ENERGY USE IN WATPLOOKSATTHA SCHOOL

MS.PINUTTA	DUANGYA	
MR.PIYOUNGKOON	RATCHATAWORAKUN	
MR.PACHARA	SOPONPRAPAIWONG	
MR.PHOOM	THAMRONGSAKULSIRI	
Assoc.Prof.Dr. ATTHAPOL	NGAOPITAKKUL	Advisor
Asst.Prof.Dr. CHAIYAN	JETTANASEN	Co-Advisor

Year 2018

ABSTRACT

This project investigates on energy management in electrical system for building by measuring electrical energy and building electrical equipment then use electrical energy from bills and electrical energy that measured from measurement to compare with electrical energy from the simulation in the Building Energy Code (BEC). We also create a 3D model by the sketch-up software. We changed light bulbs and air conditioners in 2 cases: Change all equipment within one time and gradually change one building each time referenced from priority. According to the comparison between the energy, we have considered electrical energy to analyze priority for changing equipment of building in each year and also consider to discounted payback period. The result is Watplooksattha School has a discounted payback period within 3-5 years. Moreover, we have a solution to be implemented to reduce electrical energy consumption at Watplooksattha School.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้ หากปราศจากการช่วยเหลือของบุคคลดังต่อไปนี้ รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล และ ผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน ทั้งสองท่านนี้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และคำปรึกษาเสมอ และของคุณอาจารย์ท่านอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง ณ ที่นี้

ขอบคุณผู้อำนวยการสถานศึกษา รองผู้อำนวยการสถานศึกษา และคณะครูทุกท่านของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และอำนวยความสะดวกในการทำโครงงาน

ขอบคุณคุณนครศักดิ์ แสงสี เจ้าหน้าที่ผู้ดูแลห้องปฏิบัติการที่อำนวยความสะดวกในการเบิกเครื่องมือ และอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงงานครั้งนี้

สุดท้ายนี้ต้องขอบคุณบิดา มารดา และญาติพี่น้อง เพื่อนๆ ที่คอยสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
Abstract	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	13
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน	13
1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน	13
1.5 แผนการดำเนินโครงงาน	14
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	15
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	16
2.1 ระบบกรอบอาคาร	16
2.2 ระบบปรับอากาศ	18
2.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	19
2.4 พลังงานหมุนเวียน	20
2.5 อัตราค่าไฟฟ้า	20
2.6 เศรษฐศาสตร์ทางการเงินและการลงทุน	25
บทที่ 3 การสำรวจและการสร้างแบบจำลอง	27
3.1 สำรวจโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	27
3.2 ระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง	42
3.3 การตรวจไฟฟ้าด้วยเครื่อง Fluke 435	44
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	50
4.1 การแก้ไขระบบส่องสว่าง	50
4.2 เศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศ	79
4.3 ระบบกรอบอาคาร	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	86
5.1 สรุปผลการทดลอง	86
5.2 ข้อเสนอแนะ	90
เอกสารอ้างอิง	91
ภาคผนวก	95
ภาคผนวก ก อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	96
ภาคผนวก ข การสร้างแบบจำลองอาคารเรียน	104
ภาคผนวก ค ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า	127
ภาคผนวก ง การสำรวจโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	134
ภาคผนวก จ กิจกรรมส่งเสริมจิตสำนึกด้านการประหยัดพลังงาน	140
ภาคผนวก ฉ บทความวิชาการ	150
ประวัติผู้เขียน	155

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 ทัศนียภาพของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	3
1.2 ค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	5
2.1 จำลองการออกแบบหลังคา	17
3.1 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 1	46
3.2 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 2	47
3.3 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 3	48
3.4 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 4	49
4.1 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องสมุด	51
4.2 ค่าความเข้มแสงห้องสมุดมุมที่ 1	51
4.3 ค่าความเข้มแสงห้องสมุดมุมที่ 2	52
4.4 ค่าความเข้มแสงห้องสมุดมุมที่ 3	52
4.5 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องสมุด E-library	53
4.6 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-library มุมที่ 1	54
4.7 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-library มุมที่ 2	54
4.8 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-library มุมที่ 3	55
4.9 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2	56
4.10 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 1	56
4.11 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 2	57
4.11 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 3	57
4.13 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3	58
4.14 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 1	59
4.15 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 2	59
4.16 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 3	60
4.17 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องพักครู	61
4.18 ค่าความเข้มแสงห้องพักครูมุมที่ 1	61
4.19 ค่าความเข้มแสงห้องพักครูมุมที่ 2	62
4.20 ค่าความเข้มแสงห้องพักครูมุมที่ 3	62
4.21 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องคอมพิวเตอร์	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.22 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์มุมที่ 1	64
4.23 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์มุมที่ 2	64
4.24 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์มุมที่ 3	65
4.25 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องธุรการ	66
4.26 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการมุมที่ 1	66
4.27 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการมุมที่ 2	67
4.28 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการมุมที่ 3	67
4.29 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการมุมที่ 4	68
4.30 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการมุมที่ 5	68
4.31 การออกแบบติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1	69
4.32 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 1	70
4.33 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 2	70
4.34 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 3	71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 บุคลากรโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาปีการศึกษา 2561	1
1.2 สถิติจำนวนนักเรียนปีการศึกษา 2561	2
1.3 ค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาตามปีงบประมาณ 2561	4
1.5 ตารางการดำเนินงาน	14
2.1 ประสิทธิภาพของแต่ละชนิดผลึก	20
2.2 ลักษณะของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ	21
2.3 สรุปค่าไฟฟ้าฐานของอัตราค่าไฟฟ้าปกติ	23
2.4 การคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)	24
2.5 สรุปค่าไฟฟ้าฐานของอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้	25
3.1 อาคารเรียน 1 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	27
3.2 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 1	28
3.3 อาคารเรียน 2 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	30
3.4 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 2	31
3.5 อาคารเรียน 3 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	33
3.6 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 3	34
3.7 เครื่องปรับอากาศในห้องประชาสัมพันธ์เครื่องที่ 1	36
3.8 เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารอาจารย์เครื่องที่ 2	37
3.9 เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารอาจารย์เครื่องที่ 3	38
3.10 อาคารเรียน 4 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา	39
3.11 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 4	40
3.12 รวมระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง	42
3.13 ค่ากำลังไฟฟ้ารวมและพลังงานไฟฟ้ารวม	44
3.14 สรุปค่าไฟฟ้าจากเว็บไซต์ของการไฟฟ้านครหลวง	44
3.15 การเปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าจากการวัดจริงกับบิลค่าไฟฟ้าและค่าใน BEC	45
4.1 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 1	73
4.2 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 2	74
4.3 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 3	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
4.4 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 4	76
4.5 ค่าระยะเวลาคืนทุน (DPP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	78
4.6 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1	79
4.7 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2	79
4.8 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 3	80
4.9 ตัวอย่าง Cooling Capacity และ SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบ Ceiling Inverter	81
4.10 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแบบ non-inverter และ inverter	82
4.11 การเปรียบเทียบค่าไฟต่อปีและราคาเครื่องแบบ non-inverter และ inverter	82
4.12 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุน ระยะเวลาในการคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ของเครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU แต่ละยี่ห้อ	84
5.1 ผลการปรับปรุงจากโปรแกรม BEC	88
5.1 (ต่อ) ผลการปรับปรุงจากโปรแกรม BEC	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีผลต่อการดำเนินงานในด้านอุตสาหกรรม ครัวเรือน ภาครัฐและเอกชน ซึ่งเห็นได้ว่ามีความสำคัญเปรียบเสมือนปัจจัยในการพัฒนาประเทศ จึงทำให้อัตราการใช้พลังงานมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น จากข่าวการอนุรักษ์พลังงานข้างต้นทำให้เล็งเห็นถึงปัญหาการใช้ไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาซึ่งได้ใช้พลังงานเป็นจำนวนมากโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีพื้นที่ทั้งหมดรวม 12 ไร่ มีอาคารขนาดใหญ่อยู่ 4 อาคารคือ อาคาร 1 อาคาร 2 อาคาร 3และอาคาร 4 โดยสามารถเห็นภาพโดยง่ายจากรูปที่ 1.1 โรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีบุคลากรทั้งหมดดังตารางที่ 1.1 และ 1.2 ในปีการศึกษา 2561

ตารางที่ 1.1 บุคลากรโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาปีการศึกษา 2561

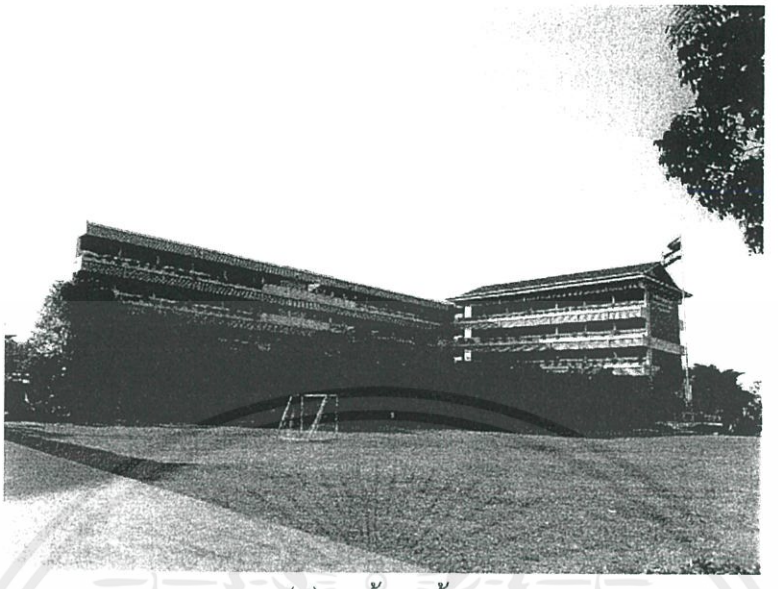
ลำดับ	ตำแหน่ง	จำนวนบุคลากร		
		ชาย	หญิง	รวม
1	ผู้อำนวยการสถานศึกษา	-	1	1
2	รองผู้อำนวยการสถานศึกษา	-	3	3
3	ครู คศ.3	3	4	7
4	ครู คศ.2	6	7	13
5	ครู คศ.1	3	14	17
6	ครูผู้ช่วย	1	13	14
7	ครูภาษาต่างประเทศ	4	8	12
8	พี่เลี้ยงเด็ก	-	6	6
9	เจ้าหน้าที่ธุรการ	-	1	1
10	พนักงานสถานที่	7	4	11
11	พนักงานทั่วไป	1	-	1
12	แม่ครัว	1	5	6
13	เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย	2	1	3
รวม		28	67	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

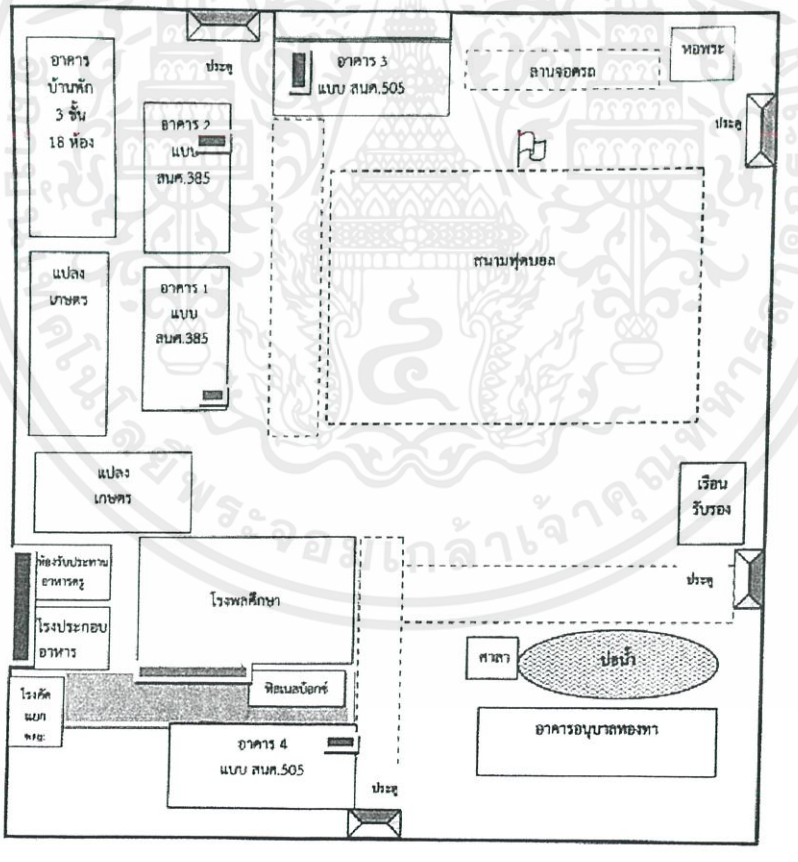
ตารางที่ 1.2 สถิติจำนวนนักเรียนปีการศึกษา 2561

ชั้น	เพศ		รวม
	ชาย	หญิง	จำนวน(คน)
อนุบาล 1	55	44	99
อนุบาล 2	64	48	112
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1	62	60	122
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2	53	54	107
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3	60	52	112
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	55	53	108
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	59	65	124
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	52	62	114
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1	52	37	89
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	48	49	97
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	34	34	68
รวม	594	558	1,152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) มุมด้านหน้า



(ข) มุมสูง

รูปที่ 1.1 ทัศนียภาพอาคารของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากค่าไฟฟ้าย้อนหลังจำนวน 1 ปี ดังแสดงในตารางที่ 1 .3 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาจะเห็นได้ว่าในช่วงเปิดภาคเรียนจะใช้พลังงานมากกว่าช่วงปิดภาคเรียนประมาณ 2 เท่า ดังนั้นโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาควรมีแผน ที่ประหยัดพลังงาน ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายภายในโรงเรียน และใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ โดยศึกษาค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาจากตารางที่ 1.3 ที่บอกรายละเอียดถึงหน่วยค่าไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละเดือน อีกทั้งค่าไฟฟ้าต่อเดือนนั้นที่มิเตอร์ที่ 3 จะเห็นได้ว่ามีหน่วยมากที่สุดเพราะเป็นอาคารขนาดใหญ่ติดกันซึ่งค่าไฟฟ้ารวมแต่ละเดือนจะอยู่ทางขวาสุดของตารางที่ 1.3

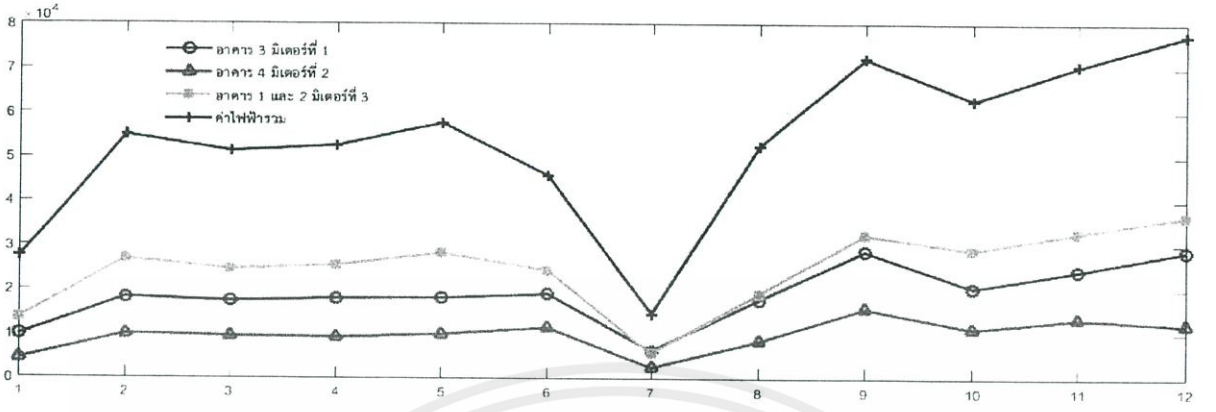
ตารางที่ 1.3 ค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาตามปีงบประมาณ 2561

M/Y	Building 3 Meter 1		Building 4 Meter 2		Building 1 and 2 Meter 3		Total (baht)
	Unit	Electric bill (baht)	Unit	Electric bill (baht)	Unit	Electric bill (baht)	
Oct./2560	2,181	9,755.34	978	4,268.35	3,010	13,536.48	27,560.47
Nov./2560	4,030	18,188.79	2,202	9,851.12	5,930	26,854.86	54,894.77
Dec./2560	3,839	17,317.63	2,100	9,385.89	5,429	24,569.76	51,273.28
Jan./2561	3,977	17,947.06	2,044	9,130.46	5,621	25,445.49	52,523.58
Feb./2561	4,000	18,051.96	2,201	9,846.56	6,217	28,163.90	57,585.82
Mar./2561	4,207	18,996.11	2,535	11,369.96	5,385	24,369.06	45,717.86
Apr./2561	1,393	6,161.20	558	2,352.69	1,278	5,636.67	20,143.83
May/2561	3,933	17,746.37	1,872	8,345.96	4,222	19,064.52	52,518.46
Jun./2561	6,335	28,702.10	3,486	15,707.57	7,138	32,364.65	72,240.59
Jul./2561	4,528	20,460.22	2,492	11,173.84	6,400	28,998.57	62,853.87
Aug./2561	5,371	24,305.21	2,979	13,395.08	7,246	32,857.26	70,557.55
Sep./2561	6,333	28,692.98	2,684	12,049.56	8,073	36,629.27	77,371.81
Avg.	4,177	18,860.46	2,177.58	9,739.78	5,496	24,874.21	53,770.16

การคิดอัตราค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาจัดเป็นประเภทที่ 2 คือ กิจการขนาดเล็ก ดังนั้นมิเตอร์ที่ใช้ทั้งมิเตอร์ที่ 1, 2 และ3 จะจัดอยู่ในประเภท 2.1.2 ที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์ ซึ่งการคำนวณค่าไฟฟ้าสามารถดูได้ที่ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 1.3 สามารถสร้างกราฟค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาได้ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

จากรูปที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าเดือนมีนาคม เมษายน พฤษภาคม และตุลาคม ค่าไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาจะน้อยกว่าปกติ เนื่องจากอยู่ในช่วงปิดภาคเรียน

จากข่าวที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้แถลงการณ์ว่ามีมาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานโดยใช้โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (BEC) ขึ้น มีผลบังคับใช้ตั้งแต่ต้นปี 2562 ซึ่งประเดิมด้วยอาคารใหม่และอาคารดัดแปลงขนาด 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป นั้นต้องออกแบบ อาคารให้ได้มาตรฐานประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (BEC) จึงจะสามารถอนุมัติให้ก่อสร้างอาคารได้กฎหมายนั้นอยู่ในระหว่างพิจารณาของคณะกรรมการกฤษฎีกาซึ่งในปี 2563 นั้นจะต้องปฏิบัติตามกฎหมายประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (BEC) และในปี 2564 จะครอบคลุมอาคารขนาด 2000 ตารางเมตรต่อไปโดยอาคารที่มีผลกับกฎหมายนี้มี 9 ประเภทได้แก่ สำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ศูนย์การค้า โรงมหรสพ สถานบริการ อาคารชุมนุมคน อาคารชุดและสถานศึกษา ทางกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานคาดว่าจะช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานได้มากกว่า 4 หมื่นเจ็ดพันล้านบาทภายในปี 2579

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระทรวงตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญของพลังงานจึงได้วางกรอบแผนบูรณาการพลังงานแห่งชาติ โดยจัดทำเป็น 5 แผนหลัก ได้แก่

1.) แผนการพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (Thailand Power Development Plan: PDP)

2.) แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP)

3.) แผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก (Alternative Energy Development Plan: AEDP)

4.) แผนการจัดหาก๊าซธรรมชาติของไทย

5.) แผนบริหารจัดการน้ำมันเชื้อเพลิง

แผนอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Development Plan: EEDP) กระทรวงพลังงานได้มีการกำหนดแนวทางในการดำเนินการเพื่อให้แผนมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นทั้งหมด 6 แนวทาง ได้แก่

1.) ยกเลิก / ทบทวนการอุดหนุนราคาพลังงาน โดยให้ราคาเป็นไฟตามกลไกตลาด

2.) มาตรการภาษี ลดภาษี และใช้เงินกองทุนอนุรักษ์ฯสนับสนุนอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

3.) เร่งรัดการสนับสนุนมาตรการด้านการเงิน ด้วยเงินเปล่าและเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ เพื่อให้มีการเปลี่ยนอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และให้คำปรึกษาในการบริหารจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

4.) กำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานในอาคาร (BEC) และกระทรวงมหาดไทยเพื่อผลักดันให้เป็นมาตรฐานบังคับ

5.) รณรงค์ด้านพฤติกรรม และการปลูกจิตสำนึกการใช้พลังงานให้เป็นวัฒนธรรมของชาติ

6.) กำหนดให้ผู้ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่ดำเนินมาตรการประหยัดพลังงานให้ลูกค้า (Energy Efficiency Resources Standard: EERS)

ในส่วนของการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานทำให้มีการออกมารณรงค์ให้มีการลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นออกไป เพื่อให้ประชาชนมีความตระหนักถึงความสำคัญของพลังงานไฟฟ้า เช่น การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนออกจากห้อง 30 นาที การรีดผ้าครั้งละหลายผืน การปิดไฟในออฟฟิศในเวลาพักเที่ยงและอื่นๆ ไม่เพียงแต่ประเทศไทยเท่านั้นที่ทางรัฐบาลมีนโยบายเสริมความมั่นคงทางด้านพลังงานไฟฟ้า ประเทศอื่นๆ ได้มีนโยบายดังกล่าวออกมาด้วยเช่นกัน ซึ่งแต่ละประเทศมีแนวทางการปฏิบัติแตกต่างกันออกไป ตลอดจนได้มีการส่งเสริมอาคารสีเขียว ซึ่งอาคารสีเขียวหมายถึง อาคารที่ให้ความสำคัญกับการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ เช่น วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง การใช้น้ำ และการใช้พลังงาน ในขณะเดียวกันลดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสิ่งแวดล้อมตลอดอายุอาคาร ซึ่งทำได้โดยการเลือกที่ตั้งอาคาร การวางผังอาคาร การออกแบบ การเลือกใช้วัสดุ การบริหารจัดการในระหว่างก่อสร้าง ใช้งาน และบำรุงรักษา ที่ดีกว่าอาคารโดยทั่วไป

จากความสำคัญของการใช้พลังงานไฟฟ้าดังกล่าว ทางคณะผู้จัดทำมีแนวคิดเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงาน และเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายภายในโรงเรียน โดยคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญของการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่ต้องบรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการครบทุกประการ โดยทางคณะผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพเข้ามาใช้แทนอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานมากหรือเสื่อมสภาพแล้ว ซึ่งจะส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนลดลง

ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น ต้องคำนึงถึงความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของอาคารเรียนต่างๆ บางอาคารเรียนมีการใช้พลังงานมากกว่าอาคารที่ไม่มีการเรียนการสอน และมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีความหลากหลาย ในปัจจุบันการลดการใช้พลังงานในอาคารขนาดใหญ่มีได้หลายวิธี เช่น การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งานมากเกินไป การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ เป็นต้น การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีเพียงทางเดียวที่ คือ การเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งานมากเกินไปหรือมีประสิทธิภาพต่ำทำให้เกิดการใช้พลังงานมากกว่าความเป็นจริง อุปกรณ์ที่จะนำมาเปลี่ยนนั้นจะต้องมีประสิทธิภาพสูง ทนทาน ประหยัดพลังงาน และทันสมัย อีกทั้งสำรวจพฤติกรรมการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ ทำการทดสอบอุปกรณ์ชนิดเก่า ชนิดใหม่ นำค่ากำลังไฟฟ้า (วัตต์) ที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าอินพุทและเอาท์พุท และเลือกอุปกรณ์ที่สามารถตอบสนองกับความต้องการที่เท่าเดิมแต่ใช้กำลังไฟฟ้าที่น้อยลงได้ นอกจากการตรวจสอบการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารเรียนแล้ว ยังมีการตรวจสอบความปลอดภัยระบบไฟฟ้าของอาคารเรียนทั้งหมดเพื่อนำข้อมูลมาช่วยแก้ปัญหาให้กับทางโรงเรียน เสนอแนวทาง วิธีการแก้ไขต่างๆ ติดป้ายเตือนเพื่อช่วยป้องกันผู้ที่ไม่มีความรู้ด้านไฟฟ้าจากอันตรายที่มาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับเปลี่ยนชนิดของระบบกรอบอาคาร

การเปลี่ยนกระจกเป็นกระจกที่มีเฉดสีการแผ่รังสี จะเป็นการช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้ดี และตัวกระจกนั้นเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่มีมลพิษ

การทดลองเปลี่ยนชนิดกระจกทั่วๆไป แล้วทำการเปรียบเทียบระหว่างกระจกแบบสะท้อน, สีเขียว , สีทองแดง และสีใส จากการเปรียบเทียบดังกล่าวทำให้พบว่ากระจกแบบสะท้อนสามารถช่วยสะท้อนความร้อนจากภายนอกได้ดีกว่ากระจกชนิดอื่นๆ และกระจกแบบเทอร์โมโครมิกชนิดนี้ซึ่งสามารถเปลี่ยนสีตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปเป็นกระจกที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคารและใช้แทนกระจกใสปกติ ซึ่งจากการทดลองนี้พบว่ากระจกชนิดนี้สามารถป้องกันความร้อนส่วนเกินด้วยการสะท้อนความร้อนจากภายนอกที่มากเกินไปกลับไปในอากาศ ซึ่งกระจกจะสามารถตรวจพบความร้อนส่วนเกินนี้จากการที่ความร้อนจากภายนอกมีค่ามากกว่าอัตราการถ่ายเทความร้อนของกระจก

จากการเปลี่ยนกระจกเป็นแบบใสการสะท้อนต่ำ, สีทองแดงการสะท้อนต่ำ, สีเขียวการสะท้อนต่ำ, สีเทาการสะท้อนต่ำและสีฟ้าผสมเขียวการสะท้อนต่ำพบว่ากระจกสีเทาการสะท้อนต่ำนั้นมีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานได้ดีที่สุดและกระจกแบบใสการสะท้อนต่ำมีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานได้แย่ที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้กรอบอาคารที่สามารถสร้างพลังงานแสงอาทิตย์ได้

การเปลี่ยนจากกระจกปกติไปเป็นกระจกแบบโซลาร์เซลล์กึ่งโปร่งใสซึ่งกระจกชนิดนี้เป็นกระจกที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้ ดังนั้นจึงได้รับพลังงานไฟฟ้าหมุนเวียนมาใช้ในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากภายนอกได้ และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับกระจกใสปกติ ซึ่งไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้ จะพบว่ากระจกโซลาร์เซลล์กึ่งโปร่งใสสามารถลดการใช้พลังงานได้จริง และนอกจากงานวิจัยดังกล่าว ยังมีงานวิจัยที่ทำการเปลี่ยนเป็นกระจกแบบฉนวนกันความร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งกระจกชนิดนี้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้เช่นกัน ดังนั้นทั้งสองงานวิจัยข้างต้นนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานของอาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งแผ่นฟิล์มบางบนกรอบอาคาร

การติดตั้งแผ่นฟิล์มแบบโฟโตเทอร์มัลบนกระจก ซึ่งฟิล์มชนิดนี้จะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆแต่มีคุณสมบัติในการดูดซับและสะท้อนความร้อนจากแสงอาทิตย์ออกไปได้มากกว่าแผ่นฟิล์มชนิดอื่น ซึ่งทำให้อาคารเย็นขึ้น สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้ นอกจากนี้แผ่นฟิล์มชนิดนี้ยังสามารถติดตั้งได้ง่ายและมีราคาถูก

การติดตั้งฟิล์มควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์บนกระจก จะช่วยดูดซับและสะท้อนการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี เพราะแผ่นฟิล์มชนิดนี้ถูกออกแบบมาโดยเฉพาะ การติดตั้งแผ่นฟิล์มชนิดนี้จะมีความละเอียดเป็นอย่างมากเพราะจะต้องทำการวัดอุณหภูมิบนกระจก จากนั้นจะทำการเลือกฟิล์มควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับอุณหภูมิของกระจก ซึ่งจากการทดลองเปรียบเทียบกับแผ่นฟิล์มชนิดอื่นกว่า 5 ชนิดแล้วพบว่า แผ่นฟิล์มชนิดดังกล่าวมีคุณสมบัติในการลดการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์มากที่สุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปรับเปลี่ยนรูปแบบของกรอบอาคาร

การทดลองปรับเปลี่ยนรูปแบบของกระจก ให้เข้ากับอาคารประเภทต่างๆในบาร์เซโลน่า ประเทศสเปน การปรับเปลี่ยนรูปทรงนั้นจะมีผลต่อความต้องการการใช้พลังงานภายในอาคาร เช่น ความต้องการปริมาณแสงสว่าง ความต้องการใช้พลังงานความร้อน เป็นต้น นอกจากนี้การทดลองนี้ยังพบว่าทิศทางของหน้าต่างนั้นก็มีผลต่อความต้องการใช้พลังงานภายในอาคารเช่นเดียวกัน การปรับเปลี่ยนรูปทรงกระจกนั้นยังมีการทดลองเรื่องการพัฒนากระจกทิมเบอร์คือการใช้กระจกและไม้เพื่อใช้ในอาคารสูงๆได้อย่างเหมาะสม ซึ่งการทดลองนี้จะพูดถึงกระจกแบบทิมเบอร์เท่านั้น และเรื่องการ ออกแบบรูปทรงกระจกให้เหมาะสมกับแต่ละเมือง ซึ่งการทดลองนี้จะเกี่ยวกับการออกแบบรูปทรงกระจกให้เหมาะสมกับทิศทาง รูปทรงของอาคาร และลักษณะภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่อีกด้วย ดังนั้นเมื่อทำการสรุปจากการทดลองทั้งสามนี้แล้วจะพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการใช้พลังงานภายอาคารนั้นจะมีทั้งหมด 4 ปัจจัย คือ รูปทรงของกระจก ทิศทางของกระจก ความสูงของอาคาร และลักษณะภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณอัตราส่วนของกรอบอาคารกับกำแพง

การคำนวณอัตราส่วนระหว่างกระจกกับกำแพงที่เหมาะสมในการลดการใช้พลังงานภายในอาคาร ที่เหมาะสมนั้นสามารถทำให้ลดการใช้พลังงานภายในอาคารได้จริง โดยอัตราส่วนที่เหมาะสมนั้นจะต้องไม่มีกระจกหรือกำแพงมากกว่าจนเกินไป หากมีกระจกมากเกินไปจะทำให้ได้รับความร้อนมากเกินไปหรือหากมีกำแพงมากเกินไปก็จะทำให้มีแสงสว่างไม่เพียงพอ ทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานของระบบส่องสว่าง

นำระบบหลอดไฟไดโอดเปล่งแสงอัจฉริยะโดยใช้การสื่อสารแบบไร้สาย (ZigBee) ร่วมกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สาย (Wi-Fi) ดำเนินการทั้งหมด 3 โหมดคือ ด้วยมือ, อัตโตมัติ และแบบผสม เพื่อควบคุมไฟฟ้าของอาคาร ที่จะไม่กระทบการมองเห็นของผู้อยู่อาศัย มีการทดสอบภาคสนามก่อนที่นำไปใช้งานจริง ใช้ระบบแสงอัจฉริยะ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถตั้งระดับความส่องสว่างได้โดยใช้แอปพลิเคชันอัจฉริยะบนโทรศัพท์มือถือ หรือเดสก์ท็อป เมื่อเปิดเครื่องสามารถลดความสว่างภายในห้องทดสอบได้ 50% และวิธีการควบคุมแบบนี้สามารถนำไปใช้ควบคุมไฟฟ้าในอาคารเรียนที่ศึกษาอยู่ได้ เพื่อให้มีความสว่างที่เหมาะสมและไม่ทำให้เกิดผลกระทบด้านสายตาของคุณครูและนักเรียน

การควบคุมแสงในอาคารพาณิชย์ ทำการตรวจสอบและวิเคราะห์การควบคุมแสงด้วยตนเองกับการควบคุมแสงอัตโนมัติ จากการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานพบว่าอัตราการใช้พลังงานสัมพันธ์กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นการควบคุมแสงด้วยวิธีอัตโนมัติจะเป็นตัวลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของอาคารได้ แต่บางครั้งการควบคุมแบบนี้จะไม่สามารถประหยัดพลังงานได้ จึงต้องใช้วิธีการควบคุมด้วยตนเองเป็นตัวเสริมจึงสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ดี เนื่องจากผู้ใช้งานเลือกที่จะเปิด-ปิดแสงสว่างด้วยตนเอง จากงานวิจัยนี้ พบว่าหากนำวิธีการควบคุมแบบอัตโนมัติ และการควบคุมแสงด้วยตนเองไปใช้ควบคู่กัน สามารถลดพลังงานไฟฟ้า และประหยัดค่าไฟฟ้าให้กับโรงเรียนได้ดียิ่งขึ้น

ผลกระทบของแสงจากหลอดไฟแบบไดโอดเปล่งแสงจากการใช้ไฟไดโอดเปล่งแสง ในอาคารส่งผลเสียต่อการทำความเย็น 75-85% ของพลังงานไฟฟ้าที่ยังเป็นความร้อนอยู่ งานวิจัยนี้ศึกษาคุณสมบัติการทำความร้อนของแสง LED สร้างกลยุทธ์การจัดการเพื่อใช้ประโยชน์คุณสมบัตินี้ลดพลังงานไฟฟ้า และระบายความร้อนของอาคาร โดยการใช้โปรแกรมจำลองอาคารสีเขียวและอาคารเสมือนจริง คำนวณการติดตั้งไฟต่างๆ เมื่อใช้กลยุทธ์นี้ควบคุมแสงสว่างหลอดแบบไดโอดเปล่งแสงในอาคารจำลองสีเขียว พบว่าการใช้พลังงานทั้งหมดลดลง 3.01% และจำลองการใช้พลังงานของอาคารเสมือนจริงที่ติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ กับหลอดไฟแบบไดโอดเปล่งแสงพบว่าปริมาณการใช้พลังงานของหลอดแบบไดโอดเปล่งแสงน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประมาณ 4.77% ดังนั้นการใช้พลังงานในอาคารจะลดลงเมื่อเลือกใช้หลอดไฟแบบไดโอดเปล่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบหน้าต่างเพื่อลดแสงในอาคาร ออกแบบระบบแสงสว่างแบบบูรณาการเพื่อเพิ่มลักษณะหน้าต่างที่จะนำไปสู่การลดใช้พลังงานของอาคาร ใช้โคมไฟเชิงเส้นไฟฟ้าเสริมติดตั้งโดยรอบกรอบหน้าต่างเพื่อลดความชัดของแสง วิธีการแบบนี้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงานได้ เช่นเดียวกับการออกแบบให้อาคารเรียนทั้ง 4 อาคารของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาใช้กระจกสีเขียว เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าของโรงเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานของระบบเครื่องปรับอากาศ

อาคารส่วนมากไม่ได้มีการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) ทำให้มีค่า Co_2 Concentration (ค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ) ที่สูงส่งผลให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักดังนั้นในงานวิจัยที่ จึงทำการติดตั้งอุปกรณ์ประหยัดพลังงานแบบสิ่งที่ถ่ายเทความชื้นและแห้งเร็วเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการประหยัดพลังงานของเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศในอาคารเรียนนั้นมีการทำงานที่เป็นช่วงเวลาซึ่งมีการเก็บข้อมูลช่วงเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศและอุณหภูมิที่ปรับตั้งเพื่อนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศใน 1 ปี ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้

อินเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการปรับความถี่ของคอมเพรสเซอร์ ระบบเร่งความเร็วมอเตอร์คอมเพรสเซอร์เมื่อต้องการทำความเย็นตามที่กำหนด และลดรอบมอเตอร์จนลงจนเกือบหยุดหมุนเมื่ออุณหภูมิห้องเย็นกว่าที่กำหนดเล็กน้อย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นกว่าที่ตั้งไว้ประมาณ 1-2 องศา คอมเพรสเซอร์จะค่อยเร่งการทำงานเพื่อลดอุณหภูมิลง จึงทำให้อุณหภูมิโดยรวมในห้องใกล้เคียงกับอุณหภูมิที่ผู้ใช้งานตั้งไว้มากกว่าเครื่องปรับอากาศแบบไม่มีอินเวอร์เตอร์ ดังนั้น การปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นจากแบบปกติเป็นแบบอินเวอร์เตอร์ สามารถช่วยลดพลังงาน อีกทั้งการที่คอมเพรสเซอร์ไม่ต้องรีเซตระบบใหม่ส่งผลให้ค่าไฟลดลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบและพัฒนาระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยดำเนินงานโดยสร้างแบบจำลองของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ และทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าเอาท์พุทซึ่งได้ผลลัพธ์คือสามารถหาค่าเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงและเพิ่มประสิทธิภาพการออกแบบรูปแบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ จากผลลัพธ์เกี่ยวกับกับงานวิจัย ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ และอีกทั้งนำความรู้ในการหาค่าเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงมาใช้ในการวางแผนในการใช้พลังงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านทางการเงิน

การคาดการณ์ล่วงหน้าเกี่ยวกับการควบคุมสินทรัพย์ของแบตเตอรี่เซลล์แสงอาทิตย์ในอาคาร โดยดำเนินงานสร้างแบบจำลองการผลิตพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารและทดลองการจัดเก็บแบตเตอรี่ของแบตเตอรี่เซลล์แสงอาทิตย์ในอาคารเพื่อดูการปลดปล่อยพลังงานและอายุการใช้งานแบตเตอรี่ที่ผ่านไปซึ่งได้ผลลัพธ์คือสามารถเก็บรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าได้นานขึ้น อีกทั้งการควบคุมที่ดีขึ้น ทำให้การควบคุมสินทรัพย์ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นหนึ่งในระบบที่คุ้มค่าที่สุดในมาตรการด้านการประหยัดพลังงานในอาคาร จากผลลัพธ์ที่กล่าวนั้นทำให้สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าในการควบคุมสินทรัพย์ของแบตเตอรี่เซลล์แสงอาทิตย์ภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาได้ และสามารถนำความรู้ในงานวิจัยนี้มาบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าให้มีอายุการใช้งานที่ดีขึ้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในด้านพลังงาน

การประเมินศักยภาพของเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา ดำเนินงานทดลองและเปรียบเทียบวัสดุฉนวนกันความร้อนในการจัดเก็บพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ของหลังคาซึ่งได้ผลลัพธ์คือสามารถหาฉนวนกันความร้อนที่ดีขึ้นของอาคาร ในการรวมกลุ่มของเซลล์แสงอาทิตย์ภายในอาคารซึ่งฉนวนนั้นเป็นอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไป ราคาไม่สูงเกินไปและมีประสิทธิภาพมากขึ้นในครัวเรือน จากผลลัพธ์ที่กล่าวเกี่ยวกับงานวิจัยทำให้สามารถนำฉนวนต่างๆที่กล่าวถึงมาทดลองในการลดพลังงานในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา เพื่อเป็นทางเลือกในการลดพลังงานได้ดียิ่งขึ้น

การประเมินความเสื่อมสภาพของเซลล์แสงอาทิตย์ภายในอาคาร โดยดำเนินการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในแนวตั้ง และทดสอบจำนวน 4 ปี แล้วนำค่ามาประเมินความเสื่อมสภาพ ผลลัพธ์คือ การผลิตกระแสไฟฟ้าใน 4 ปีนั้นไม่เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงจากการฉายรังสี และได้สมรรถนะสูงกว่าเมื่อได้รับรังสีต่ำ จากผลลัพธ์ที่กล่าวทำให้สามารถมั่นใจและใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในการลดพลังงานในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาซึ่งจะช่วยให้ค่าไฟฟ้าลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาระบบไฟฟ้าภายในอาคารเรียนและแก้ไขให้มีความเหมาะสมในแต่ละช่วงเวลา

1.2.2 เสนอแนวทางลดค่าไฟฟ้าให้กับโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

1.2.3 เสนอมาตรการการใช้พลังงานไฟฟ้า และเวลาในการคุ้มทุนเพื่อเสนอต่อผู้อำนวยการโรงเรียน

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

การสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารเรียนนั้น ทำการสำรวจเฉพาะอาคารที่มีการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่รวมถึงโรงอาหาร อาคารการเกษตร อาคารเนอสเซอรี่ โรงยิม และอาคารบ้านพักครู ซึ่งปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นการลดค่าการใช้พลังงาน ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา ถึงร้อยละ 10

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงงาน

1.4.1. สำรวจอาคารเรียนภายในสถานศึกษา

1.4.2. ทำการตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารเรียน

1.4.3. ทำการสร้างแบบจำลองอาคารเรียนของสถานศึกษา

1.4.4. ทำการสร้างแบบจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียน

1.4.5. ทำการวัดกราฟโหลดภายในอาคารเรียน

1.4.6. ทำการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดกับผลลัพธ์ที่ได้จากการทำแบบจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียน

1.4.7. ทำการทดลองลดการใช้พลังงานตามแบบจำลองและคำนวณเวลาคืนทุนในการปรับปรุงตามแบบจำลอง

1.4.8. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง สรุปผล ออกมาตรการให้โรงเรียนและจัดทำรูปเล่มโครงงานปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินโครงงาน

การดำเนินงาน	ผลที่คาดว่าจะได้รับ	ระยะเวลา																													
		ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.) สำรวจอาคารเรียน	เพื่อทราบแนวโน้มการใช้พลังงานภายในอาคารเรียน	<----->																											
		<----->																											
2.) ตรวจสอบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารเรียน	เพื่อทราบจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารเรียน					<----->																							
						<----->																							
3.) สร้างแบบจำลองอาคารเรียน	แบบจำลองอาคารเรียนในรูปแบบ 3 มิติ									<-->																			
										<-->																			
4.) สร้างแบบจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียน	พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนแบบละเอียด											<----->																	
												<----->																	
5.) วัดกราฟโหลดภายในอาคารเรียน	เพื่อทราบการใช้ไฟฟ้าภายในอาคารเรียน													<-->															
														<-->															
5.) เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ทำการตรวจวัดกับผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง	ผลลัพธ์ที่ทำการทดลองของชุดอุปกรณ์ใหม่ได้ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่าชุดอุปกรณ์เดิม														<----->														
															<----->														
6.) ทดลองลดการใช้พลังงานตามแบบจำลองและคำนวณเวลาคืนทุน	สามารถลดพลังงานได้จริงและได้แผนระยะเวลาในการคืนทุนตามแบบจำลอง																				<----->								
																					<----->								
7.) วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล ออกมาตรการให้โรงเรียนและจัดทำรูปเล่ม	สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ																						<----->						
																							<----->						

<-----> แผนที่ปฏิบัติจริง <-------> แผนที่วางไว้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้รับสามารถแบ่งออกเป็น 2 ด้าน คือ

1.6.1 ประโยชน์ด้านสังคม

1.6.1.1 สนับสนุนให้คุณครู นักเรียน และชุมชนสนใจเรื่องการใช้พลังงาน และสามารถนำความรู้ไปใช้ในบ้านเรือนของตนเองได้

1.6.1.2 ทำให้ผู้ใช้ไฟฟ้าในชุมชนสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าที่ต้องเสียในทุกเดือนได้

1.6.1.3 ทำให้บุคลากรภายในโรงเรียน และชุมชนรอบนอกตระหนักถึงความปลอดภัยในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

1.6.2 ประโยชน์ด้านวิศวกรรม

1.6.2.1 เป็นการศึกษาค้นคว้า รวบรวมความรู้ด้านกรอบอาคาร แสงสว่าง และโซลาร์เซลล์ ซึ่งเป็นความรู้ทางวิศวกรรม เพื่อนำมาแก้ไขปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ดียิ่งขึ้น

1.6.2.2 เป็นการลดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยมุ่งเน้นที่หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ และกรอบอาคารในอาคารเรียน เพื่อนำไปต่อยอด และพัฒนาการใช้พลังงานในสถานที่ต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบกรอบอาคาร

2.1.1 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (Overall Thermal transfer value, OTTV)

- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารแต่ละด้าน ($OTTV_i$) คำนวณจากสมการที่ 2.1

$$OTTV_i = (U_w)(1\text{-}WWR)(TD_{eq})+(U_f)(WWR)(\Delta T)+(WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.1)$$

เมื่อ $OTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

U_w คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อ(ตารางเมตร-องศาเซลเซียส) ($W/m^2.^\circ C$)

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent temperature difference) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^\circ C$)

U_f คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสงหรือกระจก มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อ(ตารางเมตร-องศาเซลเซียส) ($W/m^2.^\circ C$)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ($^\circ C$)

SHGC คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง หรือผนังทึบ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบ (U_w) คำนวณจากสมการที่ 2.2

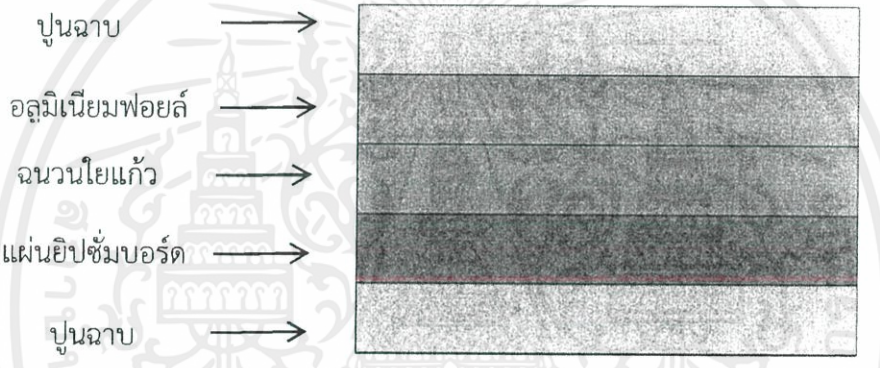
$$U_w = \frac{1}{R_T} \quad (2.2)$$

เมื่อ R คือความต้านทานความร้อนของวัสดุ

มีหน่วยตารางเมตร-องศาเซลเซียสต่อวัตต์ ($m^2.°C / W$)

2.1.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof thermal transfer value, RTTV)

หลังคาควรติดตั้งฉนวนกันความร้อน เพื่อทำให้อาคารสามารถกันความร้อนได้ดีขึ้น เช่น ฉนวนใยแก้ว ฉนวน PU แผ่นยิปซั่มบอร์ด และอลูมิเนียมฟอยล์เป็นต้น การออกแบบหลังคาสามารถทำได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 จำลองการออกแบบหลังคา

- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร คำนวณจากสมการที่ 2.3

$$RTTV_i = (U_r)(1\text{-}SRR)(TD_{eq})+(U_s)(SRR)(\Delta T)+(SRR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.3)$$

เมื่อ $RTTV_i$ คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

U_r คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาทึบ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อ (ตารางเมตร-องศาเซลเซียส) ($W/m^2.°C$)

SRR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TD_{eq} คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Equivalent temperature difference) ระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคา
มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

U_s คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง
มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อ(ตารางเมตร-องศาเซลเซียส) ($W/m^2.°C$)

ΔT คือ ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร
มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C)

SHGC คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสงSC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาโปร่งแสง หรือหลังคาทึบแสง
มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

2.2 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น เลือกเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดทำความเย็นเหมาะสมกับภาระการทำความเย็น และมีประสิทธิภาพสูงหรือเป็นรุ่นประหยัดไฟเบอร์ 5 เป็นต้น

2.2.1 การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

-เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กใช้ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ (Coefficient of performance, COP) มีหน่วยเป็นพิกัดกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ คำนวณจากสมการที่ 2.4

$$COP = \frac{Q}{R} \tag{2.4}$$

เมื่อ Q คือขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของระบบปรับอากาศ
มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

W คือ พิกัดกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ
มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

จากมาตรฐานโปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงาน (Building Energy Code : BEC) ได้กำหนดให้ ค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ (Coefficient of performance, COP) ไม่เกิน 3.3 วัตต์ (W.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น คือค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็นของระบบปรับอากาศ โดยกำหนดในรูปของค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งใช้ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy efficiency ratio, EER) มีหน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมง (Btu/h) และพิกัดกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นวัตต์ คำนวณจากสมการที่ 2.5

$$EER = 3.412(COP) \quad (2.5)$$

เมื่อ EER คือ อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน
มีหน่วยเป็นบีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์ ((Btu/h)/W)

2.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

การลดการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง คือการประหยัดไฟฟ้าที่ใช้กับหลอดไฟให้ได้มากที่สุด แต่ยังคงความสว่างเพียงพอกับการใช้งาน แนวทางการออกแบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ การเลือกใช้หลอดไฟที่มีประสิทธิภาพสูงหรือหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode : LED) และการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติในเวลากลางวันด้วยเทคนิคการติดตั้งสวิตซ์เปิด-ปิดแบบแยกสำหรับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารด้านที่มีแสงสว่างจากภายนอก เป็นต้น

การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้คำนวณตามหลักเกณฑ์วิธีการที่กำหนดดังนี้ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่ติดตั้งในพื้นที่ i คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของพื้นที่บริเวณพื้นที่ i ให้คำนวณจากสมการที่ 2.6 ดังนี้

$$LPD_i = \frac{LW_i + BW_i + NW_i}{A_i} \quad (2.6)$$

เมื่อ LPD_i คือ กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ i
มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m^2)

LW_i คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟทั้งหมดที่ติดตั้งบนพื้นที่ i
มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

BW_i คือ ผลรวมของกำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์ทั้งหมดที่ติดตั้งในพื้นที่ i
มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

NW_i คือ ผลรวมของค่าพิกัดกำลังไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ i ที่ถูกทดแทนด้วยแสงธรรมชาติภายใต้เงื่อนไขการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในอาคาร
มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

A_i คือ พื้นที่ใช้สอยทั้งหมดของบริเวณพื้นที่ i
มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พลังงานหมุนเวียน

มาตรฐานโปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงาน (Building Energy Code : BEC) นอกจากกำหนดมาตรฐานตามรายระบบต่างๆแล้ว ยังสามารถนำการใช้พลังงานหมุนเวียน เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ หรือการชดเชยการใช้หลอดไฟฟ้าตามแนวกรอบอาคารมาลดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารลงได้ มีวิธีการดังนี้

1. เซลล์แสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า (Photovoltaic electrification system) โดยสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน เมื่อมีแสงตกกระทบบนแผ่นเซลล์จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงได้ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่

- ผลิตจากซิลิคอน เช่น ชนิดผลึกเดี่ยว (Single crystalline silicon solar cell) และชนิดหลายผลึก (Poly crystalline silicon solar cell) และชนิดไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous) จะมีประสิทธิภาพ (Efficiency) ดังนี้

ตารางที่ 2.1 ประสิทธิภาพของแต่ละชนิดผลึก

ชนิดของผลึก	ประสิทธิภาพ (Efficiency)
ชนิดผลึกเดี่ยว (Single crystalline silicon solar cell)	10-22%
ชนิดหลายผลึก (Poly crystalline silicon solar cell)	12-18%
ชนิดไม่เป็นรูปผลึก (Amorphous)	8-13%

- ผลิตจากสารที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงถึง 25 % จึงนิยมใช้สำหรับงานดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่

2. การชดเชยหลอดไฟฟ้าตามแนวกรอบอาคาร เมื่อดำเนินการตามเงื่อนไขตามข้อกำหนดแล้ว สามารถยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนตามแนวกรอบอาคาร เพราะถือเป็นการใช้แสงสว่างธรรมชาติทดแทนการใช้หลอดไฟฟ้านั้นๆได้

2.5 อัตราค่าไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าเป็นอัตราที่การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บค่าไฟฟ้าจากผู้ใช้ไฟฟ้าตามลักษณะการใช้ โดยการไฟฟ้าฯได้กำหนดอัตราการเก็บค่าไฟฟ้าของผู้ใช้แต่ละประเภทแตกต่างกันตามอัตราค่าไฟฟ้าที่ผู้ใช้ฟ้าเลือกใช้บริการ

2.5.1 ประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้กำหนดประเภทของผู้ใช้ไฟฟ้าตามลักษณะของผู้ใช้ไฟฟ้าและปริมาณการใช้ไฟฟ้า เป็น 8 ประเภทดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ลักษณะของผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ

ผู้ใช้ไฟฟ้า	ลักษณะของผู้ใช้ไฟฟ้า	อัตราค่าไฟฟ้า			ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3 เดือน
		ปกติ	TOU	TOD		
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย	บ้านอยู่อาศัย สถานประกอบศาสนกิจของทุกศาสนา	✓	✓	-	-	-
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย หน่วยงานของรัฐ	✓	✓	-	ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์	-
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	ประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ	✓	✓	-	ตั้งแต่ 30 – 999 กิโลวัตต์	ไม่เกิน 250,000 หน่วย/เดือน
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	ประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ	✓	✓	✓	ตั้งแต่ 1,000 กิโลวัตต์ขึ้นไป	เกินกว่า 250,000 หน่วย/เดือน
ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง	ประกอบกิจการโรงแรม กิจการให้เช่าพักอาศัย	✓	✓	-	ตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป	-
ประเภทที่ 6 องค์กรไม่แสวงหากำไร	องค์กรที่ให้บริการโดยไม่คิดค่าตอบแทน องค์ระหว่างประเทศ	✓	✓	-	-	-
ประเภทที่ 7 กิจการสูบน้ำเพื่อการเกษตร	สูบน้ำเพื่อการเกษตร สหกรณ์เพื่อการเกษตร	✓	✓	-	-	-
ประเภทที่ 8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว	การก่อสร้างอาคารทั่วไป การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว	✓	-	-	-	-

จากตารางที่ 2.2 การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคได้เรียกเก็บอัตราค่าไฟฟ้าที่แตกต่างกันตามลักษณะของผู้ใช้ไฟฟ้า จะเห็นได้ว่ามีอัตราค่าไฟฟ้าอยู่ 3 อัตราคือ อัตราค่าไฟฟ้าปกติ อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU) และอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของวัน (Time of Day Tariff : TOD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 อัตราค่าไฟฟ้าปกติ

อัตราค่าไฟฟ้าปกติ คือ ค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค เรียกเก็บจากผู้ใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือน ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

2.5.2.1 ค่าไฟฟ้าฐาน

เป็นค่าไฟฟ้าที่สะท้อนรายจ่ายของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ซึ่งเป็นการลงทุนเพื่อรองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคตของประเทศ ประกอบด้วยรายจ่ายของการไฟฟ้า 3 ส่วนได้แก่

1. ต้นทุนค่าก่อสร้างขยายระบบผลิต ระบบสายส่ง และระบบจำหน่าย
2. ต้นทุนในการดำเนินงาน บำรุงรักษา และบริหารจัดการ
3. ต้นทุนค่าเชื้อเพลิง และค่าซื้อไฟฟ้า

โดยการไฟฟ้าฯ แบ่งการคิดค่าไฟฟ้าฐานออกเป็น 2 อัตราได้แก่

1. อัตราแบบก้าวหน้า เป็นการคิดค่าไฟฟ้าที่มีราคาต่อหน่วยสูงขึ้นตามจำนวนพลังงานไฟฟ้า หรือหน่วยไฟฟ้าที่ใช้
2. อัตราแบบสองส่วน เป็นการคิดค่าไฟฟ้าโดยแบ่งส่วนของค่าความต้องการ พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์: kW) และค่าพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์: kWh) ซึ่งทั้งสองค่าลดลงเมื่อระดับแรงดันไฟฟ้าที่ซื้อจากการไฟฟ้าสูงขึ้น

2.5.2.2 ค่าไฟฟ้าแปรผัน (Fuel Adjustment Charge)

เป็นค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง ค่าซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และค่าใช้จ่ายตามนโยบายภาครัฐ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากระดับที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าฐาน ซึ่งมีการปรับปรุงทุก ๆ 4 เดือน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.7 ดังนี้

$$F_t = FAC + AF \tag{2.7}$$

เมื่อ F_t คือ ค่าต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่เปลี่ยนแปลงไปจากระดับที่กำหนดไว้ในค่าไฟฟ้าฐาน ซึ่งมีการปรับปรุงทุก ๆ 4 เดือน

FAC คือ ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ค่าซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชน ค่าซื้อไฟฟ้าจากต่างประเทศ และค่าใช้จ่ายตามนโยบายของรัฐ ที่เปลี่ยนแปลงไปจากค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงฐานในงวดปัจจุบัน

AF คือ ค่าสะสมของผลแตกต่างระหว่างค่าไฟฟ้าแปรผันที่เกิดขึ้นจริง กับค่าไฟฟ้าแปรผันเรียกเก็บสะสมยกมาจากงวดที่ผ่านมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 ภาษีมูลค่าเพิ่ม และค่าบริการรายเดือน

นอกจากค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าแปรผันดังกล่าวแล้ว ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องชำระภาษีมูลค่าเพิ่ม (ภาษีมูลค่าเพิ่ม ร้อยละ 7) และค่าบริการรายเดือนอีกด้วย ซึ่งค่าบริการรายเดือนเป็นค่าใช้จ่ายในการอ่านและจดหน่วยการใช้ไฟฟ้า การจัดทำและจัดส่งใบแจ้งค่าไฟฟ้า รวมทั้งการรับชำระเงินค่าไฟฟ้า

2.5.2.4 ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor: PF)

การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเรียกเก็บค่าตัวประกอบกำลัง กับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ และประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง โดยคิดค่าตัวประกอบกำลังจากค่ากิโลวาร์สูงสุด เฉพาะในส่วนที่เกินจากร้อยละ 61.97 ของค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด (เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์)

ตารางที่ 2.3 สรุปค่าไฟฟ้าฐานของอัตราค่าไฟฟ้าปกติ

ประเภท	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าความต้องการกำลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวาร์)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 6 องค์กรไม่แสวงหากำไร	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว	✓	-	-	✓

• คือ ค่าตัวประกอบกำลังในส่วนที่เกินจากร้อยละ 61.97 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate: TOU)

นอกจากการคิดค่าพลังงานไฟฟ้าในอัตราค่าไฟฟ้าปกติแล้ว การไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ยังมีอัตราการคิดค่าพลังงานไฟฟ้า ในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ ในอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU) ดังแสดงในตารางที่ 2.4 โดยค่าพลังงานไฟฟ้ามีราคาสูงในช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) ระหว่างเวลา 09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ เนื่องจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยต้องผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงทุกชนิดทั้งที่มีราคาต่ำและสูง เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าเพียงพอต่อความต้องการ แต่ในช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้าต่ำ (Off Peak) ระหว่างเวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ และทั้งวันของวันเสาร์ - อาทิตย์ และวันหยุดราชการที่ไม่รวมวันหยุดชดเชย ค่าพลังงานไฟฟ้าจะต่ำ เนื่องจากการไฟฟ้าสามารถเลือกผลิตพลังงานไฟฟ้าจากที่มีเชื้อเพลิงราคาต่ำได้ ดังนั้น อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) จึงเป็นอัตราค่าไฟฟ้าที่สะท้อนถึงต้นทุนการผลิตไฟฟ้าที่แท้จริง

ตารางที่ 2.4 การคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU)

ระดับแรงดันไฟฟ้า	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On-Peak	Off-Peak	
แรงดัน 69 kV ขึ้นไป	4.1283	2.6107	312.24
แรงดัน 22 – 33 kV	4.2097	2.6295	312.24
ต่ำกว่า 12 kV	4.3555	2.6627	312.24

* On Peak ระหว่างเวลา 09.00 - 22.00 น. ของวันจันทร์ – วันศุกร์

** Off Peak ระหว่างเวลา 22.00 - 09.00 น. ของวันจันทร์ - วันศุกร์ และทั้งวันของวันเสาร์ – อาทิตย์และวันหยุดราชการที่ไม่รวมวันหยุดชดเชย

ความต้องการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุด คือ ความต้องการกำลังไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์ เฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดในรอบเดือน ซึ่งมีการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าไว้ในมิเตอร์ไฟฟ้า โดยการคิดค่าไฟฟ้าแบบอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (TOU) มีการนำค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดมาคำนวณในค่าพลังงานไฟฟ้าด้วยในผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่ ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง ประเภทที่ 6 องค์กรที่ไม่แสวงหากำไร และประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร ดังตารางที่ 2.5

การคำนวณค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ทำได้โดยการนำค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดเป็นกิโลวัตต์เฉลี่ยใน 15 นาทีจากมิเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงที่ระบบมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก (On Peak) คูณกับอัตราค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 สรุปค่าไฟฟ้าฐานของอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้

ประเภท	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์)	ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (บาท/กิโลวาร์)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
ประเภทที่ 1 บ้านอยู่อาศัย	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	✓	-	-	✓
ประเภทที่ 3 กิจการขนาดกลาง	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 4 กิจการขนาดใหญ่	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 6 องค์กรไม่แสวงหากำไร	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 7 สูบน้ำเพื่อการเกษตร	✓	✓	•	✓
ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว	✓	-	-	✓

• คือ ค่าตัวประกอบกำลังในส่วนที่เกินจากร้อยละ 61.97 ของค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (เศษของกิโลวาร์ ถ้าไม่ถึง 0.5 กิโลวาร์ตัดทิ้ง ตั้งแต่ 0.5 กิโลวาร์ขึ้นไปคิดเป็น 1 กิโลวาร์)

ดังนั้นเห็นได้ว่าการบริหารจัดการการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโครงสร้างค่าไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญอันดับแรกที่ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถลดค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือนได้ ดังนั้นหากผู้ใช้ไม่ทราบวิธีการบริหารจัดการพลังงานให้เหมาะสมกับอัตราค่าไฟฟ้าที่ใช้ ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าสูง

2.6 เศรษฐศาสตร์ทางการเงินและการลงทุน

ค่า Discounted Payback Period (DPP : ระยะเวลาคืนทุน) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.8 ดังนี้

$$DPP = \frac{ln\left(\frac{1}{1-\frac{I_0 \times i}{A}}\right)}{ln(1+i)} \qquad (2.8)$$

เมื่อ I_0 คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

A คือ ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละปี

i คือ ค่าอัตราคิดลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า Net Present Value (NPV : มูลค่าปัจจุบันสุทธิ) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.9

$$NPV = -I_0 + A\left[\frac{(1+i)^n-1}{i(1+i)^n}\right] \quad (2.9)$$

เมื่อ I_0 คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

A คือ ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละปี

i คือ ค่าอัตราคิดลด

n คือ ระยะเวลาของการทำโครงงาน

ค่า Internal Rate of Return (IRR : อัตราผลตอบแทนภายใน) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.10

$$0 = -I_0 + A\left[\frac{(1+IRR)^n-1}{i(1+IRR)^n}\right] \quad (2.10)$$

เมื่อ I_0 คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน

A คือ ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละปี

n คือ ระยะเวลาของการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสำรวจและการสร้างแบบจำลอง

3.1 สำรวจโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

การสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารนั้น ทำการสำรวจเฉพาะอาคารที่มีการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่รวมถึงโรงอาหาร อาคารการเกษตร อาคารเนอสเซอรี่ โรงยิม อาคารบ้านพักคุณครู ซึ่งจากการสำรวจแล้วทำให้ทราบว่าอาคารที่ต้องทำแบบจำลองต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลองนั้นมีทั้งหมด 4 อาคาร โดยแต่ละอาคารมีความสูง 5 ชั้น

ตารางที่ 3.1 อาคารเรียน 1 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

ชั้น	ห้อง	พื้นที่ (m^2)	อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน
1	ห้องสมุดอนุบาล-ประถมศึกษา	240.9	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	5 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	6 หลอด
			หลอดดาวน์ไลท์ 24 W	56 หลอด
			หลอดอินแคนเดสเซนต์ 100 W	4 หลอด
2	ห้องสมุด E-library ชั้นมัธยมศึกษา	240.9	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	4 เครื่อง
			หลอดดาวน์ไลท์ 6 W	59 หลอด
3	ห้องเรียน IDP	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 1/2	65.5		
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 1/3	65.5		
4	ห้องวิทยาศาสตร์	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องเก็บพัสดุ	65.5		
	ห้องนาฏศิลป์	65.5		
5	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องเรียน	65.5		
	ห้องเรียน	65.5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 1

แบบสำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

รายละเอียดการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และค่าความส่องสว่าง

ชื่ออาคาร ตึก 1

ลำดับ	พื้นที่	หลอดไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบัน			การใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน			โคมไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน		บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		จำนวนหลอดที่ใช้งานจริง	พื้นที่ (m^2)	ผลการแสดงระดับค่าความส่องสว่าง										เวลาทำงาน	
														ก่อนปรับปรุง								หลังปรับปรุง		ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี
		ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	หลอดต่อโคม	จำนวน (โคม)	ชนิด	(W)			จุดที่ 1 (Lux)	จุดที่ 2 (Lux)	จุดที่ 3 (Lux)	จุดที่ 4 (Lux)	จุดที่ 5 (Lux)	สูงสุด (Lux)	ต่ำสุด (Lux)	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเฉลี่ย (Average)		
1	ห้องสมุด	Downlight	24	56	59775 POMERON 070 5W 27K WH	5	16	1	56	-	-	52	240.9	121.0	188.0	308.0	290.0	76.0	308.0	76.0	196.6	357.0	8	250
		Fluorescent	18	6	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	6	1	6	T8	40.0	6												
		หลอดไส้	100	4	Master LEDbulb DT 15-100W E27	18	60	1	4	-	-	2												
2	ห้องสมุด E-library (ห้องเล็ก)	Downlight	6	17	Master LEDbulb DT 15-100W E27	18	59	1	59	-	-	17	45.1	142.0	193.0	211.0	132.0	146.0	211.0	132.0	164.8	310.0	8	250
	ห้องสมุด E-library (ห้องใหญ่)	Downlight	6	42	59775 POMERON 070 5W 27K WH	5	55	1	55	-	-	29	195.8	228.0	239.0	195.0	111.0	101.0	101.0	236.0	174.8	310.0	8	250
3	ห้อง IDP	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	6	2	6	T8	40.0	12	65.5	700.0	600.0	439.0	557.0	472.0	439.0	700.0	553.6	550.0	8	250
4	ห้องประถามศึกษาปีที่ 1/2	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	7	2	6	T8	40.0	12	65.5	640.0	500.0	440.0	407.0	488.0	407.0	640.0	495.0	503.5	8	250
5	ห้องประถามศึกษาปีที่ 1/3	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	7	2	6	T8	40.0	10	65.5	600.0	550.0	420.0	410.0	460.0	600.0	410.0	488.0	498.3	8	250
6	ห้องวิทยาศาสตร์	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	6	2	6	T8	40.0	12	65.5	550.0	380.0	590.0	460.0	590.0	590.0	460.0	514.0	525.0	8	250
7	ห้องเก็บของ	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	6	2	6	T8	40.0	12	65.5	400.0	320.0	360.0	450.0	300.0	450.0	300.0	366.0	392.0	8	250
8	ห้องนาฏศิลป์	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	6	2	6	T8	40.0	12	65.5	300.0	320.0	400.0	410.0	390.0	410.0	300.0	364.0	381.0	8	250

จากตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 สรุปได้ว่า อาคารเรียน 1 มีทั้งหมด 5 ชั้น แต่ละชั้นมีห้องที่แตกต่างกันออกไป ประกอบด้วยห้องสมุดจำนวน 2 ห้องดังนี้ โดยห้องสมุดชั้น 1 มีการใช้หลอดไฟทั้งหมด 3 ชนิด หลอดดั้งเดิมใช้หลอดดาวน์ไลท์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดอินแคนเดสเซนต์ การปรับเปลี่ยนคือจากหลอดชนิดดาวน์ไลท์ ปรับเป็นหลอดชนิด 59775 POMERON 5 วัตต์ จำนวน 16 หลอด หลอดฟลูออเรสเซนต์ เปลี่ยนเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube 16 วัตต์ จำนวน 6 หลอด และเปลี่ยนหลอดอินแคนเดสเซนต์ เป็นหลอด Master LEDbulb DT 18 วัตต์ จำนวน 60 หลอด ต่อมาห้องสมุด E-library ในชั้น 2 จากเดิมหลอดดาวน์ไลท์ เป็นหลอดชนิด Master LEDbulb ขนาด 18 วัตต์ จำนวน 59 หลอด และชนิด 59775 POMERON ขนาด 5 วัตต์ จำนวน 55 หลอด ในส่วนของห้องสมุดทั้ง 2 ห้องนั้นมีการติดตั้งเพิ่มเติมมากกว่าห้องอื่นๆ ภายในอาคารเรียน 1 เนื่องจากภายในห้องสมุดทั้งชั้น 1 และชั้น 2 นั้นมีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 196.6 ลักซ์และ 164.8 ลักซ์ตามลำดับซึ่งเป็นค่าความส่องสว่างที่น้อยกว่ามาตรฐาน อีกทั้งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานภายในห้อง จึงได้ทำการเพิ่มหลอดส่องชั้นวางหนังสือเพื่อเพิ่มความส่องสว่างภายในห้องอีกทั้งเพิ่มความสะดวกแก่ผู้ใช้งานในห้องสมุด สำหรับห้อง IDP ห้องวิทยาศาสตร์ ห้องเก็บของ และห้องนาฏศิลป์ มีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกที่ดีอยู่แล้วแต่ยังเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์จึงทำการเปลี่ยนแปลงเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube ขนาด 16 วัตต์ จำนวน 6 หลอด และห้องเรียนมีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกที่ดีอยู่แล้วเช่นกันจึงเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็น Essential LEDtube ขนาด 16 วัตต์ จำนวน 7 หลอด นอกจากระบบส่องสว่างแล้วอีกทั้งมีระบบปรับอากาศ คือ ห้องสมุด ใช้เครื่องปรับอากาศ ที่ขนาด 36000 BTU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 อาคารเรียน 2 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

ชั้น	ห้อง	พื้นที่ (m^2)	อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน
1	ห้องประชุมพุทธรักษา	214.5	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	5 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	60 หลอด
2	ห้องพักครู	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องพยาบาล			
	ห้องมัลติมีเดีย			
3	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3			
	ห้องศิลปะ			
4	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องเรียน			
	ห้องเรียน			
5	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องเรียน			
	ห้องเรียน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 2

แบบสำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

รายละเอียดการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และค่าความส่องสว่าง

ชื่ออาคาร ตึก 2

ลำดับ	พื้นที่	หลอดไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบัน			การใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน			โคมไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน		บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		จำนวนหลอดที่ใช้งานจริง	พื้นที่ (m^2)	ผลการแสดงระดับค่าความส่องสว่าง									เวลาทำงาน	
														ก่อนปรับปรุง								หลังปรับปรุง	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี
		ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	หลอดต่อโคม	จำนวน (โคม)	ชนิด	(W)			จุดที่ 1 (Lux)	จุดที่ 2 (Lux)	จุดที่ 3 (Lux)	จุดที่ 4 (Lux)	จุดที่ 5 (Lux)	สูงสุด (Lux)	ต่ำสุด (Lux)	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเฉลี่ย (Average)		
1	ห้องดนตรีไทย	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm	16	6	2	6	T8	40.0	12	65.5	419.0	326.0	362.0	502.0	370.0	502.0	326.0	395.8	420.5	8	250
2	ห้องพักครู	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm	16	12	1	12	T8	40.0	10	65.5	334.0	245.0	200.0	368.0	253.0	368.0	200.0	280.0	235.0	8	250
3	ห้องพยาบาล	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm	16	6	2	6	T8	40.0	11	65.5	390.0	318.0	320.0	293.0	443.0	443.0	293.0	352.8	375.0	8	250
4	ห้อง Multimedia	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm	16	6	2	6	T8	40.0	11	65.5	390.0	375.0	351.0	457.0	528.0	528.0	351.0	420.2	445.5	8	250
5	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2	Fluorescent	18	12	MSTR TLED INT PERF 1200mm	16	13	1	12	T8	40.0	11	65.5	260.0	300.0	325.0	320.0	280.0	320.0	260.0	297.0	232.0	8	250
6	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3	Fluorescent	18	12	MSTR TLED INT PERF 1200mm	16	13	1	12	T8	40.0	11	65.5	241.0	261.0	167.0	170.0	170.0	261.0	167.0	201.8	222.0	8	250
7	ห้องประชุมพุทธรักษา	Fluorescent	18	60	Essential LEDtube 1200mm	16	30	2	30	T8	40.0	58	214.5	305.0	304.0	314.0	321.0	293.0	321.0	293.0	307.4	325.3	8	250
8	ห้องรักษาความปลอดภัย	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm	16	6	1	12	T8	40.0	12	65.5	310.0	301.0	311.0	300.0	296.0	311.0	296.0	303.6	311.0	8	250

จากตารางที่ 3.3 และตารางที่ 3.4 สรุปได้ว่า อาคารเรียน 2 มีทั้งหมด 5 ชั้น ประกอบด้วยห้องพักครูซึ่งมีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 280 ลักซ์ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐาน อีกทั้งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานภายในห้องอีกทั้งห้องยังใช้หลอดไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ จำนวน 12 หลอดจึงทำการเปลี่ยนแปลงเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube 16 วัตต์ จำนวน 12 หลอด ห้องเรียนปกตินั้นปรับเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 16 วัตต์ จำนวน 12 หลอด เช่นเดียวกันแต่ในส่วนของห้องในส่วนห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 และ 2/3 ทั้ง 2 ห้องนั้นเป็นห้องเรียนที่มีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 297 ลักซ์และ 201.8 ลักซ์ตามลำดับซึ่งมีความส่องสว่างสว่างน้อยกว่าค่ามาตรฐาน อีกทั้งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานภายในห้องซึ่งเป็นนักเรียนจึงต้องให้ความสำคัญกับทั้ง 2 ห้องนี้เป็นพิเศษจึงทำการเปลี่ยนแปลงเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube 16 วัตต์ จำนวน 13 หลอด โดยมีการเพิ่มจากเดิมมา 1 หลอด คือหลอดไฟที่ติดตั้งบนกระดานเพื่อให้ห้องเรียนนั้นสว่างเพิ่มมากขึ้นอีกทั้งช่วยให้นักเรียนมองตัวหนังสือได้ในส่วนของห้องอื่นๆ เช่น ห้องดนตรีไทย ห้องพยาบาล ห้องMultimedia และห้องรักษาความปลอดภัย เปลี่ยนไปใช้หลอดชนิดเดียวกันกับห้องพักครูคือ Essential LEDtube 16 วัตต์ จำนวน 6 หลอดอีกทั้งห้องประชุมพุทธรักษาเปลี่ยนเป็นหลอด Essential LEDtube 16 วัตต์ จำนวน 30 หลอดโดยห้องประชุมพุทธรักษามีการใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU จำนวน 5 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 อาคารเรียน 3 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

ชั้น	ห้อง	พื้นที่ (m^2)	อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน
1	ห้องธุรการ	254.1	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	2 เครื่อง
			เครื่องปรับอากาศ 24000 BTU	2 เครื่อง
			เครื่องปรับอากาศ 12000 BTU	3 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	20 หลอด
	ห้องประชุมตันหยง 1	31.5	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	1 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
	ห้องประชุมตันหยง 2	31.5	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	1 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	12 หลอด
2	ห้องวิทยาศาสตร์	98.2	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	21 หลอด
	ห้องพระพุทธศาสนา	65.5		16 หลอด
3	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/3	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/2	65.5		
	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
4	ห้องคอมพิวเตอร์	98.2	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	1 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องเรียน IDP	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2			
5	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 3

แบบสำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

รายละเอียดการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และค่าความส่องสว่าง

ชื่ออาคาร ตึก 3

ลำดับ	พื้นที่	หลอดไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบัน			การใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน			โคมไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน		บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		จำนวนหลอดที่ใช้งานจริง	พื้นที่ (m^2)	ผลการแสดงระดับค่าความส่องสว่าง									เวลาทำงาน	
														ก่อนปรับปรุง							หลังปรับปรุง		ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี
		ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	หลอดต่อโคม	จำนวน (โคม)	ชนิด	(W)			จุดที่ 1 (Lux)	จุดที่ 2 (Lux)	จุดที่ 3 (Lux)	จุดที่ 4 (Lux)	จุดที่ 5 (Lux)	สูงสุด (Lux)	ต่ำสุด (Lux)	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเฉลี่ย (Average)		
1	ห้องธุรการ	Fluorescent	18	20	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	20	1	20	T8	40.0	20	254.1	241.0	200.0	227.0	400.0	202.0	400.0	200.0	254.0	239.0	8	250
2	ห้องประชุมต้นหยง (ห้องเล็ก)	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	12	1	12	T8	40.0	6	31.5	250.0	281.0	284.0	329.0	271.0	329.0	250.0	283.0	239.0	8	250
3	ห้องประชุมต้นหยง (ห้องเล็ก) 2	Fluorescent	18	12	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	12	1	12	T8	40.0	6	31.5	250.0	281.0	280.0	329.0	271.0	329.0	250.0	282.2	241.0	8	250
4	ห้องวิทยาศาสตร์	Fluorescent	18	21	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	10	1	21	T8	40.0	21	98.2	343.0	400.0	417.0	390.0	371.0	417.0	343.0	384.2	388.8	8	250
5	ห้องคอมพิวเตอร์	Fluorescent	18	16	MSTR TLED INT PERF 1200mm	16	17	1	16	T8	40.0	16	98.2	330.0	268.0	268.0	250.0	180.0	330.0	180.0	259.2	238.0	8	250
6	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	16	T8	40.0	12	65.5	361.0	480.0	376.0	428.0	375.0	480.0	361.0	404.0	421.0	8	250
7	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/3	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	16	T8	40.0	16	65.5	430.0	415.0	516.0	490.0	403.0	516.0	403.0	450.8	460.2	8	250
8	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/2	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	16	T8	40.0	16	65.5	313.0	325.0	511.0	466.0	358.0	411.0	313.0	394.6	401.0	8	250
9	ห้องศิลปะ	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	8	2	16	T8	40.0	16	65.5	321.0	302.0	302.0	305.0	309.0	321.0	302.0	307.8	311.0	8	250
10	ห้องพระพุทธศาสนา	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	8	2	16	T8	40.0	16	65.5	351.0	411.0	290.0	326.0	298.0	411.0	298.0	335.2	342.0	8	250

จากตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6 สรุปได้ว่า อาคารเรียน 3 มี 5 ชั้น ประกอบด้วยห้องธุรการซึ่งมีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 239 ลักซ์ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐาน อีกทั้งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานภายในห้อง ซึ่งห้องธุรการนี้เป็นห้องที่มีคุณครูและนักเรียนใช้งานบ่อยที่สุดและเป็นห้องรองรับผู้ปกครอง ความส่องสว่างเป็นเรื่องที่สำคัญมากในอาคารเรียน 3 นี้ อีกทั้งห้องธุรการยังใช้หลอดไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 วัตต์ จำนวน 20 หลอด จึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube ขนาด 16 วัตต์ โดยห้องธุรการจะใช้จำนวน 20 หลอด ห้องประชุมตันหยงจะใช้หลอดชนิดเดียวกันกับห้องธุรการ โดยห้องประชุมตันหยงนี้มี 2 ห้อง โดยแต่ละใช้หลอดไฟห้องละ 12 หลอดเพื่อที่ได้ระดับความส่องสว่างที่พอเหมาะ สำหรับห้องคอมพิวเตอร์มีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 259 ลักซ์ ซึ่งน้อยกว่ามาตรฐาน และยังทำให้นักเรียนมองคอมพิวเตอร์ไม่ชัดซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสายตากับผู้ใช้งานภายในห้องโดยทำการเปลี่ยนแปลงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมขนาด 18 วัตต์ จำนวน 16 หลอดเป็นหลอดชนิด MSTR TLED INT PERF ขนาด 16 วัตต์ จำนวน 17 หลอด เพื่อให้ห้องมีความสว่าง และสามารถประหยัดพลังงานโดยทำการเพิ่มจากเดิมมา 1 หลอดด้วยตรงกระดานสอนหนังสือเพื่อให้ได้ความส่องสว่างเพิ่มมากขึ้นและทำให้นักเรียนมองกระดานได้ชัดสบายตามากขึ้น ในส่วนห้องอื่นๆ ของอาคารเรียน 3 คือห้องวิทยาศาสตร์ ห้องศิลปะ ห้องพุทธรักษาและห้องประถมศึกษาปีที่ 1/2 1/3 และ 2/2 จะใช้หลอดชนิดเดียวกับห้องธุรการ และห้องประชุมตันหยง คือ MSTR TLED INT PERF ขนาด 16 วัตต์ โดยห้องธุรการนี้ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU จำนวน 2 เครื่อง ขนาด 24000 BTU จำนวน 2 เครื่อง และขนาด 12000 BTU จำนวน 3 เครื่อง ส่วนของห้องประชุมตันหยงนั้น ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU ข้อมูลเครื่องปรับอากาศที่ได้ทำการสำรวจของอาคารเรียน 3 แสดงดังตารางที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไป								
ตำแหน่งการใช้งาน								
- ห้อง	ห้องประชาสัมพันธ์							
ยี่ห้อ	sharp			รุ่น	Standard plasma			
ลักษณะการติดตั้ง	✓	แขวน		ตั้งพื้น		ติดหน้าต่าง		
ปีพ.ศ.เริ่มใช้งาน / อายุ	2010							
ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	8-9							
ขนาดห้องปรับอากาศ	64							
ลักษณะพื้นที่ใช้งาน	ห้องประชาสัมพันธ์							
ข้อมูลการดูแลรักษา								
ข้อมูลด้านเทคนิคดูแลรักษา		มี	✓	ไม่มี				

รายการ	ข้อมูลการติดตั้ง	ข้อมูลตรวจวัดด้านไฟฟ้า
เฟส (Phase)	1 เฟส	-
แรงดัน (V)	230	215
กระแส (A)	5.2	4.7
ขนาด (Btu. หรือ Ton)	12000	-
กำลังไฟฟ้า (kW)	1083	838
พาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)	0.9	0.83

ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	ด้านลมจ่าย				ด้านลมกลับ			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	5.8	5.6	5.6	5.67	2.3	2.5	2.5	2.43
อุณหภูมิ (C)	11	11.1	11	11.03	28.4	28.3	28.4	28.37
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	47	48	48	47.67	48	48	47	47.67
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

ตารางที่ 3.7 เครื่องปรับอากาศในห้องประชาสัมพันธ์เครื่องที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไป								
ตำแหน่งการใช้งาน								
- ห้อง	ห้องประชาสัมพันธ์							
ยี่ห้อ	sharp				รุ่น	Standard plasma		
ลักษณะการติดตั้ง	✓	แขวน		ตั้งพื้น		ติดหน้าต่าง		
ปีพ.ศ.เริ่มใช้งาน / อายุ	2010							
ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	9-10							
ขนาดห้องปรับอาอาศ	64							
ลักษณะพื้นที่ใช้งาน	ห้องอาหารอาจารย์							
ข้อมูลการดูแลรักษา								
- การดูแลรักษา		มี	✓	ไม่มี				

ข้อมูลด้านเทคนิค								
รายการ	ข้อมูลการติดตั้ง				ข้อมูลตรวจวัดด้านไฟฟ้า			
เฟส (Phase)	1 เฟส				-			
แรงดัน (V)	230				215			
กระแส (A)	5.2				4.9			
ขนาด (Btu. หรือ Ton)	12000				-			
กำลังไฟฟ้า (kW)	1083				906			
พาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)	0.9				0.86			
ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	**ด้านลมจ่าย**				**ด้านลมกลับ**			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	5.8	5.9	6.1	5.93	3.1	3	3.1	3.07
อุณหภูมิ (C)	10.9	10.5	11.3	10.90	26.8	26.4	26.5	26.57
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	44	45	45	44.67	46	45	46	45.67
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

ตารางที่ 3.8 เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารอาจารย์เครื่องที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลทั่วไป								
ตำแหน่งการใช้งาน								
- ห้อง	ห้องประชาสัมพันธ์							
ยี่ห้อ	sharp				รุ่น	Standard plasma		
ลักษณะการติดตั้ง	✓	แขวน			ตั้งพื้น		ติดหน้าต่าง	
ปีพ.ศ.เริ่มใช้งาน / อายุ	2010							
ชั่วโมงใช้งาน (ชม./วัน)	9-10							
ขนาดห้องปรับอากาศ	64							
ลักษณะพื้นที่ใช้งาน	ห้องอาหารอาจารย์							
ข้อมูลการดูแลรักษา								
- การดูแลรักษา		มี	✓	ไม่มี				

ข้อมูลด้านเทคนิค		
รายการ	ข้อมูลการติดตั้ง	ข้อมูลตรวจวัดด้านไฟฟ้า
เฟส (Phase)	1 เฟส	-
แรงดัน (V)	230	215
กระแส (A)	5.2	4.9
ขนาด (Btu. หรือ Ton)	12000	-
กำลังไฟฟ้า (kW)	1083	906
พาวเวอร์แฟคเตอร์ (PF)	0.9	0.86

ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	ด้านลมจ่าย				ด้านลมกลับ			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	6.2	6.4	6.1	6.23	3	2.9	3	2.97
อุณหภูมิ (C)	12	11.8	11.4	11.73	27	27	27.1	27.03
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	46	46	46	46.00	47	46	47	46.67
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

ตารางที่ 3.9 เครื่องปรับอากาศในห้องอาหารอาจารย์เครื่องที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.10 อาคารเรียน 4 ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

ชั้น	ห้อง	พื้นที่ (m^2)	อุปกรณ์ไฟฟ้า	จำนวน
1	ห้องดนตรี	134.55	เครื่องปรับอากาศ 36000 BTU	2 เครื่อง
			หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	40 หลอด
	ห้องแนะแนว	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องพักครู			
2	ห้องประถมศึกษาปีที่ 1/1	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1			
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 4/1			
3	ห้องประถมศึกษาปีที่ 5/1	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/1			
	ห้องประถมศึกษาปีที่ 5/2			
4	ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/3	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1			
	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/1			
5	ห้องเรียน	65.5	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W	16 หลอด
	ห้องเรียน			
	ห้องมัลติมีเดีย			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 สำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาของอาคารเรียน 4

แบบสำรวจการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

รายละเอียดการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และค่าความส่องสว่าง

ชื่ออาคาร ตึก 4

ลำดับ	พื้นที่	หลอดไฟฟ้าที่มีใช้ในปัจจุบัน			การใช้หลอดไฟฟ้าชนิดประหยัดพลังงาน			โคมไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน		บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		จำนวนหลอดที่ใช้งานจริง	พื้นที่ (m^2)	ผลการแสดงระดับค่าความส่องสว่าง									เวลาทำงาน	
														ก่อนปรับปรุง								หลังปรับปรุง	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี
		ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	หลอดต่อโคม	จำนวน (โคม)	ชนิด	(W)			จุดที่ 1 (Lux)	จุดที่ 2 (Lux)	จุดที่ 3 (Lux)	จุดที่ 4 (Lux)	จุดที่ 5 (Lux)	สูงสุด (Lux)	ต่ำสุด (Lux)	ค่าเฉลี่ย (Average)	ค่าเฉลี่ย (Average)		
1	ห้องประถมศึกษาปีที่ 1/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	16	65.5	371.0	511.0	457.0	570.0	280.0	570.0	280.0	437.8	445.0	8	250
2	ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	17	2	8	T8	40.0	16	65.5	230.0	304.0	250.0	380.0	294.0	380.0	230.0	291.6	234.0	8	250
3	ห้องประถมศึกษาปีที่ 4/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	16	65.5	422.0	499.0	424.0	375.0	300.0	499.0	300.0	404.0	418.0	8	250
4	ห้องประถมศึกษาปีที่ 5/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	16	65.5	502.0	600.0	620.0	860.0	380.0	860.0	380.0	592.4	495.0	8	250
5	ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	15	65.5	405.0	404.0	608.0	822.0	518.0	822.0	404.0	551.4	520.0	8	250
6	ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/2	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	15	65.5	857.0	557.0	546.0	414.0	443.0	857.0	441.0	563.4	516.0	8	250
7	ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/3	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	16	65.5	500.0	530.0	460.0	640.0	482.0	640.0	482.0	522.4	505.0	8	250
8	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	15	65.5	436.0	159.0	497.0	697.0	492.0	697.0	159.0	456.2	486.3	8	250
9	ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/1	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	9	2	8	T8	40.0	13	65.5	339.0	335.0	515.0	986.0	621.0	986.0	339.0	559.2	502.6	8	250
10	ห้องพักครู	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	8	2	8	T8	40.0	15	65.5	360.0	410.0	420.0	399.0	300.0	420.0	300.0	377.8	390.0	8	250
11	ห้องดนตรี	Fluorescent	18	40	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	20	2	20	T8	40.0	39	65.5	366.0	465.0	421.0	380.0	289.0	465.0	289.0	384.2	396.0	8	250
12	ห้องมัลติมีเดีย	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	8	2	8	T8	40.0	15	65.5	300.0	350.0	320.0	276.0	356.5	356.5	276.0	320.5	340.0	8	250
13	ห้องแนะแนว	Fluorescent	18	16	Essential LEDtube 1200mm 16W	16	8	2	8	T8	40.0	14	65.5	301.0	352.0	322.0	396.0	421.0	421.0	301.0	358.4	386.0	8	250

จากตารางที่ 3.10 และตารางที่ 3.11 สรุปได้ว่า อาคารเรียน 4 มีทั้งหมด 5 ชั้นโดยประกอบด้วยห้องเรียนประถมศึกษาปีที่ 2/1 มีระดับค่าความส่องสว่างเฉลี่ยซึ่งรวมความส่องสว่างภายนอกคือ 291.6 ลักซ์ซึ่งน้อยกว่าค่ามาตรฐาน อีกทั้งเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งานภายในห้อง โดยห้องเรียนประถมศึกษาปีที่ 2/1 ของอาคาร 4 นี้ เป็นอาคารที่รับแสงสว่างภายนอกน้อยมากกว่าทุกอาคารเนื่องจากอาคารหันไปทิศทางที่ไม่เจอแสง อีกทั้งมีต้นไม้ขนาดใหญ่บังบริเวณหน้าต่างทำให้แสงสว่างไม่พอ จึงได้ทำการเปลี่ยนแปลงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิม 18 วัตต์ จำนวน 16 หลอดเป็นหลอดชนิด Essential LEDtube 16 วัตต์ สำหรับห้องนี้จะใช้จำนวนหลอดที่มากกว่าห้องเรียนปกติ คือจะใช้หลอดจำนวน 17 หลอด โดย 1 หลอดที่เพิ่มมานั้นจะอยู่ตรงบริเวรด้านบนของกระดานสอนหนังสือเพื่อให้ได้ความส่องสว่างที่เพิ่มมากขึ้นอีกทั้งเพื่อความสะดวกสบายแก่การมองของนักเรียน ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีจำนวนหลอดที่มากกว่าห้องเรียนอื่นๆ และห้องเรียนอื่นๆนั้นจะใช้หลอดชนิดเดียวกับห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 แต่จะใช้จำนวน 9 หลอด เนื่องจากมีความสว่างจากด้านนอกเข้ามาช่วยโดยไม่มีต้นไม้ใหญ่มาบังหน้าต่างแล้ว แต่ก็ได้ทำการเพิ่ม 1 หลอดตรงบริเวณกระดานเช่นกัน และในส่วนห้องอื่นๆ อาทิเช่น ห้องพักครู ห้องแนะแนว ห้องมัลติมีเดียและห้องดนตรีสากล จะใช้หลอดชนิดเดียวกันทั้งหมด คือ Essential LEDtube 16 วัตต์ แต่จำนวนจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดห้องคือ 8 หลอด 8 หลอด 8 หลอด และ 20 หลอด ตามลำดับ โดยห้องดนตรีสากลมีเครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU จำนวน 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง

จากการใส่ข้อมูลกรอบอาคารและอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดลงในโปรแกรม BEC ได้ผลดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 รวมระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง

พารามิเตอร์		OTTV (W/m^2)		RTTV (W/m^2)		LPD (W/m^2)		COP	
อาคาร	ชั้น	Standard	Before	Standard	Before	Standard	Before	Standard	Before
1	1	≤ 50	49.77	≤ 10	-	≤ 10	7.54	≥ 3.22	2.51
	2		25.86				1.81		2.51
	3		37.78				7.71		-
	4		37.78				7.71		
	5		37.78		5.68		7.71		
2	1		52.58		-		11.44		2.51
	2		37.78				7.71		-
	3		37.78				7.71		
	4		37.78				7.71		
	5		37.78		5.68		7.71		
3	1		58.21		-		7.18		2.53
	2		35.77				7.36		2.51
	3		37.78				8.13		-
	4		38.46				7.56		2.51
	5		37.78		5.68		8.13		-
4	1		51.49		-		11.85		2.51
	2		37.78				8.1		-
	3		37.78				8.1		
	4		37.78				8.1		
	5		37.78		5.68		8.1		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.12 สรุปได้ดังนี้ อาคารเรียน 1 มีความต้องการแสงสว่างที่ห้องสมุดของชั้น 1 และชั้น 2 มากกว่าห้องเรียนอื่นๆภายในอาคารเรียน เพราะเป็นห้องเรียนที่มีขนาดเท่ากัน และพบว่าอาคารเรียน 1 มีการใช้เครื่องปรับอากาศเพียง 1 ขนาด คือ 36000 BTU โดยติดตั้งที่ห้องสมุดชั้น 1 และชั้น 2 ซึ่งเครื่องปรับอากาศนั้นเป็นชนิด non-inverter ในแต่ละเครื่องมีค่าประสิทธิภาพที่น้อยกว่าเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากมีอายุการใช้งาน มากกว่า 10 ปี พบว่าชั้น 1 การติดตั้งเครื่องปรับอากาศภายในห้องสมุด และมีแสงสว่างจากภายนอกส่องเข้ามา ทำให้ค่า OTTV นั้นมากที่สุด แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน ในส่วนของชั้น 2 มีแสงสว่างจากภายนอกไม่เพียงพอ ทำให้มีค่า OTTV น้อยที่สุด และชั้น 3 ถึง ชั้น 5 มีค่า OTTV ที่เท่ากัน เนื่องจากมีขนาดห้องเรียน และจำนวนห้องที่เท่ากัน

อาคารเรียน 2 ในชั้น 1 มีห้องประชุม ที่มีความต้องการแสงสว่างมากที่สุด เนื่องจากมีแสงสว่างจากภายนอกไม่เพียงพอต่อห้องประชุม อีกทั้งมีการใช้เครื่องปรับอากาศ ขนาด 36000 BTU ที่มีอายุการใช้มากกว่า 10 ปี ทำให้ค่า OTTV มีค่าเกินกว่ามาตรฐาน และชั้นอื่น ๆ มีขนาดห้องเรียน และจำนวนห้องที่เท่ากัน ทำให้ค่า OTTV มีค่าเท่ากัน แต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อาคารเรียน 3 ชั้น 1 มีค่า OTTV มากที่สุด และเกินมาตรฐาน เนื่องจากมีความต้องการแสงสว่างที่มาก และมีการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ในขนาดที่ต่างกันคือ 36000 BTU 24000 BTU และ 12000 BTU ในชั้นที่ 4 นั้นมีค่า OTTV มากเป็นอันดับ 2 เนื่องจากมีห้องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการความส่องสว่างมาก อีกทั้งยังมีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 36000 BTU อีกด้วย ถัดมาชั้น 3 มีค่า OTTV มากเป็นอันดับ 3 คือมีห้องวิทยาศาสตร์ ที่มีความต้องการความส่องสว่างมาก และในส่วนของชั้น 2 และชั้น 5 มีค่า OTTV ที่เท่ากันเนื่องจากมีขนาดห้องและจำนวนห้องที่เท่ากัน

อาคารเรียน 4 ในชั้น 1 มีค่า OTTV มากที่สุด และเกินมาตรฐาน เนื่องจากมีห้องดนตรีสากลที่ต้องการแสงสว่างมาก และมีการใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU ที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10 ปี ในส่วนของชั้นอื่น ๆ นั้นมีขนาดห้อง และจำนวนห้องที่เท่ากัน ทำให้มีค่า OTTV ที่เท่ากัน

อาคารเรียนทั้ง 4 อาคารของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้น ในด้านของระบบแสงสว่างมีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 W ซึ่งเป็นหลอดที่มีการใช้พลังงานมากเกินไปทำให้มีค่า LPD สูงแต่ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ BEC ในอนาคตจึงวางแผนการเปลี่ยนแปลงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diodes) ที่มีความสว่างใกล้เคียงกับค่าเดิม แต่มีการใช้พลังงานที่ลดลง ส่งผลให้ค่าไฟลดลงไปด้วย ในด้านระบบปรับอากาศ เนื่องจากโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีการใช้เครื่องปรับอากาศแบบที่ไม่ใช้อินเวอร์เตอร์และมีอายุการใช้งานมากทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง แต่ยังเป็นเครื่องปรับอากาศติดฉลากเบอร์ 5 ทำให้ค่า COP ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของ BEC ดังนั้นในอนาคตจึงมีการปรับเปลี่ยนจากไม่ใช้อินเวอร์เตอร์เป็นเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ลดลง และในด้านระบบกรอบอาคาร ส่วนประกอบของกำแพงและหลังคายังไม่มีการใช้ฉนวนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่ส่งผลให้ค่า OTTV และ RTTV มีค่าสูง เนื่องจากการปรับปรุงกำแพงและหลังคาเป็นไปได้ยาก จึงไม่สามารถแก้ไขในส่วนนี้ได้ และระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ในอนาคตมีแผนทำการติดตั้งเนื่องจากโรงเรียนวัดปลูกเดิมไม่มีระบบนี้อยู่ทำให้ไม่มีการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในอาคาร ซึ่งระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะช่วยเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ภายในอาคารทั้งยังช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยตรงอีกด้วย

3.3 การตรวจวัดไฟฟ้าด้วยเครื่อง fluke 435

จากค่าไฟฟ้าย้อนหลัง 1 ปี ได้ทำการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าด้วยเครื่อง fluke 435 ทำให้ได้ค่ากำลังไฟฟ้ารวมและพลังงานไฟฟ้ารวมต่อวันซึ่งมีค่าดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 ค่ากำลังไฟฟ้ารวมและพลังงานไฟฟ้ารวม

อาคาร	Energy total (kWh) / วัน
1	59.727
2	131.242
3	82.491
4	80.602

นำ Energy total (kWh) / เดือน ไปคำนวณค่าไฟฟ้าในเว็บไซต์ของไฟฟ้านครหลวงโดยโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาจัดอยู่ในประเภทกิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.2 แรงดัน 24 กิโลโวลต์ และจากการคำนวณสรุปได้ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 สรุปค่าไฟฟ้าจากเว็บไซต์ของไฟฟ้านครหลวง

อาคาร	Energy total (kWh) / เดือน	ค่าไฟฟ้า(บาท) / เดือน
1	1791.81	8062.65
2	3937.26	17946.95
3	2474.73	11208.93
4	2418.06	10947.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลข้างต้นสรุปเป็นหน่วยไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 การเปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าจากการวัดจริงกับบิลค่าไฟฟ้าและค่าใน BEC

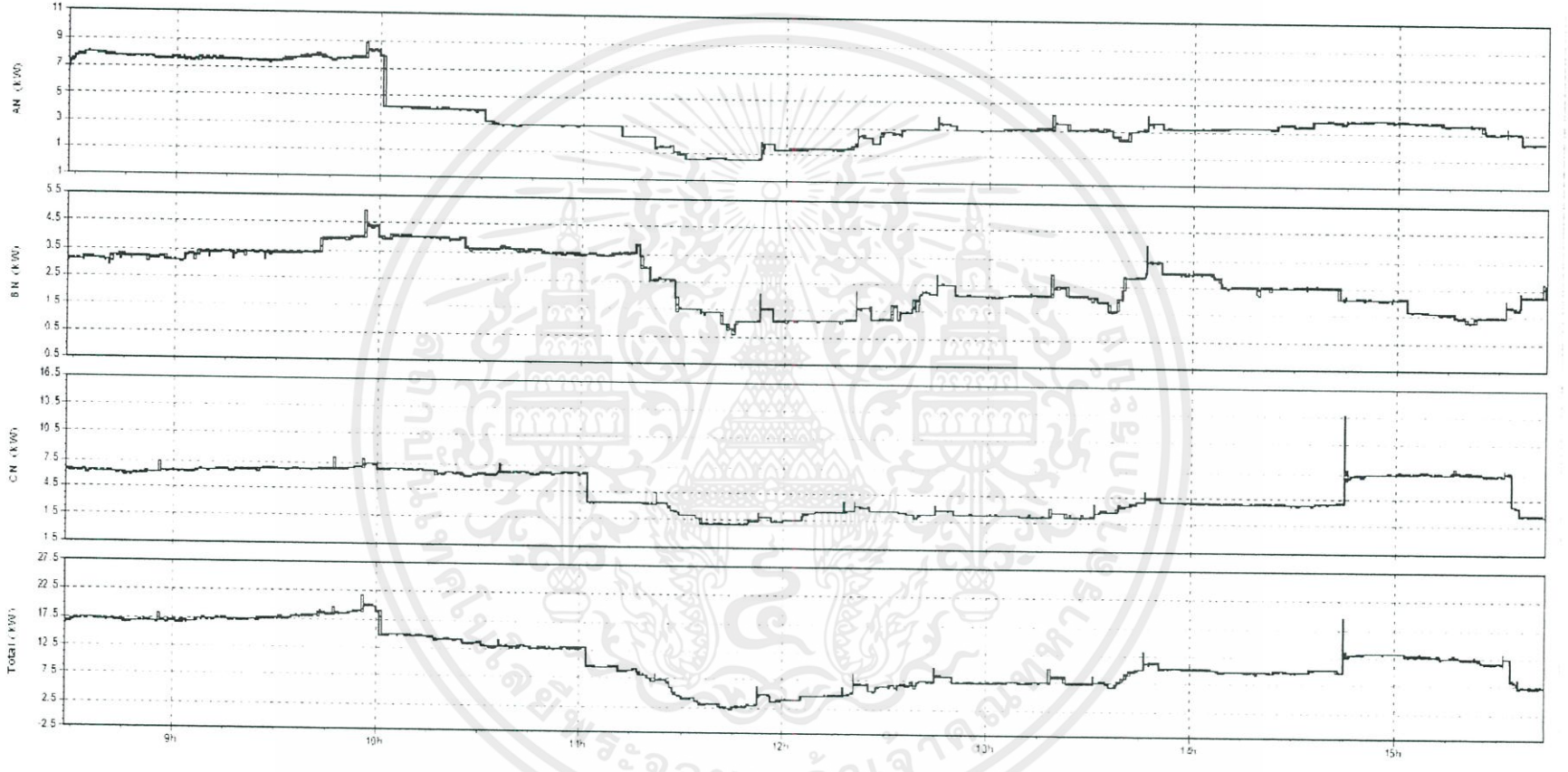
อาคาร	จากการวัด (unit)	จากบิลค่าไฟจริงเฉลี่ย (unit)	BEC (unit)
1	1791.81	6400	4039.28
2	3937.26		2915.94
3	2474.73	4528	4292
4	2418.06	2492	2125.36

จากตารางที่ 3.13 - 3.15 ทำการตรวจวัดค่าไฟฟ้าด้วยเครื่อง fluke 435 ได้ค่ากำลังไฟฟ้ารวมและพลังงานไฟฟ้ารวมของแต่ละอาคาร และนำไปคำนวณค่าไฟฟ้าในเว็ปไซต์ของการไฟฟ้านครหลวงได้ค่าดังตารางที่ 3.14 เห็นได้ว่าอาคาร 2 มีค่าพลังงานไฟฟ้ารวมต่อเดือน มากที่สุด คือ 3937.26 kWh/เดือน และมีค่าไฟฟ้า 17946.95 บาทต่อเดือน รองลงมาคืออาคาร 3 อาคาร 4 และอาคาร 1 น้อยที่สุด เมื่อได้ค่าจากการวัดด้วยเครื่อง fluke 435 แล้วนำไปเปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าที่ได้จากการวัดจริงกับบิลค่าไฟฟ้าของโรงเรียน และค่าที่คำนวณจาก BEC ดังตารางที่ 3.15 พบว่าตึก1 ตึก2 และ ตึก 4 มีค่าหน่วยไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน ในปี 2560 ได้มีการปรับอุปกรณ์ไฟฟ้าใหม่ทั้ง 3 ตึก มีการปรับปรุงระบบไฟฟ้า ทำให้ค่าหน่วยไฟฟ้าจริงเฉลี่ยจากปี 2559 มีค่าสูงกว่าการวัดในปี 2560 และค่าจากโปรแกรม BEC มีค่าสูงกว่าค่าจากการวัดและค่าจากบิล เนื่องจากเป็นตึกที่สร้างมานานแล้ว และไม่พบข้อมูลการใช้วัสดุ ดังนั้นการคำนวณจากโปรแกรม BEC จึงใช้ค่ามาตรฐานในโปรแกรม BEC ทำให้มีความคลาดเคลื่อนกับข้อมูลจริง ค่าจากโปรแกรม BEC จึงมีค่าที่สูง ในส่วนของตึก 3 จะเห็นว่าค่าหน่วยไฟฟ้าจริงกับ BEC มีความใกล้เคียงกันเพราะเป็นตึกที่สร้างได้ไม่นานและมีข้อมูลวัสดุที่ใช้ในการทำตึก จึงสามารถประมาณค่าในโปรแกรม BEC ออกมาได้ใกล้เคียง และค่าที่ได้จากการวัดนั้น มีค่าน้อย พบว่ามิเตอร์ของตึก 3 ได้ติดกับอาคารที่พักของบุคคลากรภายในโรงเรียน ทั้งยังมีการปรับปรุงระบบไฟฟ้าของห้องคอมพิวเตอร์ในช่วงเวลาที่ได้ทำการวัด จึงทำให้ค่าหน่วยไฟฟ้าจริงมีค่ามากกว่าค่าการวัดหน่วยไฟฟ้าจากตึก 3 อย่างเห็นได้ชัด

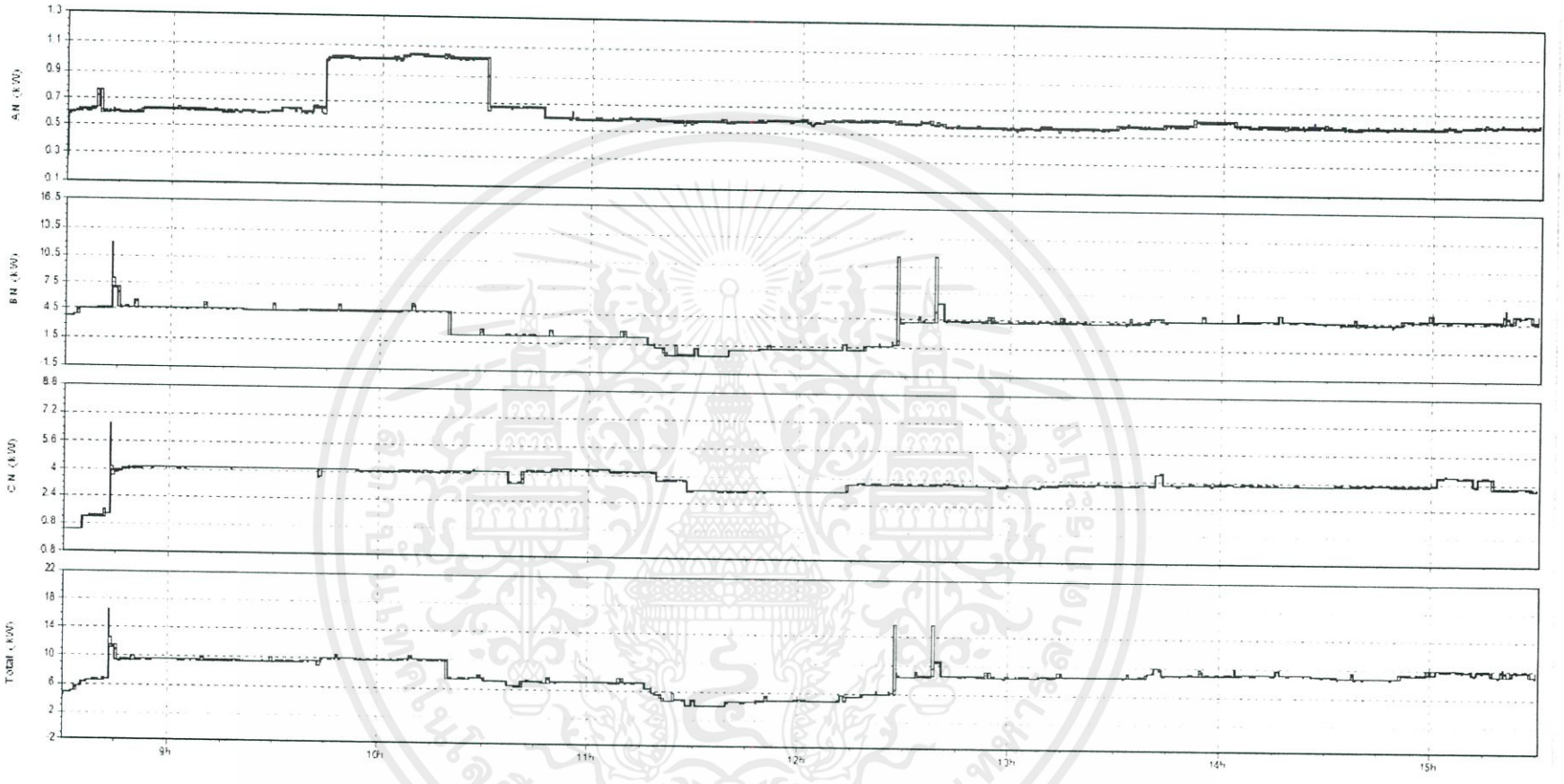
การวัดด้วยเครื่อง fluke 435 ทำให้ได้กราฟค่ากำลังไฟฟ้าดังรูปที่ 3.1-3.4 ซึ่งวัดทั้งหมด 4 อาคาร และวัดในช่วงการเปิดภาคเรียนที่ 1 เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ที่เลือกช่วงภาคเปิดภาคเรียน เพราะมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ทำให้การวัดมีความแม่นยำ และถูกต้อง เพื่อนำค่าไปคำนวณต่อในบทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

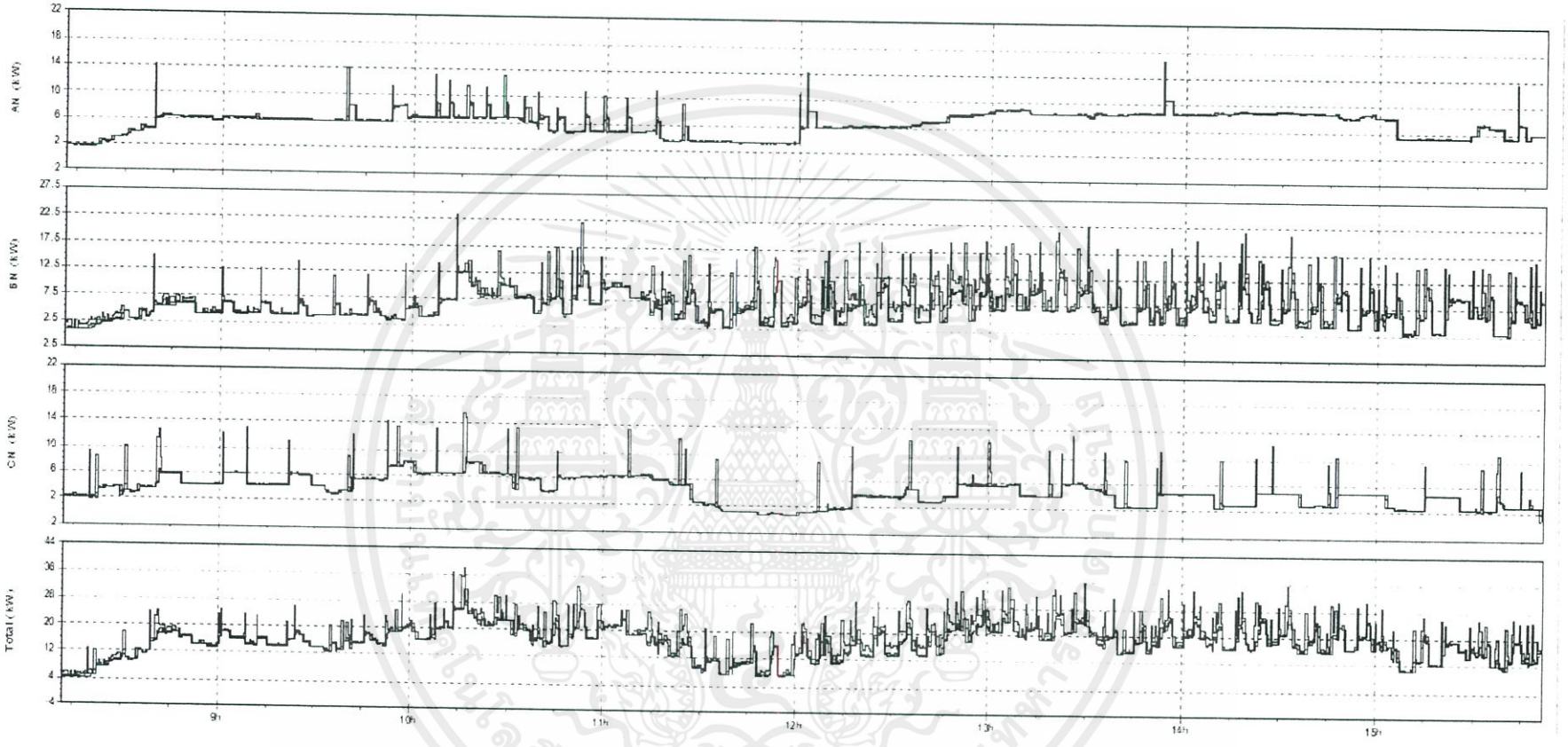
3.3.1 กราฟจากการวัดไฟฟ้าด้วยเครื่อง fluke 435



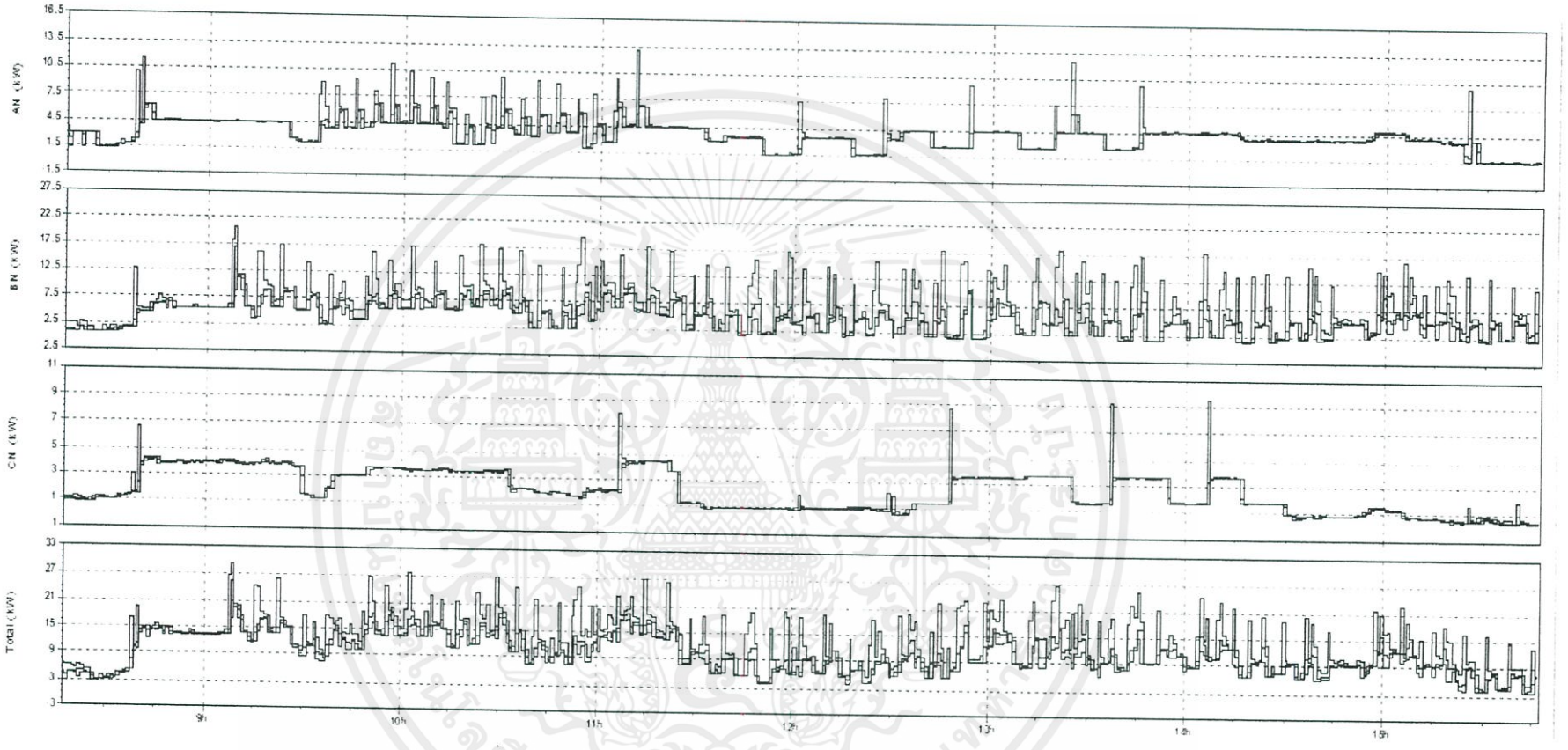
รูปที่ 3.1 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 1



รูปที่ 3.2 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 2



รูปที่ 3.3 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของอาคาร 3



รูปที่ 3.4 กราฟกำลังไฟฟ้าจากโปรแกรม power log ของตึก 4

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

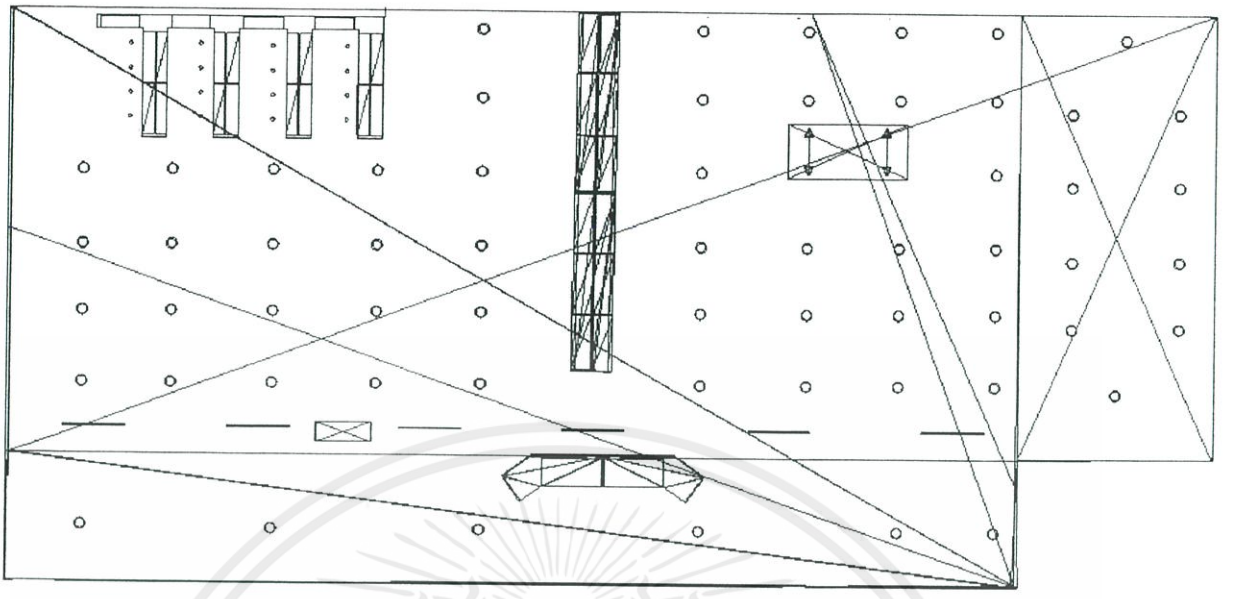
4.1 การแก้ไขระบบส่องสว่าง

จากการสำรวจความส่องสว่างภายในโรงเรียนพบว่าทางโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นยังใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้ ซึ่งได้ใช้มาตั้งแต่การสร้างอาคารเรียน ทำการเปลี่ยนแปลงให้เป็นหลอด LED ที่ให้ความสว่างเท่าเดิม แต่ยังไม่รวมห้องจำนวน 8 ห้องที่ความส่องสว่างนั้นไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการเรียนการสอน จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไข และออกแบบการติดตั้งหลอดไฟใหม่เพื่อให้มีความสว่างตามมาตรฐาน โดยคำนวณจากโปรแกรม DIAlux แสดงการจำลองห้องเรียน 8 ห้องที่ทำการออกแบบใหม่ได้ดังนี้

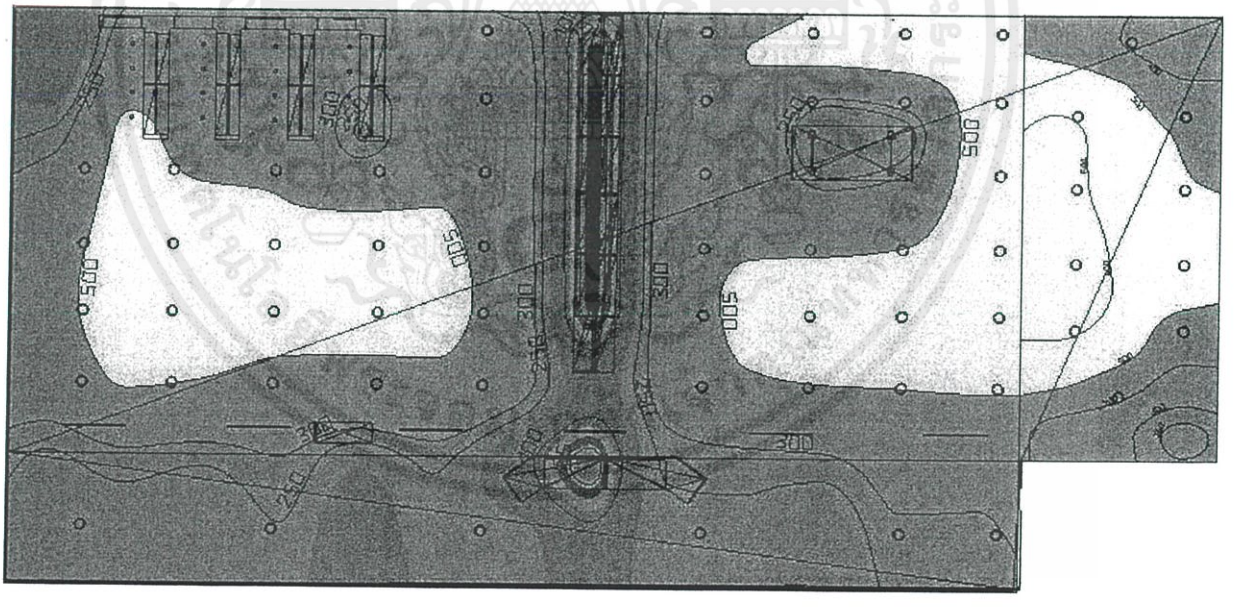
4.1.1 ห้องสมุดชั้นที่ 1 อาคารเรียน 1

จากตารางที่ 3.2 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 196.6 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งมีค่าที่ต่ำไม่เพียงพอต่อการอ่านหนังสือภายในห้องสมุด เนื่องจากไม่มีการติดตั้งไฟส่องหนังสือ อีกทั้งมีการติดตั้งหลอดไฟที่น้อย และห่างเกินไป จึงได้ทำการแก้ไขให้มีการติดตั้งหลอดไฟเพื่อส่องเข้าตัวชั้นหนังสือ หลอดที่ใช้คือหลอด 59775 POMERON 070 5W จำนวน 16 หลอด และเปลี่ยนจากหลอดดาวน์ไลท์กับหลอดไส้เดิมมาเป็นหลอดไฟ Master LEDbulb DT 18 w จำนวน 60 หลอด และเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์มาเป็น Essential LEDtube 1200mm 16W จำนวน 6 หลอดเพื่อให้มีแสงสว่างที่พอเหมาะเวลาอ่านหนังสือ โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 357 lux (ไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

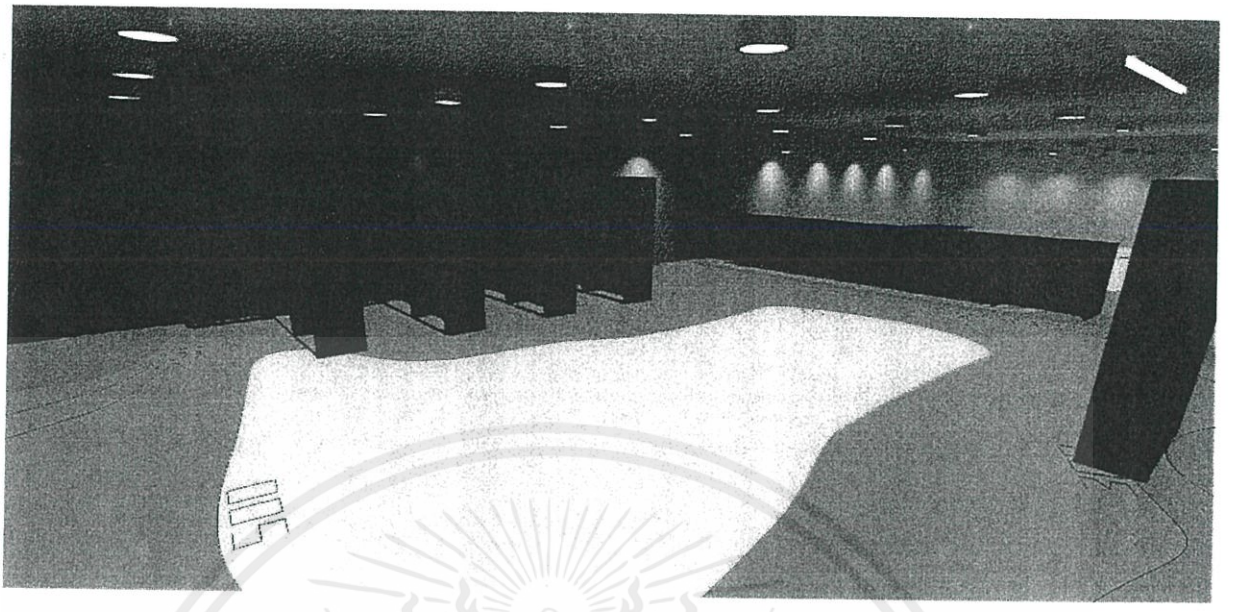


รูปที่ 4.1 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องสมุด

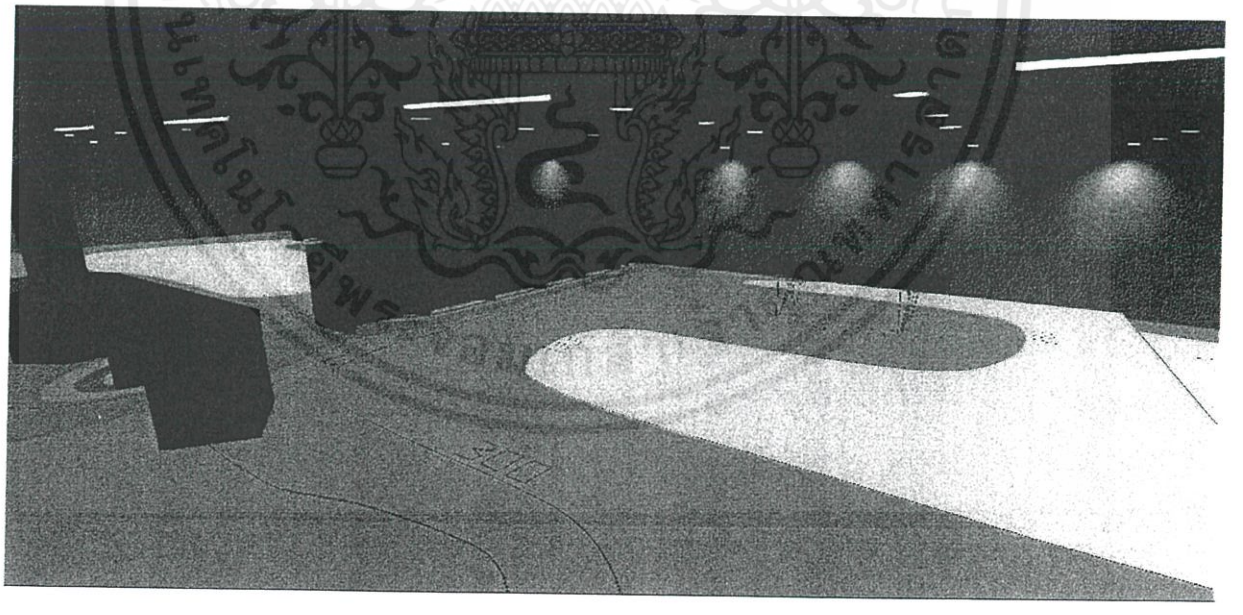


รูปที่ 4.2 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด มุมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด มุมที่ 2

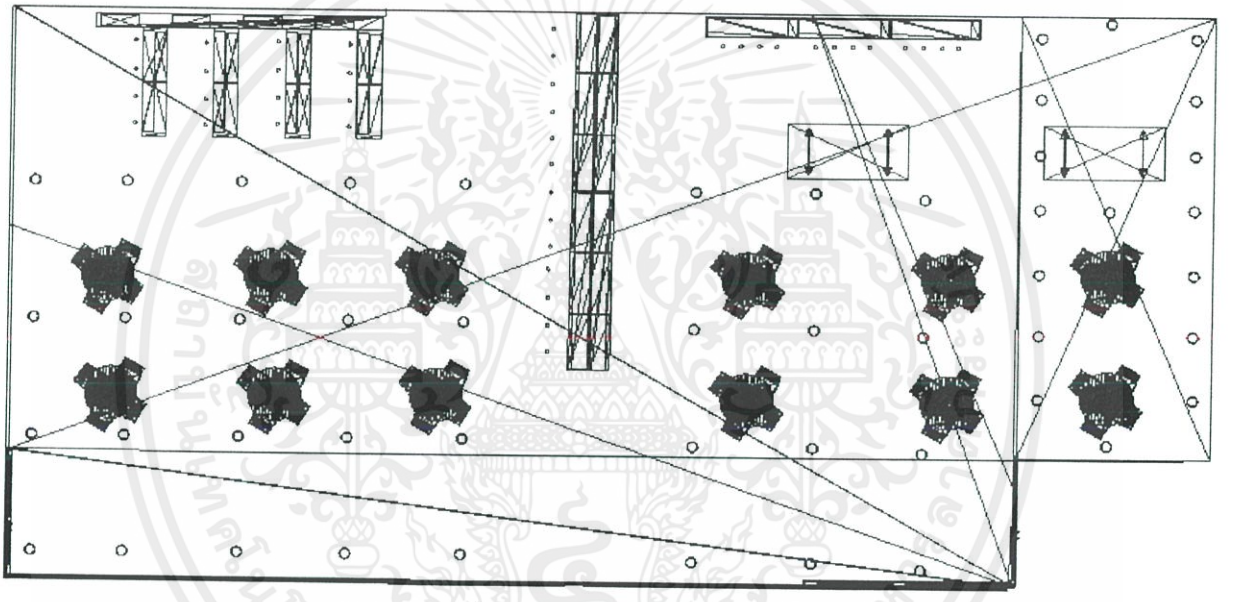


รูปที่ 4.4 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด มุมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

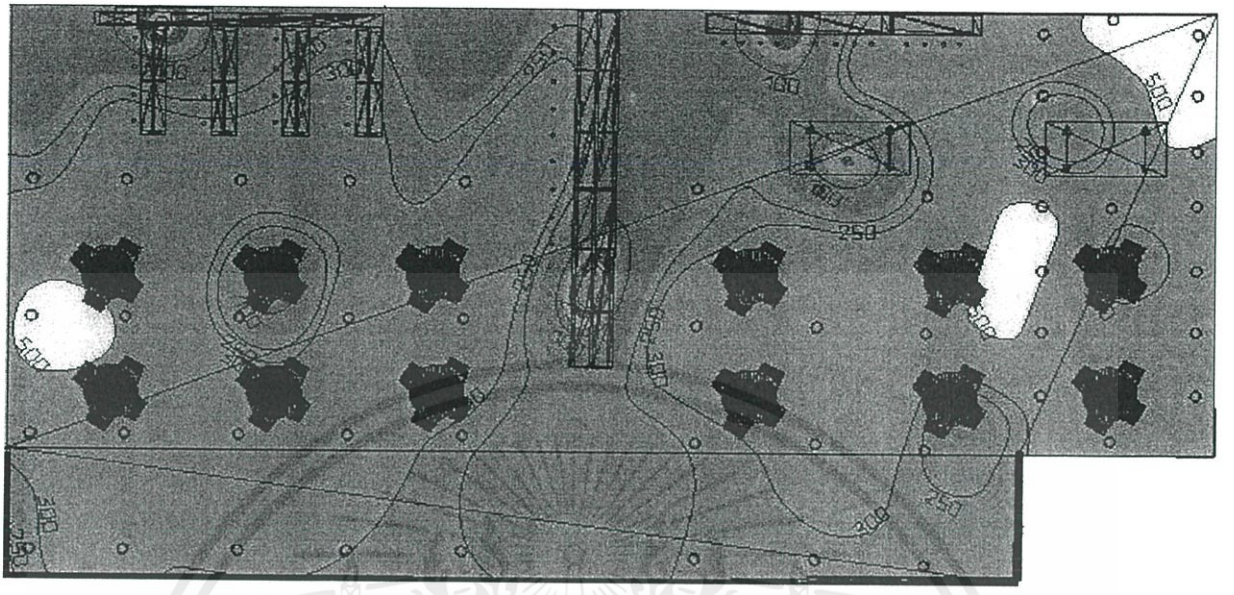
4.1.2 ห้องสมุด E-Library ชั้นที่ 2 อาคารเรียน 1

จากตารางที่ 3.2 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 174.8 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งต่ำมากในการอ่านหนังสือภายในห้องสมุดเนื่องจากไม่มีการติดตั้งไฟส่องหนังสือ จึงได้ทำการแก้ไขให้มีการติดตั้งเพิ่มหลอดไฟส่องเข้าตัวชั้นหนังสือคือหลอด 59775 POMERON 070 5W จำนวน 59 หลอด เนื่องจากภายในห้องมีชั้นหนังสือจำนวนมาก อีกทั้งเปลี่ยนจากหลอด downlight เก่ามาเป็นหลอดไฟ Master LEDbulb DT 18 w จำนวน 59 หลอดเพื่อให้แสงสว่างเหมาะเวลาอ่านหนังสือ โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 310 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

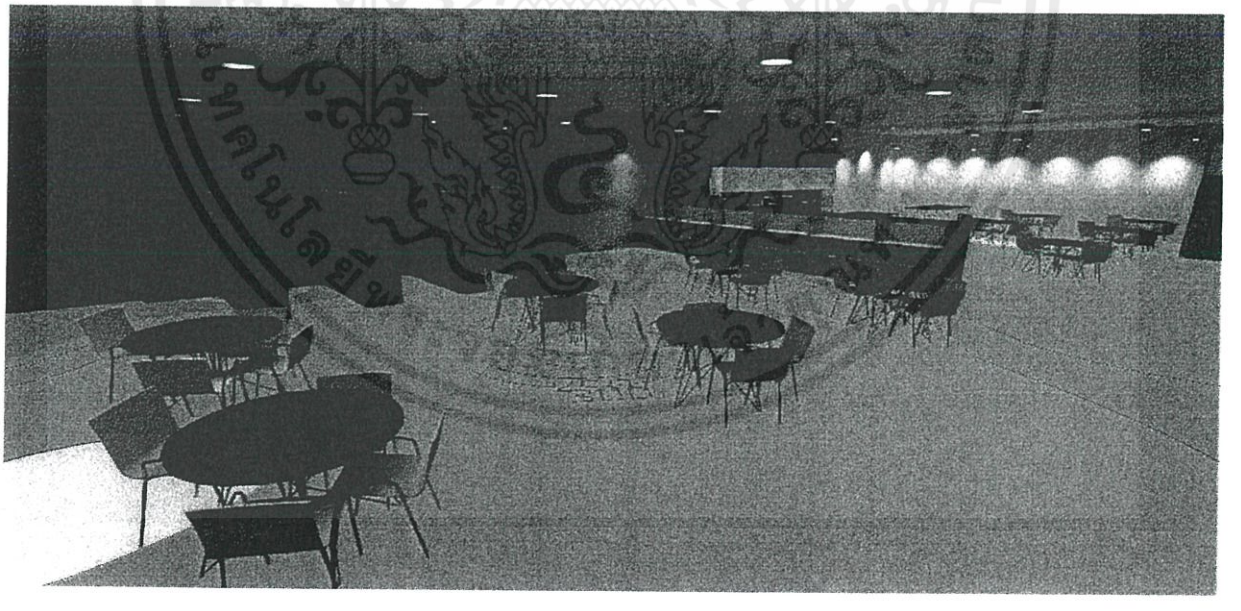


รูปที่ 4.5 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องสมุด E-Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-Library มุมที่ 1



รูปที่ 4.7 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-Library มุมที่ 2

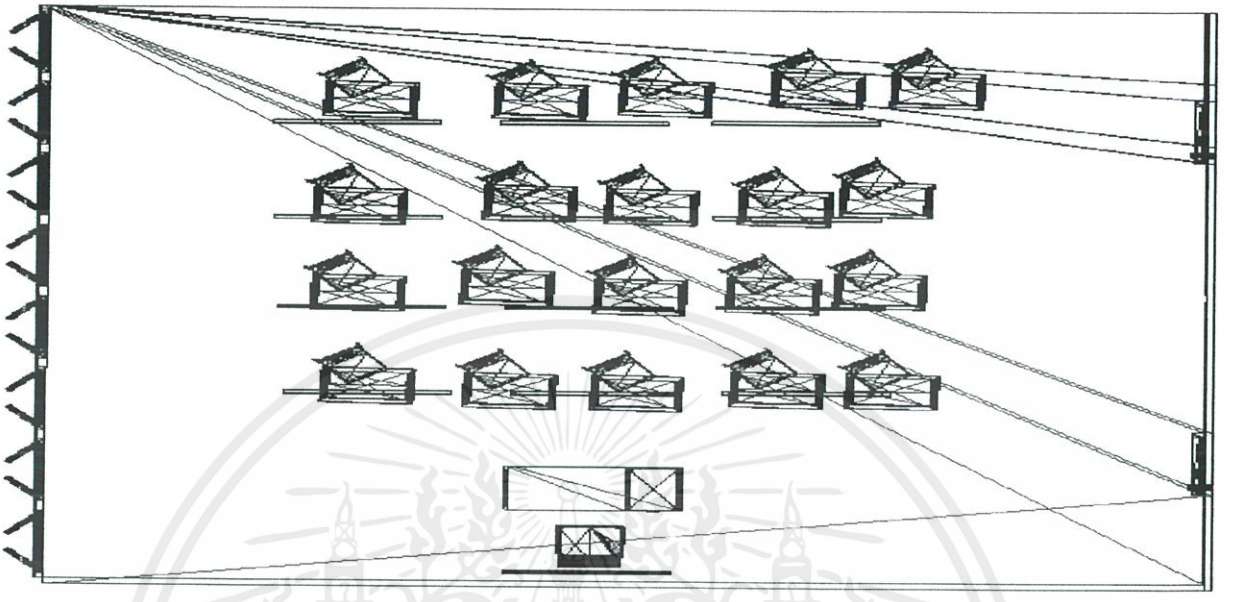
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 ค่าความเข้มแสงห้องสมุด E-Library มุมที่ 3

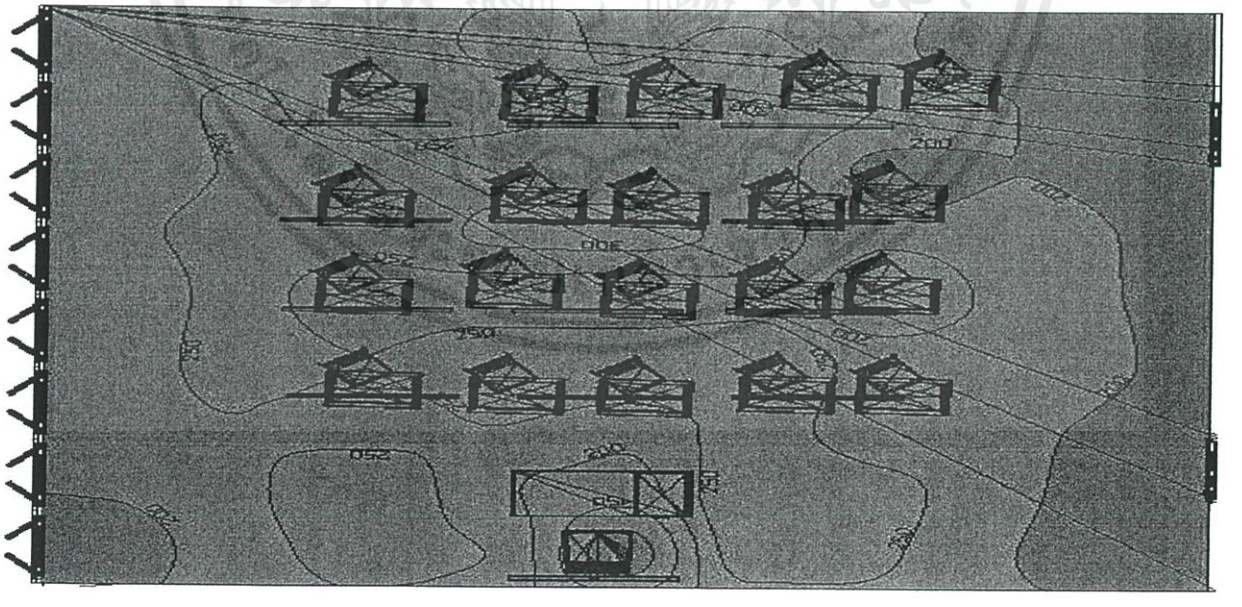
4.1.3 ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 อาคารเรียน 2

จากตารางที่ 3.4 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 297 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งมีความสว่างที่ไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอน เนื่องจากห้องเรียนนี้ได้ใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่เป็นแบบเดิม ทั้งยังไม่มีไฟส่องกระดานที่จะช่วยให้มองเห็นชัดขึ้น จึงทำให้ห้องเรียนมืด และมองหนังสือไม่ชัด ดังนั้นจึงทำการแก้ไขและติดตั้ง หลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W แทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 18 w จำนวน 12 หลอดและเพิ่มที่ด้านบนของกระดานอีก 1 หลอด โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 232 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

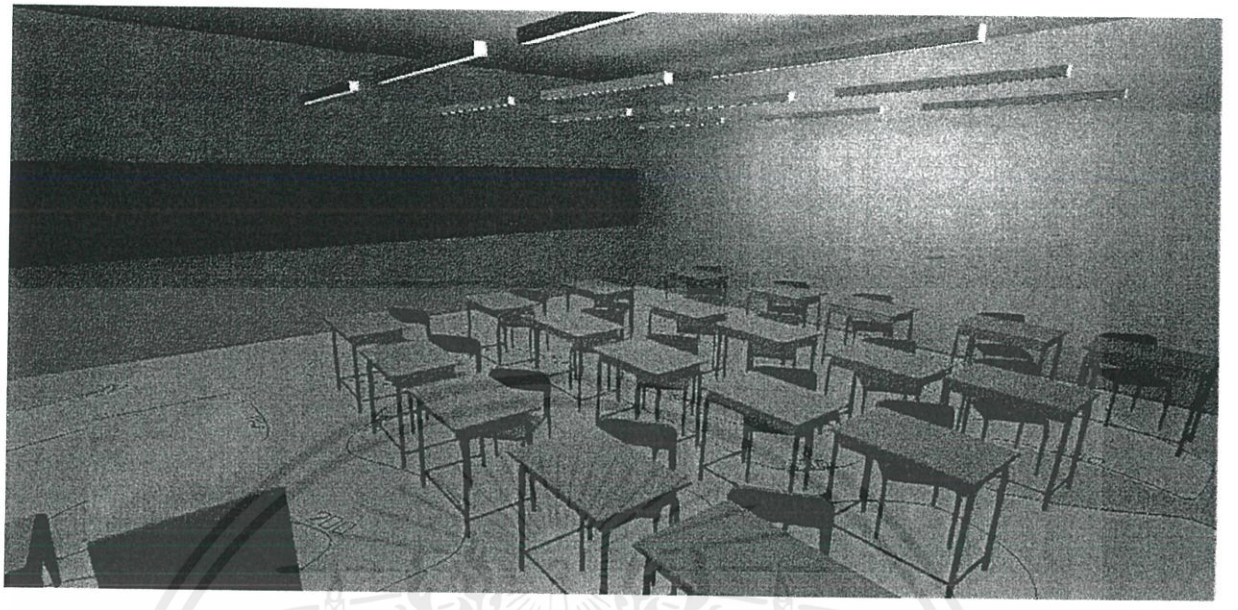


รูปที่ 4.9 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2

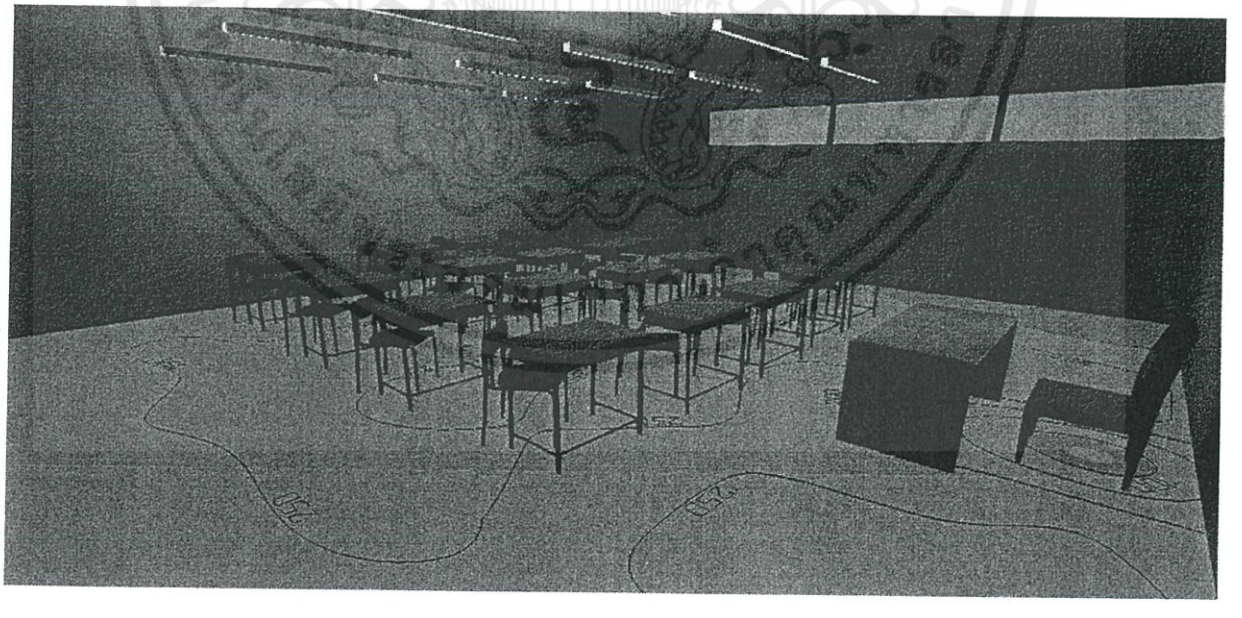


รูปที่ 4.10 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 2

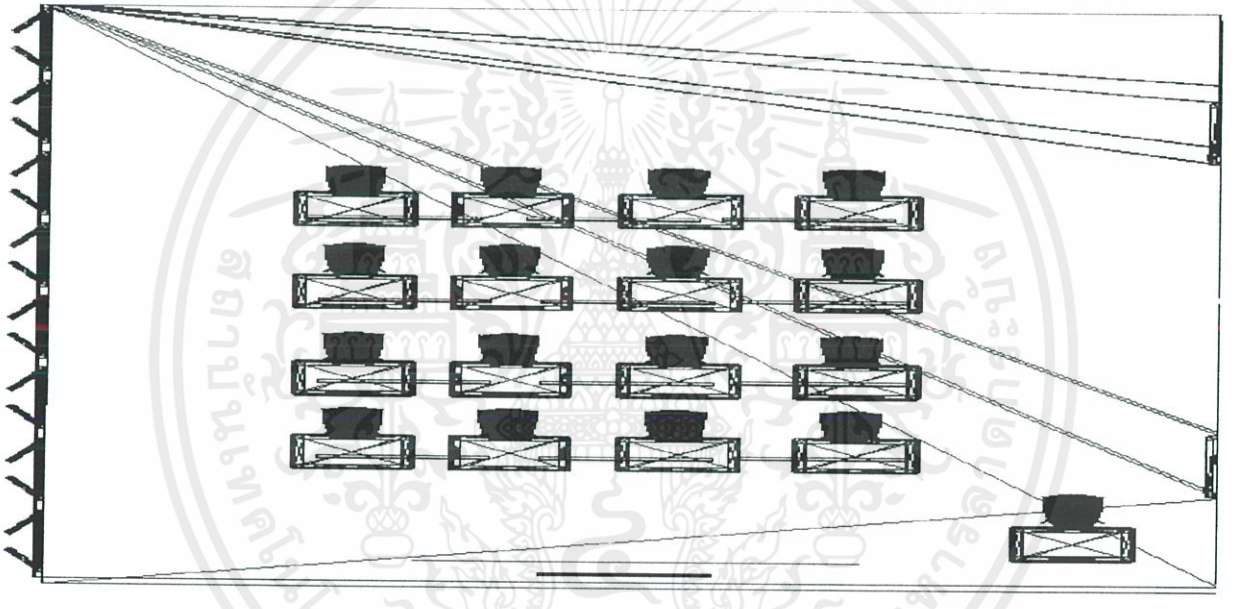


รูปที่ 4.12 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2 มุมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

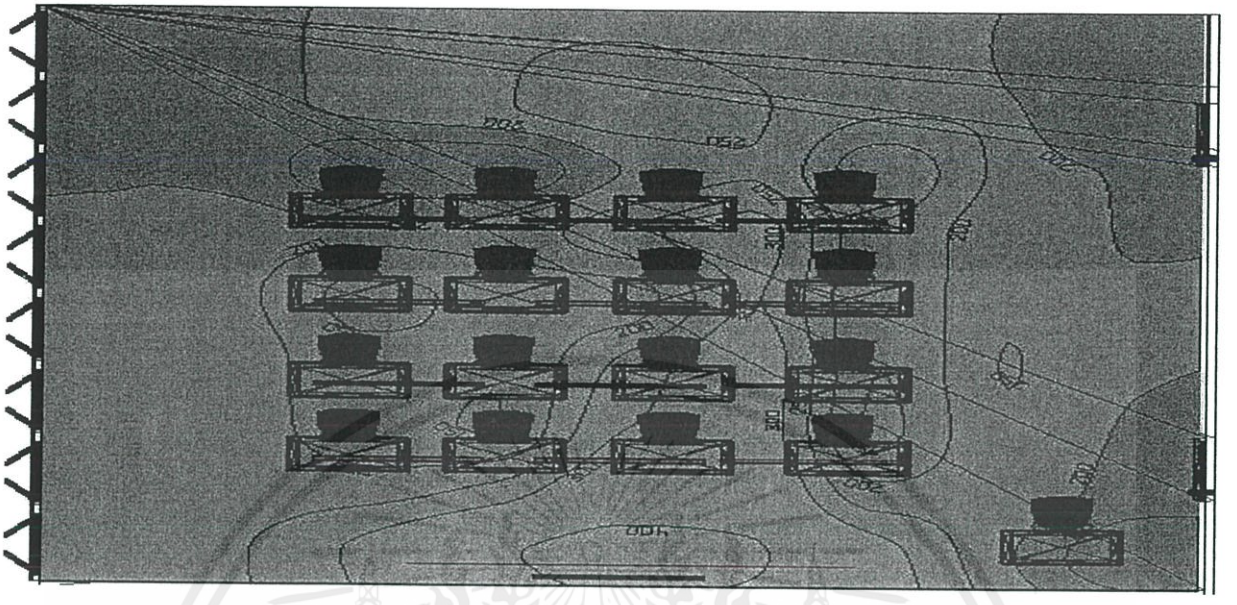
4.1.4 ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 อาคารเรียน 2

จากตารางที่ 3.4 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 201.8 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งความสว่างมีค่าไม่เพียงพอต่อการเรียนการสอน เนื่องจากใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ และไม่มีไฟส่องที่กระดานทำให้ห้องเรียนมืด มองหนังสือไม่ชัด จึงทำการแก้ไขและเพิ่มโดยติดตั้งหลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W แทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 18 w จำนวน 12 หลอด และเพิ่มที่ด้านบนกระดานอีก 1 หลอด โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 222 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

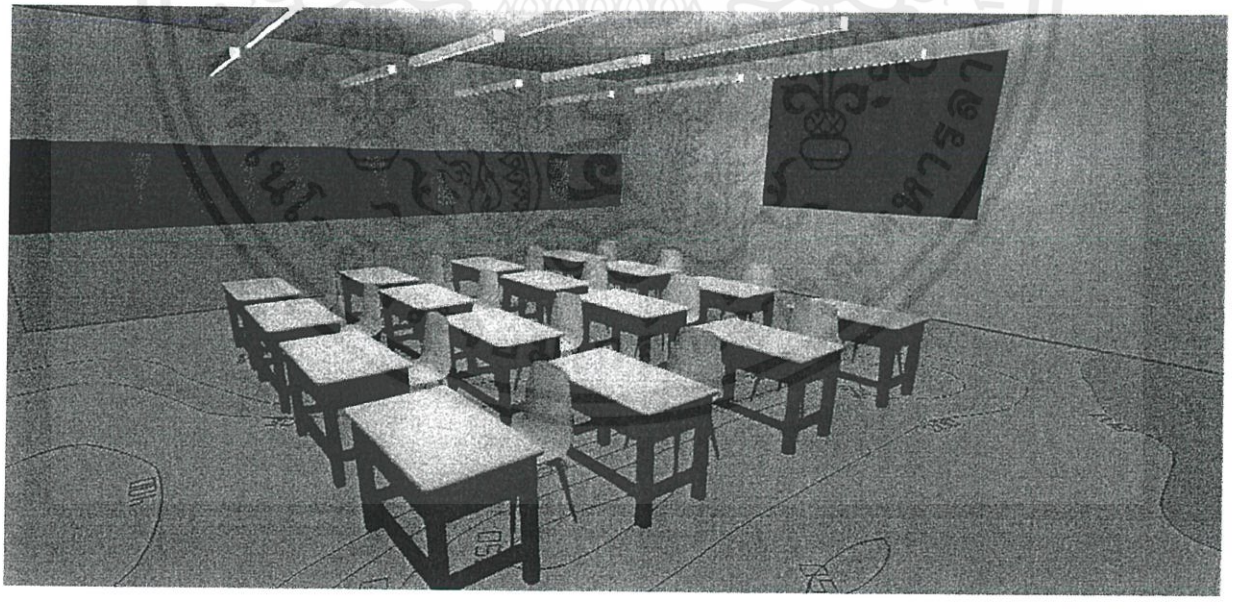


รูปที่ 4.13 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

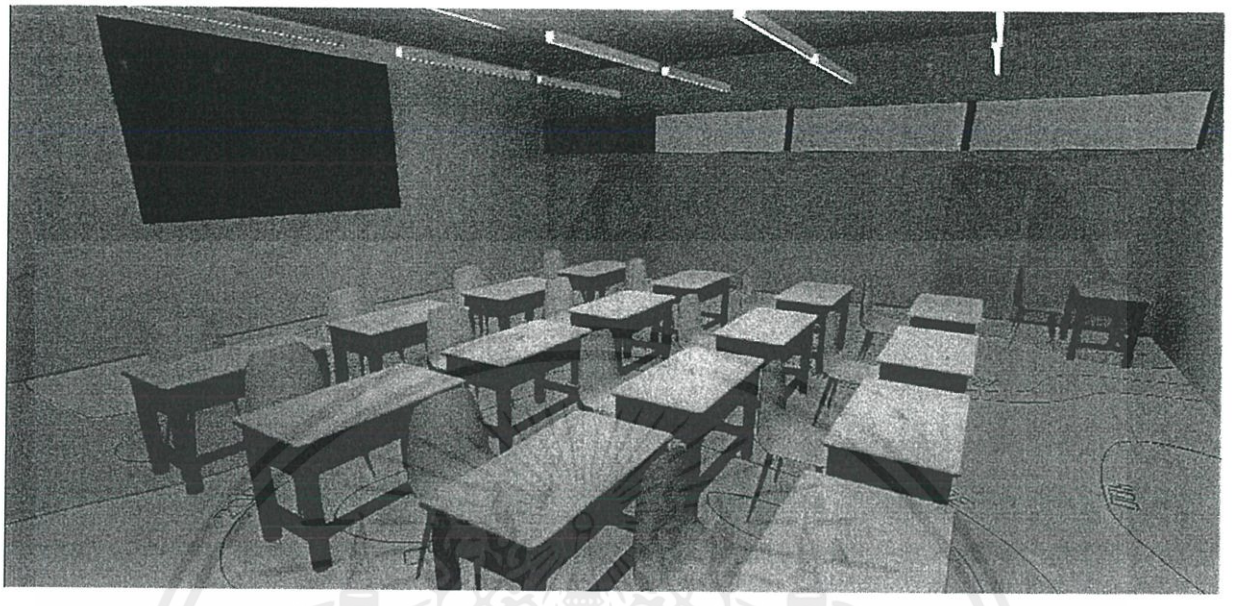


รูปที่ 4.14 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 1



รูปที่ 4.15 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

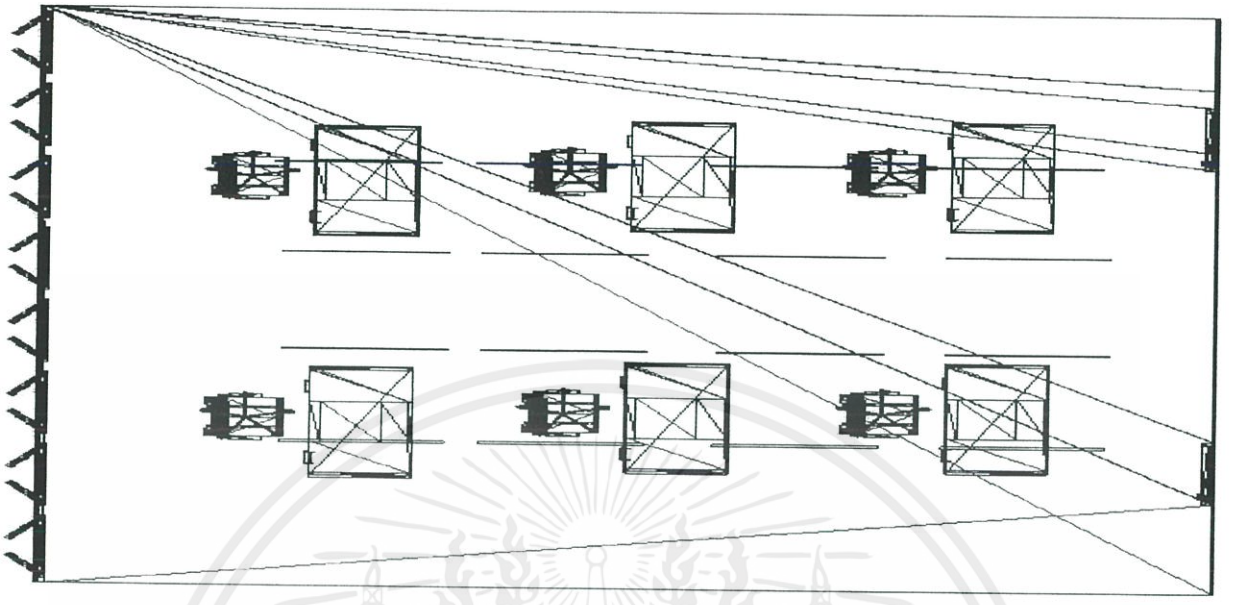


รูปที่ 4.16 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3 มุมที่ 3

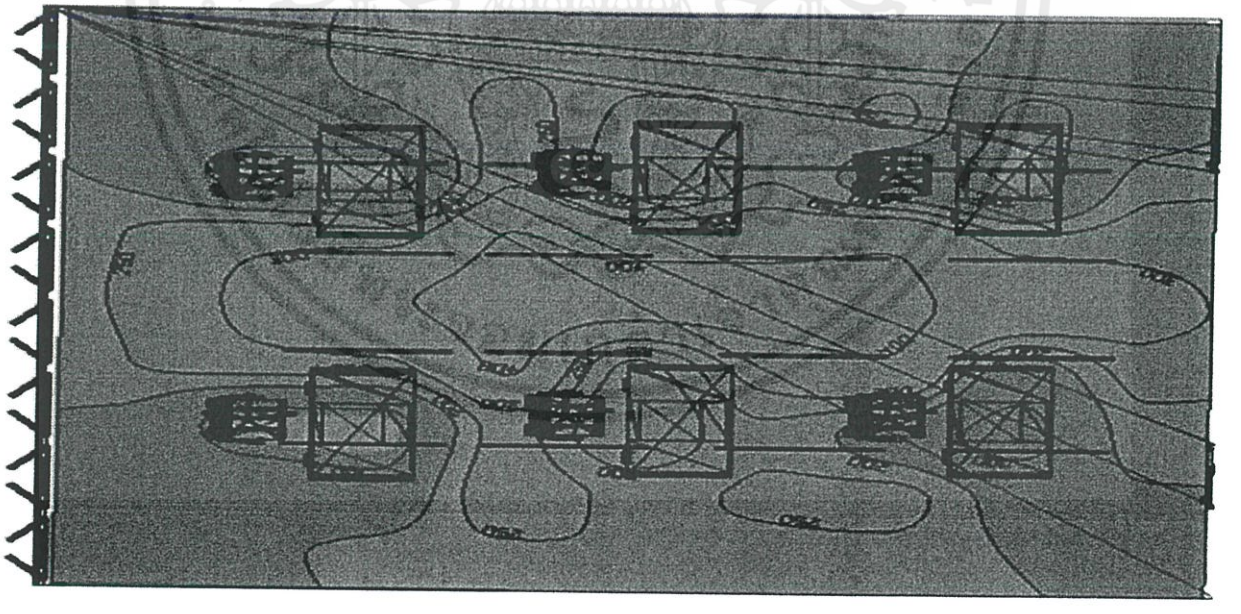
4.1.5 ห้องพักครู อาคารเรียน 2

จากตารางที่ 3.4 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 280 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งความสว่างมีค่าที่ต่ำในการตรวจงานนักเรียน เนื่องจากใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งทำให้ห้องมืด และอาจทำให้เสียสายตาได้ จึงทำการแก้ไขและเพิ่มเติมเรื่องของหลอดไฟ โดยติดตั้งหลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W แทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ 18 w จำนวน 12 หลอด โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 235 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

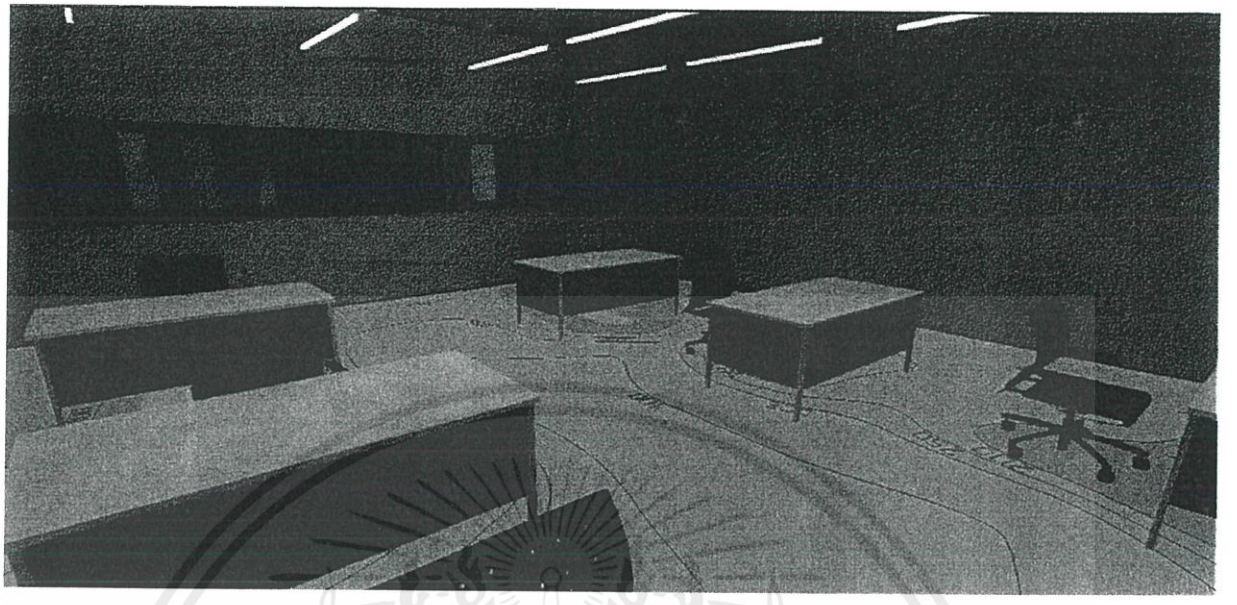


รูปที่ 4.17 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องพักครู

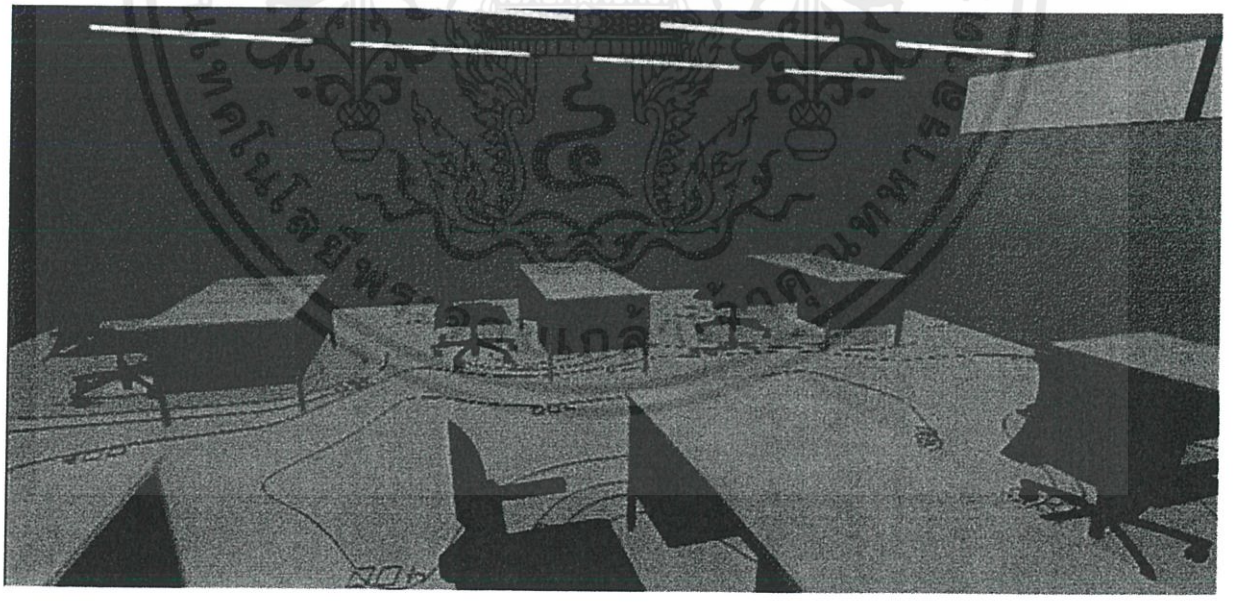


รูปที่ 4.18 ค่าความเข้มแสงห้องพักครู มุมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 ค่าความเข้มแสงห้องพักครู มุมที่ 2

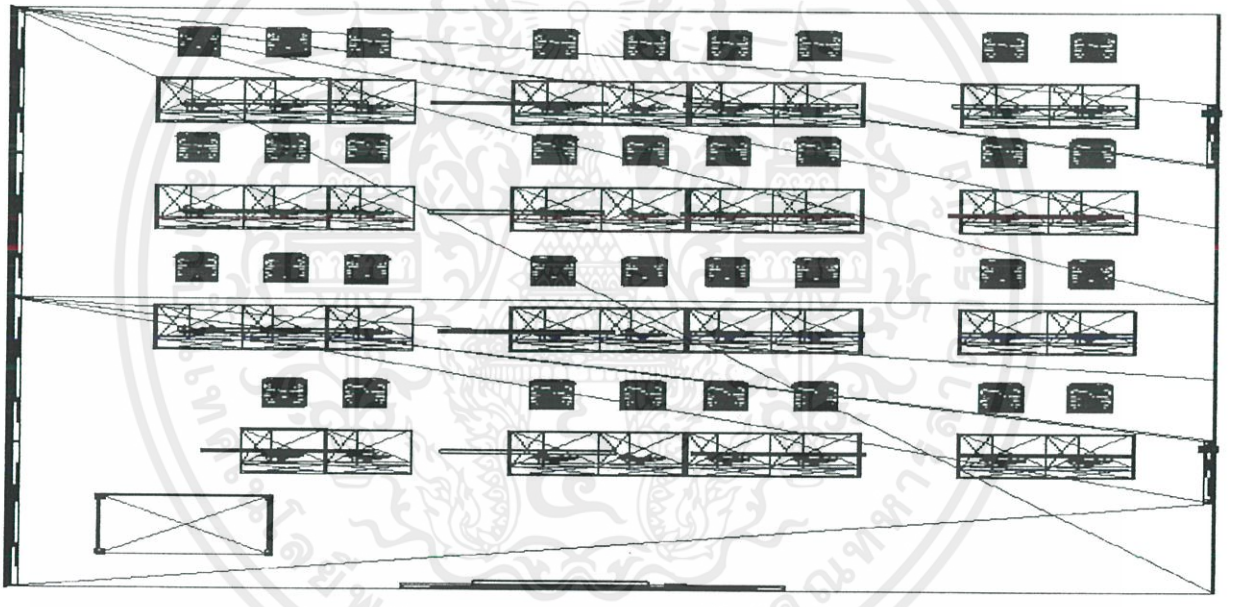


รูปที่ 4.20 ค่าความเข้มแสงห้องพักครู มุมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

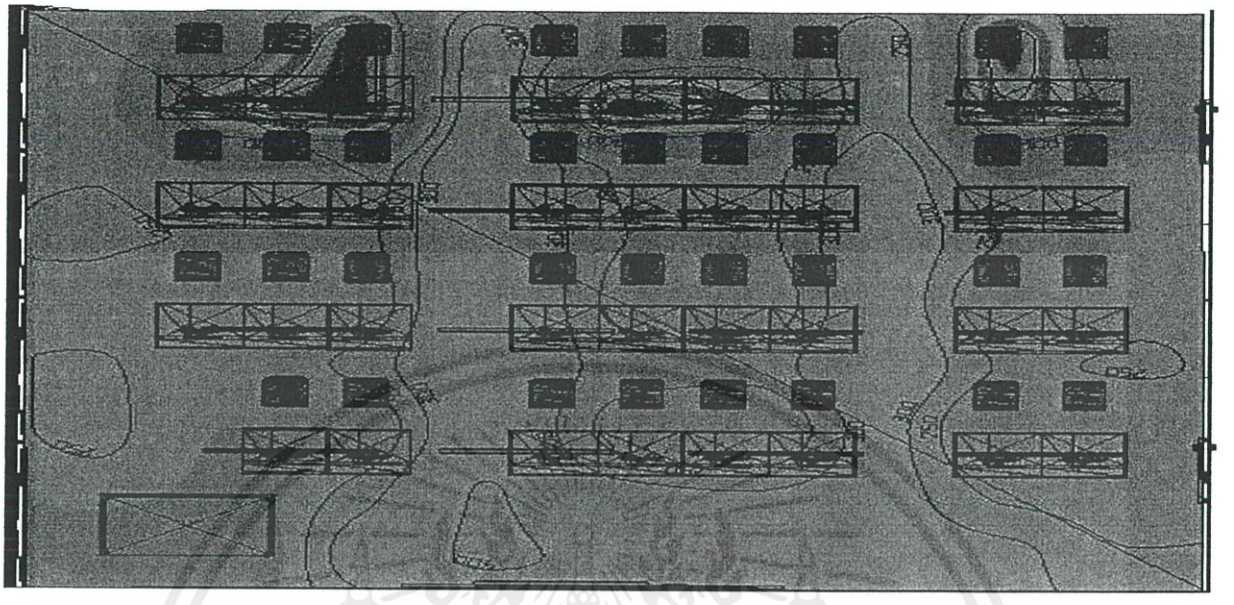
4.1.6 ห้องคอมพิวเตอร์ อาคารเรียน 3

จากตารางที่ 3.6 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ยคือ 259.2 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งความสว่างมีค่าที่ต่ำในการใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งการเรียนคอมพิวเตอร์นั้นห้องต้องมีความสว่างพอสมควร เพราะมีแสงจากคอมพิวเตอร์ ที่อาจทำให้สายตาของครูและนักเรียนเสียได้ ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ขนาด 18 w เป็นหลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm ขนาด 16W ใช้จำนวน 16 หลอด และเพิ่มที่กระดานอีก 1 หลอด เพื่อทำให้มองเห็นกระดานได้ชัดเจนขึ้น โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 238 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

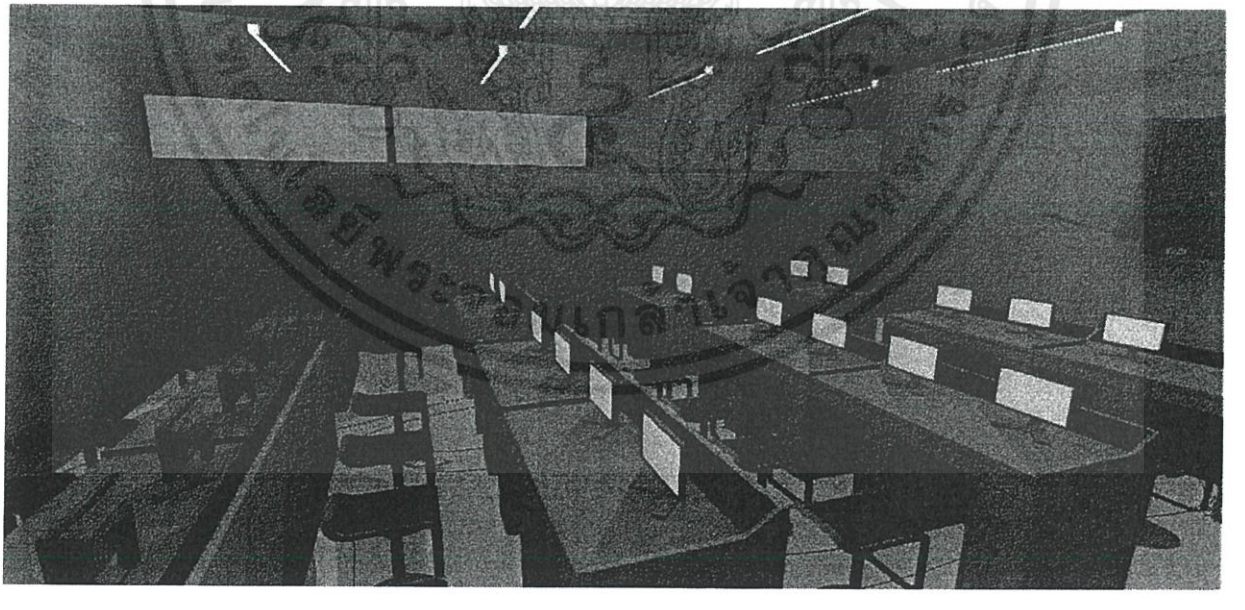


รูปที่ 4.21 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

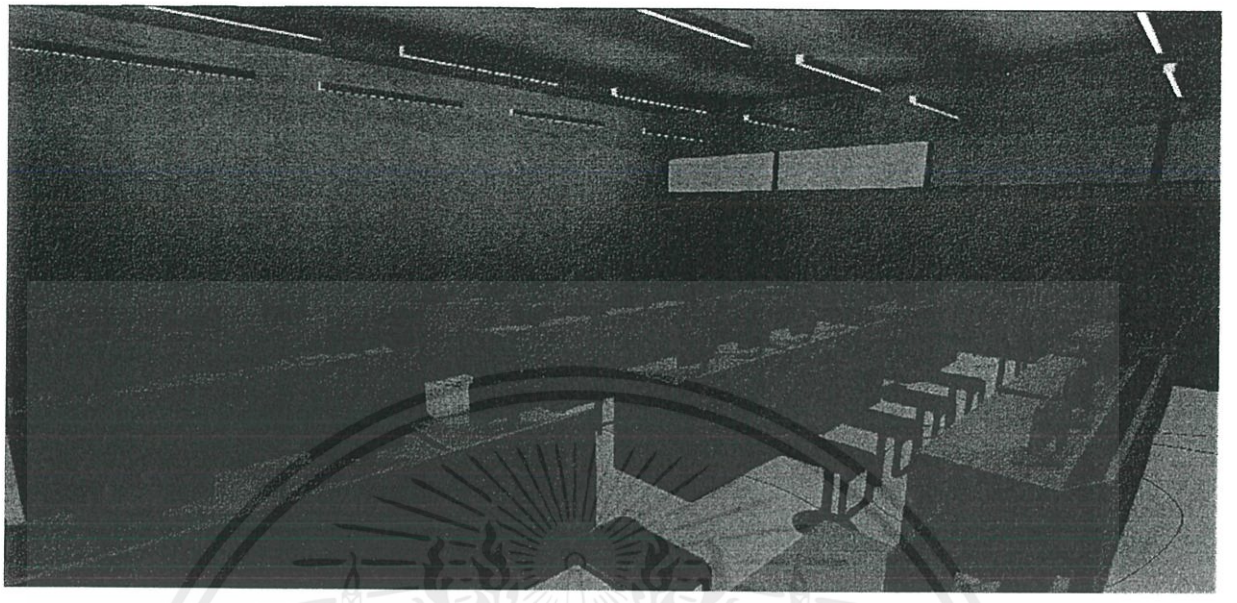


รูปที่ 4.22 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์ มุมที่ 1



รูปที่ 4.23 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์ มุมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

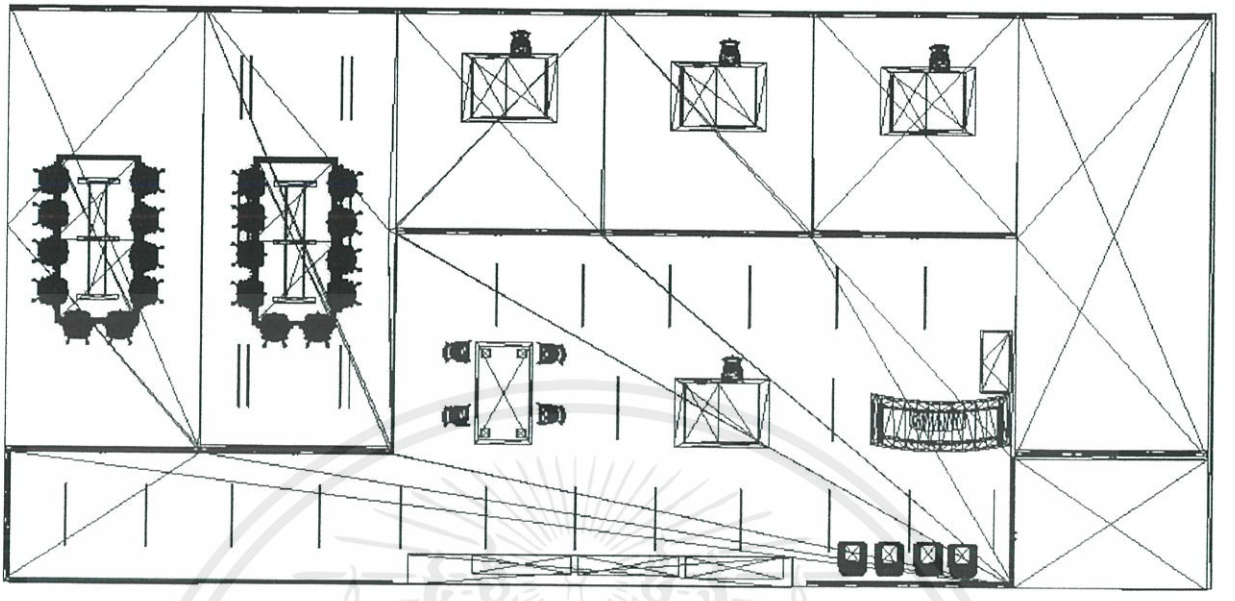


รูปที่ 4.24 ค่าความเข้มแสงห้องคอมพิวเตอร์ มุมที่ 3

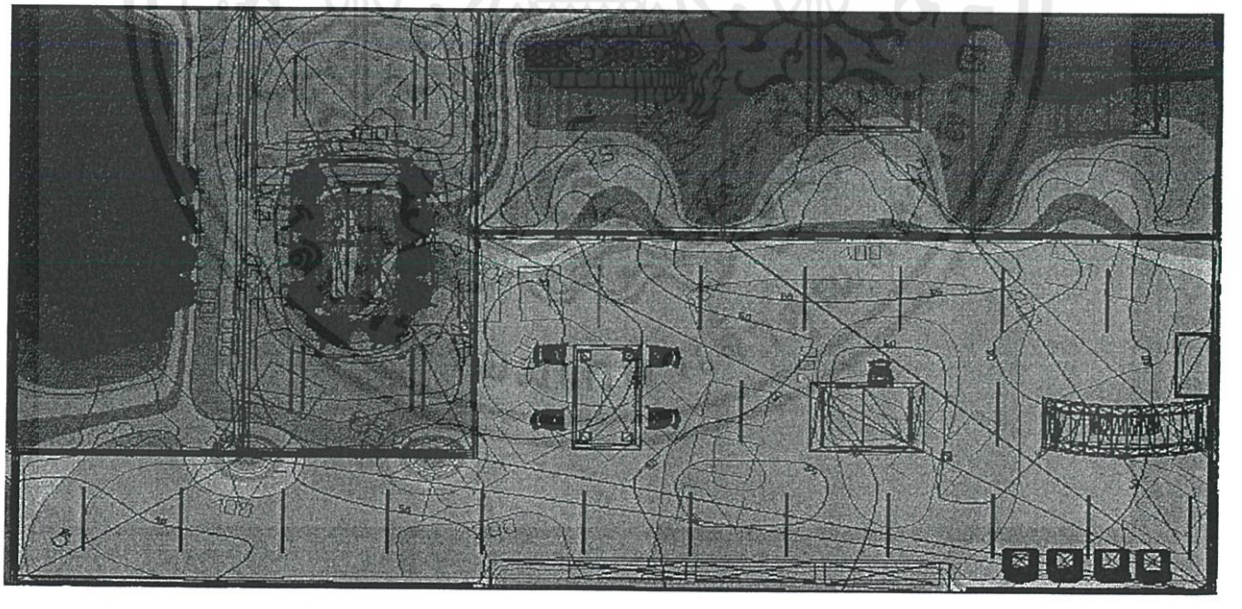
4.1.7 ห้องธุรการ อาคารเรียน 3

จากตารางที่ 3.6 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ย คือ 254 (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งความสว่างมีค่าที่ต่ำไม่เพียงพอต่อการใช้งานที่ห้องธุรการ เนื่องห้องนี้มีบุคลากรอยู่เยอะ มีการตรวจเอกสารและต้อนรับแขกผู้มาเยี่ยมเยียน ดังนั้นจึงต้องมีความสว่างที่เหมาะสม ดังนั้นจึงทำการปรับเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งเป็นของเก่า ขนาด 18 w เป็นหลอดชนิดใหม่คือ Essential LEDtube 1200mm ขนาด 16W จำนวน 44 หลอด โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ 239 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

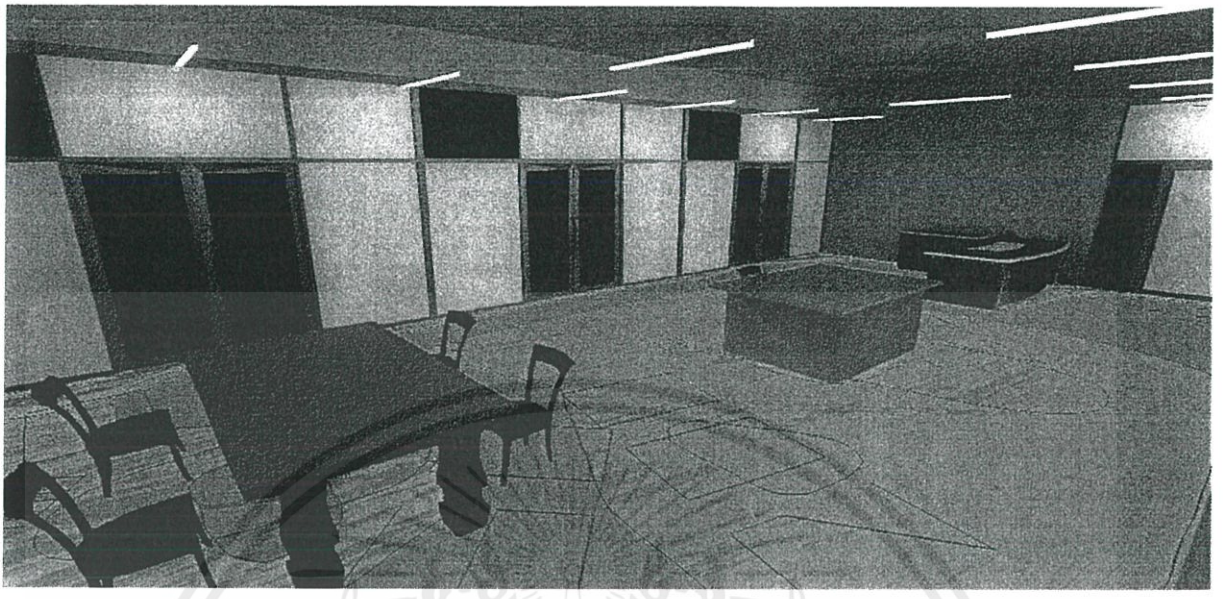


รูปที่ 4.25 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องธุรการ

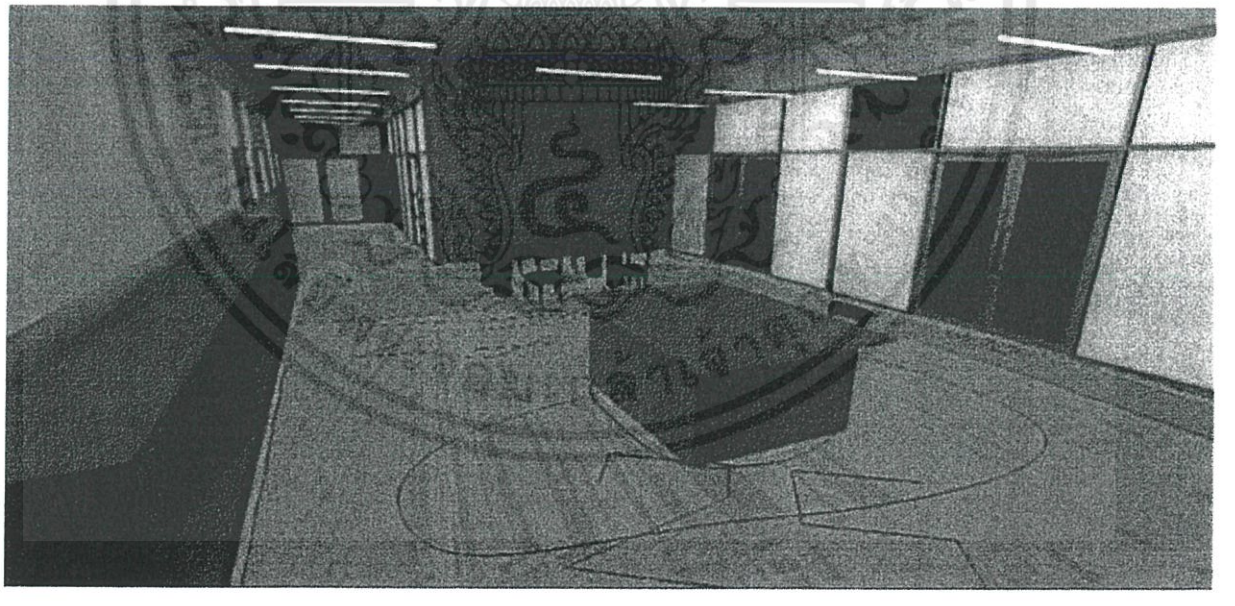


รูปที่ 4.26 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการ มุมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

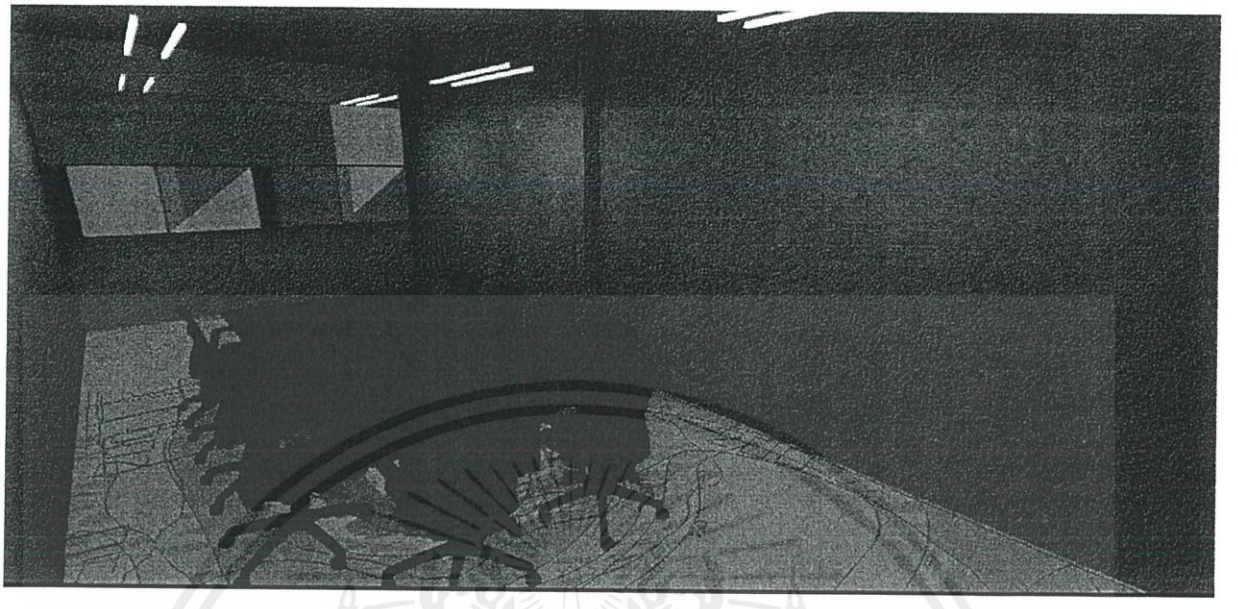


รูปที่ 4.27 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการ มุมที่ 2

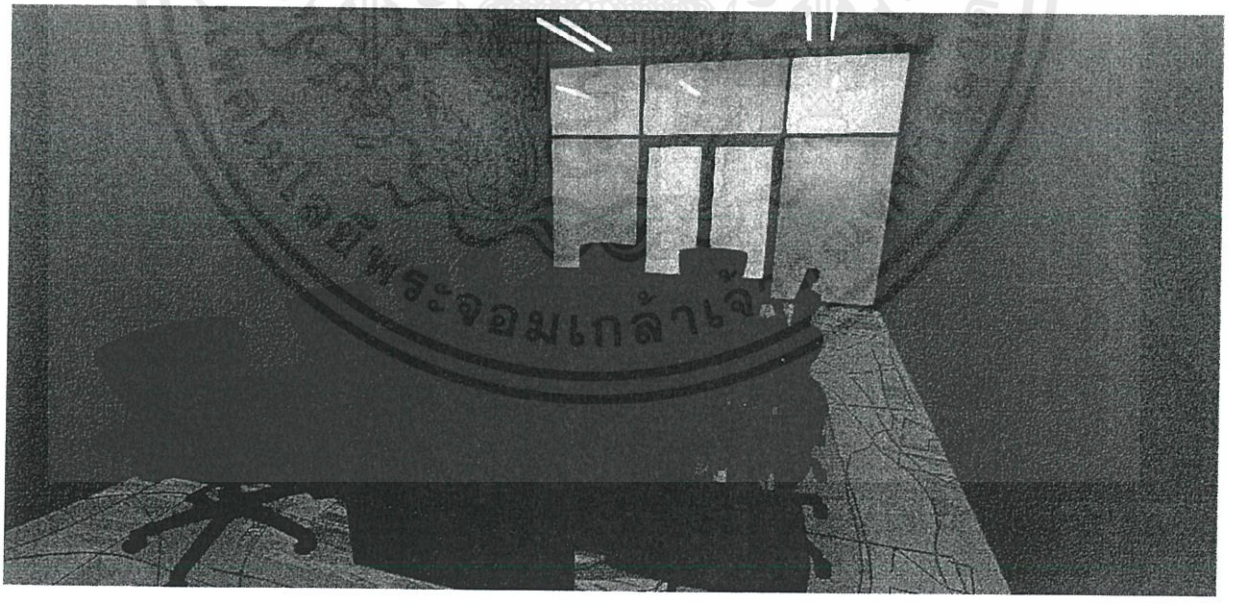


รูปที่ 4.28 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการ มุมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการ มุมที่ 4

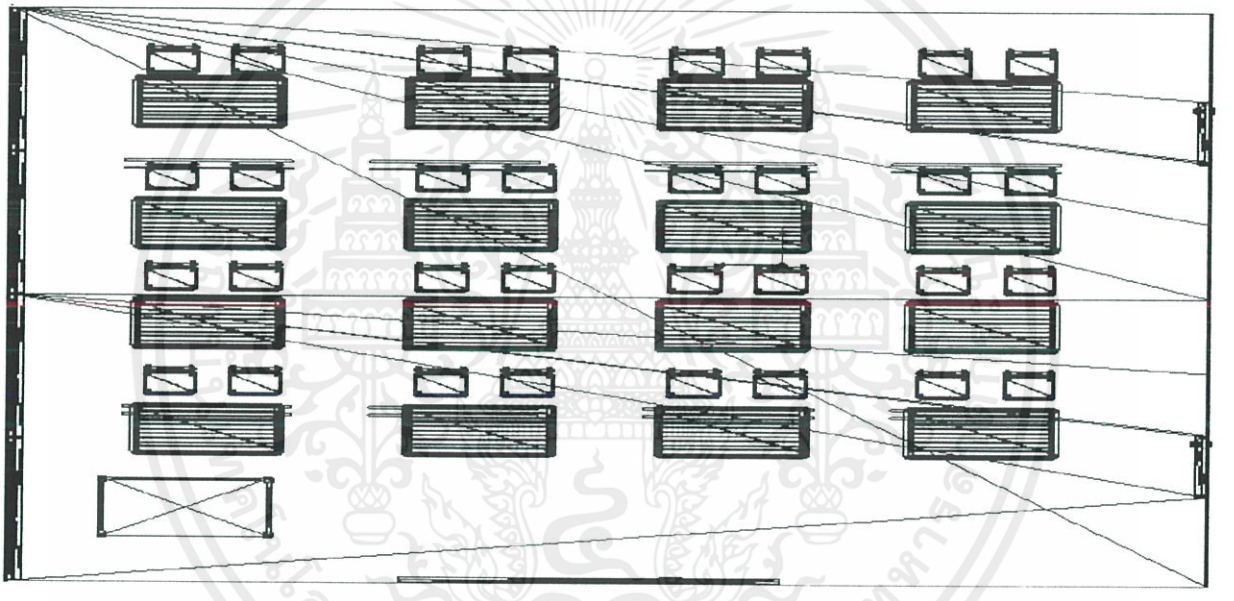


รูปที่ 4.30 ค่าความเข้มแสงห้องธุรการ มุมที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

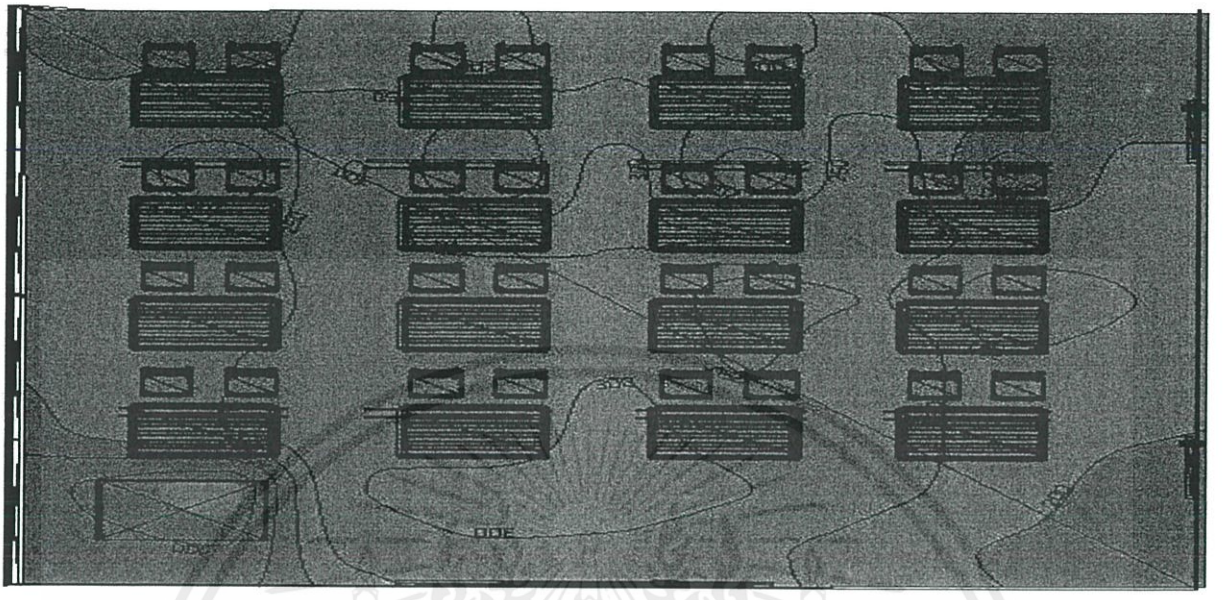
4.1.8 ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 อาคารเรียน 4

จากตารางที่ 3.8 พบว่ามีค่าส่องสว่างเก่าเฉลี่ย คือ 297 lux (รวมแสงสว่างจากภายนอก) ซึ่งความสว่างมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งจะมีปัญหาด้านการเรียนการ เนื่องจากเป็นห้องเรียนที่มีต้นไม้บังแสงเข้าได้น้อย อยู่มุมของตึก จึงทำให้ห้องเรียนมืด อาจทำให้การมองหนังสือไม่ชัดเจนพอ จึงทำการแก้ไขและเพิ่มโดยติดตั้ง Essential LEDtube 1200mm ขนาด 16W แทนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์อันเก่า ขนาด 18 w ซึ่งจะใช้จำนวนหลอดถึง 16 หลอด และเพิ่มที่ด้านบนกระดานอีก 1 หลอด เพื่อให้การมองกระดานชัดเจนยิ่งขึ้น โดยค่าความส่องสว่างใหม่เฉลี่ยที่ได้ทำการแก้ไข คือ234 lux (ซึ่งไม่รวมแสงสว่างจากภายนอก)



รูปที่ 4.31 การออกแบบ ติดตั้งหลอดไฟใหม่ของห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.32 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 1

รูปที่ 4.33 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.34 ค่าความเข้มแสงห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1 มุมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.9 เศรษฐศาสตร์ของระบบส่องสว่าง

4.1.9.1 ค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื่องจากในปัจจุบันโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีการใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่เป็นเทคโนโลยีรุ่นเก่าที่ใช้พลังงานในการส่องสว่างมากกว่าหลอดไฟสมัยใหม่ และบางห้องมีปริมาณแสงสว่างไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงได้ทำการคำนวณแผนการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสงโดยคำนวณถึงความสว่างของห้องเรียนให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบและความคุ้มค่าในการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 1

อาคาร 1											
ห้อง	หลอดไฟที่ใช้ปัจจุบัน			บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		เวลาทำงาน		ค่าไฟฟ้า		ราคา	
	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิด	W	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี	ต่อเดือน (บาท)	ต่อปี (บาท)	ต่อหลอด	ทั้งหมด
ห้องสมุด	Downlight LED	15	60	-	-	8	250	605	7,258	159	9,540
	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
	LED หลอดเปลี่ยนมุม	7	16	-	-	8	250	75	903	159	2,544
ห้องสมุด E-library	Downlight LED	15	59	-	-	8	250	595	7,137	159	9,381
	LED หลอดเปลี่ยนมุม	7	55	-	-	8	250	259	3,105	159	8,745
ห้อง IDP	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องประถามศึกษาปีที่ 1/2	LED TUBE	18	7	-	-	8	250	85	1,016	139	973
ห้องประถามศึกษาปีที่ 1/3	LED TUBE	18	7	-	-	8	250	85	1,016	139	973
ห้องวิทยาศาสตร์	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องเก็บของ	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องนาฏศิลป์	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องเรียน	LED TUBE	18	7	-	-	8	250	85	1,016	139	973
ห้องเรียน	LED TUBE	18	7	-	-	8	250	85	1,016	139	973
ห้องเรียน	LED TUBE	18	7	-	-	8	250	85	1,016	139	973
รวม								2,320	27,837	2,026	39,245

ตารางที่ 4.2 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 2

อาคาร 2											
ห้อง	หลอดไฟที่ใช้ปัจจุบัน			บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		เวลาทำงาน		ค่าไฟฟ้า		ราคา	
	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิด	W	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี	ต่อเดือน (บาท)	ต่อปี (บาท)	ต่อหลอด	ทั้งหมด
ห้องประชุมพุทธรักษา	LED TUBE	18	30			8	250	363	4,355	139	4,170
ห้องดนตรีไทย	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องพักครู	LED TUBE	18	12	-	-	8	250	145	1,742	139	1,668
ห้องพยาบาล	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้อง Multimedia	LED TUBE	18	6	-	-	8	250	73	871	139	834
ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/2	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/3	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
ห้องเรียน	LED TUBE	18	13	-	-	8	250	157	1,887	599	7,787
รวม								1,778	21,337	5,947	74,253

ตารางที่ 4.3 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 3

อาคาร 3											
ห้อง	หลอดไฟที่ใช้ปัจจุบัน			บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		เวลาทำงาน		ค่าไฟฟ้า		ราคา	
	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิด	W	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี	ต่อเดือน (บาท)	ต่อปี (บาท)	ต่อหลอด	ทั้งหมด
ห้องธุรการ	LED TUBE	18	20	-	-	8	250	242	2,903	139	2,780
ห้องประชุมตันหยง (ห้องเล็ก)	LED TUBE	18	12	-	-	8	250	145	1,742	139	1,668
ห้องประชุมตันหยง (ห้องเล็ก)	LED TUBE	18	12	-	-	8	250	145	1,742	139	1,668
ห้องวิทยาศาสตร์	LED TUBE	18	10	-	-	8	250	121	1,452	139	1,390
ห้องวิทยาศาสตร์	LED TUBE	18	10	-	-	8	250	121	1,452	139	1,390
ห้องคอมพิวเตอร์	LED TUBE	18	17	-	-	8	250	206	2,468	599	10,183
ห้องคอมพิวเตอร์	LED TUBE	18	17	-	-	8	250	206	2,468	599	10,183
ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/2	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/3	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/2	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องเรียน	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องเรียน	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องศิลปะ	LED TUBE	18	8	-	-	8	250	97	1,161	139	1,112
ห้องแนะแนว	LED TUBE	18	8	-	-	8	250	97	1,161	139	1,112
รวม								1,923	23,079	2,866	37,741

ตารางที่ 4.4 ค่าไฟฟ้าแสงสว่างหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของอาคาร 4

อาคาร 4											
ห้อง	หลอดไฟที่ใช้ปัจจุบัน			บัลลาสต์ที่ติดตั้ง		เวลาทำงาน		ค่าไฟฟ้า		ราคา	
	ชนิดหลอด	ขนาด (Watt)	จำนวน (หลอด)	ชนิด	W	ชั่วโมงต่อวัน	วันต่อปี	ต่อเดือน (บาท)	ต่อปี (บาท)	ต่อหลอด	ทั้งหมด
ห้องดนตรี	LED TUBE	18	20	-	-	2	250	60	726	139	2,780
ห้องพักครู	LED TUBE	18	8	-	-	8	250	97	1,161	139	1,112
ห้องประถมศึกษาปีที่ 1/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1	LED TUBE	18	17	-	-	8	250	206	2,468	139	2,363
ห้องประถมศึกษาปีที่ 4/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องประถมศึกษาปีที่ 5/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/2	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องประถมศึกษาปีที่ 6/3	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 1/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องมัธยมศึกษาปีที่ 2/1	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องเรียน	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องเรียน	LED TUBE	18	9	-	-	8	250	109	1,306	139	1,251
ห้องมัลติมีเดีย	LED TUBE	18	8	-	-	8	250	97	1,161	139	1,251
ห้องแนะแนว	LED TUBE	18	8	-	-	8	250	97	1,161	139	1,251
รวม								1,645	19,741	2,085	20,989

<u>สรุปค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง</u>

จากตารางที่ 4.1 พบว่าอาคารเรียน 1 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 39,245 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 27,837 บาท

จากตารางที่ 4.2 พบว่าอาคารเรียน 2 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 21,337 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 74,253 บาท

จากตารางที่ 4.3 พบว่าอาคารเรียน 3 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 23,079 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 37,741 บาท

จากตารางที่ 4.4 พบว่าอาคารเรียน 4 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 19,741 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 20,989 บาท

โดยมีการเปรียบเทียบหลอดไฟแต่ละยี่ห้อในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.10 เศรษฐศาสตร์การเงิน และการลงทุน

ตารางที่ 4.5 ค่าระยะเวลาคืนทุน (DPP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

รูปแบบการเปลี่ยน / รายการ	เปลี่ยนทุกตึก	เปลี่ยนทีละตึก			
		ตึก 1	ตึก 2	ตึก 3	ตึก 4
เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)	-172,228	-39,245	-74,253	-37,741	-20,989
กำไรต่อปี (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
เงินเฟ้อต่อปี (%)	2.5				
กำไรปีที่ 1 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 2 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 3 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 4 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 5 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 6 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 7 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 8 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 9 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 10 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
DPP (ปี)	1.01	1.04	1.86	0.79	0.48
NPV (บาท)	1,799,920	292,355.16	280,785.54	380,855.53	363,735.29
IRR	101%	99%	55%	130%	214%

การลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง คือมีการลงทุนแบบเปลี่ยนทีเดียวทั้งหมดทุกตึก และเปลี่ยนที่ละตึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศ

4.2.1 ค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบปรับอากาศ

การตรวจวัดระบบปรับอากาศของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นพบว่าเครื่องปรับอากาศส่วนมากมีอายุการใช้งานเกินระยะเวลา5ปี ซึ่งบางส่วนเกินระยะเวลา10ปี และไม่ได้มีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี การออกแบบของเครื่องปรับอากาศในบางห้องไม่ได้มาตรฐาน ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศที่สิ้นเปลืองและไม่เกิดประประโยชน์สูงสุด ดังนั้นเราจึงเสนอมาตรการการปรับปรุงในส่วนของระบบปรับอากาศดังนี้

4.2.1.1 มาตรการที่ 1 ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จากการทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศมีผลดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 1

ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	ด้านลมจ่าย				ด้านลมกลับ			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	6.1	5.9	6.2	6.07	2.8	2.9	3.2	2.97
อุณหภูมิ (C)	9	9.2	9.1	9.10	26	26.4	26.2	26.20
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	54	55	55	54.67	55	56	55	55.33
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

จากตารางที่ 4.9 พบว่า หลังจากทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแล้วจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น อุณหภูมิด้านลมจ่ายและลมกลับที่ลดลง ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศเครื่องนี้มีประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มมากขึ้น

ตารางที่ 4.7 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 2

ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	ด้านลมจ่าย				ด้านลมกลับ			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	7.2	7.2	7.2	7.20	3.2	3.3	3	3.17
อุณหภูมิ (C)	9.1	9.1	9.2	9.13	25.1	25.2	25.2	25.17
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	57	57	58	57.33	58	58	59	58.33
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่า หลังจากทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแล้วจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น อุณหภูมิด้านลมจ่ายและลมกลับที่ลดลง ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศเครื่องนี้มีประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับเครื่องที่ 2

ตารางที่ 4.8 การทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศเครื่องที่ 3

ข้อมูลตรวจวัดด้านพลังงาน	ด้านลมจ่าย				ด้านลมกลับ			
พ.ท.หน้ากาก (cm x cm)	15*80							
ความเร็วลม (m/min)	7.8	7.6	7.6	7.67	3.3	3.3	3.1	3.23
อุณหภูมิ (C)	9.5	9.5	9.7	9.57	25.5	25.6	25.4	25.50
ความชื้นสัมพัทธ์ (% RH)	58	59	58	58.33	58	58	57	57.67
อุณหภูมิภายนอกห้อง (C)	32							
ความชื้นสัมพัทธ์ภายนอก (% RH)	72							

จากตารางที่ 4.8 พบว่า หลังจากทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศแล้วจะทำให้เครื่องปรับอากาศมีความเร็วลมเพิ่มขึ้น อุณหภูมิด้านลมจ่ายและลมกลับที่ลดลง ซึ่งทำให้เครื่องปรับอากาศเครื่องนี้มีประสิทธิภาพโดยรวมเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกันเครื่องที่ 2 และ 3

4.2.1.2 มาตรการที่ 2 ออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับห้องที่ไม่ได้มาตรฐาน

4.2.1.2.1 อาคารเรียน 1 ชั้น 2 ห้องสมุด E-library จากตารางที่ 3.1 มีขนาด 240.85 ตร.ม. และมีขนาดเครื่องปรับอากาศ 36000 BTU จำนวน 4 เครื่อง ซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศ จึงคำนวณและออกแบบใหม่ดังสมการที่ 4.1

$$\text{BTU} = [\text{พื้นที่ห้อง}] \times 800 \qquad (4.1)$$

แทนค่าลงในสมการจะได้ 240.85 x 800 = 192680 BTU

จึงเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU จำนวน 5 เครื่อง ซึ่งมากกว่าของเดิม 1 เครื่อง ทำให้ห้องมีการใช้พลังงานที่คุ้มค่ากว่า และการปรับอากาศในห้องมีอุณหภูมิที่คงที่มากกว่า

4.2.1.2.2 อาคารเรียน 3 ชั้น 3 ห้องคอมพิวเตอร์ จากตารางที่ 3.1 มีขนาด 65.45 ตร.ม. และมีขนาดเครื่องปรับอากาศ 36000 BTU จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีปริมาณการทำความเย็นไม่เพียงพอต่อขนาดของห้องจึงคำนวณใหม่ดังสมการที่ 4.1

แทนค่าลงในสมการที่ 4.1 จะได้ 65.45 x 800 = 52360 BTU

จึงเลือกเครื่องปรับอากาศขนาด 24000 BTU จำนวน 2 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการคำนวณและออกแบบระบบปรับอากาศในห้องดังกล่าวทั้ง 2 ห้อง พบว่ามีการใช้จำนวนเครื่องปรับอากาศที่มากขึ้น ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย แต่การใช้เครื่องปรับอากาศที่เยอะขึ้นจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานไม่หนักจนเกินไป ส่งผลให้มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น ค่าบำรุงรักษาก็ลดน้อยลง

4.2.1.3 มาตรการที่ 3 เปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศระบบ Inverter

จากการสำรวจเครื่องปรับอากาศภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา พบว่าเครื่องปรับอากาศทั้งหมดมีอายุใช้งานที่นานและเป็นปกติ จึงทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากขึ้น ส่งผลให้ค่าไฟของโรงเรียนเยอะขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศระบบ Inverter ก็เป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการประหยัดพลังงาน

ตัวอย่างการเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระบบ Inverter กับ non-Inverter ดังนี้

- การคำนวณกำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศระบบ Inverter ดังสมการที่ 4.2

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{Cooling\ Capacity\ (\frac{BTU}{hr})}{SEER\ (\frac{\frac{BTU}{hr}}{W})} \qquad (4.2)$$

ตารางที่ 4.9 ตัวอย่างค่า Cooling Capacity และ SEER ของเครื่องปรับอากาศแบบ Ceiling Inverter

Cooling Capacity (BTU/hr)	SEER (BTU/hr/W)	กำลังไฟฟ้า (Watt)
12000	21.8	598.2
18000	19.0	947.9
24000	20.0	1200.5
30000	18.6	1616.7
36000	19.3	1874.1

*อ้างอิงจากแคตตาล็อกเครื่องปรับอากาศ Daikin Inverter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบ non-inverter และ inverter

Cooling Capacity (BTU/hr)	กำลังไฟฟ้า non-inverter (Watt)	กำลังไฟฟ้า inverter (Watt)
12000	1100	598.2
18000	1400	947.9
24000	2200	1200.5
36000	3800	1874.1

จากตารางที่ 4.10 เห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter น้อยกว่าเครื่องแบบอากาศแบบ non-inverter ค่อนข้างมาก ส่งผลให้ประหยัดไฟฟ้าได้มากกว่า

ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบค่าไฟต่อปีและราคาเครื่องแบบ non-inverter และ inverter

ยี่ห้อ / พารามิเตอร์	Inverter	Non-Inverter
	Daikin	Daikin
ราคาต่อเครื่อง (บาท)	46,100	37,100
Cooling Capacity (btu/hr)	36,170	34,100
SEER (btu/hr/w)	19.30	-
ค่าไฟต่อปี (บาท)	16,867	31,500

จากตารางที่ 4.11 พบว่าการปรับปรุงระบบปรับอากาศนั้นจะเปรียบเทียบการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศระบบปกติและการใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ พบว่าการเลือกใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์นั้นมีราคาต่อเครื่องที่สูงกว่าแต่ด้วยค่าไฟที่ต่ำกว่าในระยะยาวจึงมีความคุ้มค่ากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 เศรษฐศาสตร์การเงิน และการลงทุน

เนื่องจากได้มีการลงทุนการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่างๆภายในอาคาร ดังนั้นต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุนจากการลงทุนที่จะเกิดครั้งนี้ด้วย โดยอ้างอิงจากการคำนวณค่า Discounted Payback Period (DPP:ระยะเวลาคืนทุน) ค่า Net Present Value (NPV:มูลค่าปัจจุบันสุทธิ) และค่า Internal Rate of Return (IRR:อัตราผลตอบแทนภายใน)

4.2.2.1 ตัวอย่างการคำนวณค่า DPP

เครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Daikin ขนาด 36,170 BTU มีราคาต่อเครื่อง 54,600 บาท ทำการลงทุนทั้งหมด 19 เครื่อง ค่าประสิทธิภาพในการใช้พลังงานตามฤดูกาลของเครื่องปรับอากาศ คือ 19.30 มีการใช้งาน 9 ชม.ต่อวัน และค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4 บาท

ค่าไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Daikin แต่ละปี = $\frac{(9\times365)\times(\frac{36,170}{19.30})\times4}{1000}$ = 24,626 บาท

I_0 (ค่าใช้จ่ายในการลงทุน) = 54,600*19 = 1,037,400 บาท

A (ค่าใช้จ่ายที่สามารถประหยัดได้ในแต่ละปี) = ค่าไฟฟ้าระบบปรับอากาศก่อนทำการปรับปรุง – ค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ Daikin ในแต่ละปี = (49,932-24,626) × 19 = 480,822 บาท

I (ค่าอัตราคิดลด) = 2.5% (ค่าอัตราเงินเฟ้อของประเทศไทยของปี พ.ศ.2561

สามารถคำนวณค่า DPP ได้จากสมการที่ 4.3

$$DPP = \frac{ln\left(\frac{1}{1-\frac{1,037,400\times0.025}{480,822}}\right)}{ln(1+0.025)} \quad (4.3)$$

จะได้ DPP = 2.25 ปี

ดังนั้น โครงการนี้จะใช้ระยะเวลาในการคืนทุนเป็นเวลาทั้งหมด 2.25 ปี และเนื่องจากการคำนวณค่า NPV (Net Present Value : มูลค่าปัจจุบันสุทธิ) และค่า IRR (Internal Rate of Return : อัตราผลตอบแทนภายใน) นั้นคำนวณได้ยาก จึงทำการใช้โปรแกรม Excel เข้ามาช่วยในการคำนวณ ซึ่งจากการคำนวณต่างๆแล้วทำให้ได้ค่าดังตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุน ระยะเวลาในการคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายใน ของเครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU แต่ละยี่ห้อ

รูปแบบการเปลี่ยน / รายการ	เปลี่ยนทุกตึก		เปลี่ยนทีละตึก	
	Inverter	Non-Inverter	Inverter	Non-Inverter
ราคาต่อเครื่อง (บาท)	46,100	37,100	46,100	37,100
จำนวนทั้งหมด (เครื่อง)	22		22	
เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)	-1,014,200	-816,200	-414,900	-333,900
กำไรต่อปี (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
เงินเฟ้อต่อปี (%)	2.5		2.5	
กำไรปีที่ 1 (บาท)	321,930	59,400	-98,802	-161,200
กำไรปีที่ 2 (บาท)	321,930	59,400	20,464	-110,600
กำไรปีที่ 3 (บาท)	321,930	59,400	78,997	-99,800
กำไรปีที่ 4 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 5 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 6 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 7 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 8 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 9 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 10 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
DPP (ปี)	3.32	17.04	4.29	18.10
NPV (บาท)	1,759,363.77	-289,099.90	1,443,563.32	-330,622.82
IRR (%)	29	-5	28	-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.12 พบว่าการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบ่งการลงทุนออกเป็น 2 แบบคือเปลี่ยนทีเดียวทั้งหมดทุกตึกและเปลี่ยนทีละตึกต่อปี จากตารางพบกว่าการลงทุนเปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศระบบปกตินั้นมีกำไรต่อปีที่ต่ำและระยะเวลาคืนทุนที่สูงเกินอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศจึงไม่คุ้มค่าที่ลงทุน จึงเลือกการลงทุนเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นระบบอินเวอร์เตอร์ที่มีกำไรต่อปีที่สูงและการคืนทุนที่ไวกว่า การลงทุนแบบเปลี่ยนทั้งหมดจะเห็นได้ว่าใช้ระยะเวลาคืนทุนที่ต่ำกว่าแต่ใช้เงินลงทุนที่สูงกว่าการลงทุนแบบค่อยๆเปลี่ยนทีละตึก โดยมีการเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแต่ละยี่ห้อในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.2

4.3 ระบบกรอบอาคาร

การปรับปรุงในส่วนของระบบกรอบอาคารนั้น เนื่องจากอาคารภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นมีอายุมากแล้วการปรับปรุงในส่วนวัสดุการประกอบโครงสร้างกรอบอาคารนั้นจึงไม่สามารถทำได้ จึงได้ใช้การปรับปรุงในส่วนของกระจกเป็นกระจกแบบ Clear color single silver Low-E coat on clear หนา 6 mm ที่จะลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าอาคาร (Overall thermal transfer value) แต่เนื่องจากการปรับปรุงกระจกมีราคาที่สูงเกินไปต่อสัดส่วนของอาคารที่เครื่องปรับอากาศทำให้ไม่คุ้มที่จะลงทุนในระบบนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาและออกแบบมาตรการการปรับปรุงแก้ไขการใช้พลังงานภายในอาคารให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งจากการตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา พบว่ามีการใช้พลังงานมากเนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอายุการการใช้งานอย่างยาวนานส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานชองเครื่องใช้ไฟฟ้าต่ำกว่าที่ควรจะเป็นดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขเพื่อให้มีการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในส่วนของการปรับปรุงนั้นสามารถจำแนกออกได้เป็นระบบต่างๆ คือ การปรับปรุงระบบกรอบอาคาร การปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศ การปรับปรุงระบบการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์และมีการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาเวลาคืนทุนในการปรับปรุงระบบต่าง ๆ อีกด้วย

การปรับปรุงระบบกรอบอาคารนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบ คือ ส่วนผนังและกำแพง กับส่วนผนังโปร่งแสง ในส่วนของผนังและกำแพงนั้นเป็นส่วนที่ปรับปรุงได้ยากเนื่องจากเป็นอาคารที่สร้างมาเป็นเวลานานแล้ว ส่วนของผนังโปร่งแสง โรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นมีห้องปรับอากาศที่น้อยทำให้การปรับปรุงผนังโปร่งแสงนั้นส่งผลน้อยไม่คุ้มค่าในการปรับปรุง

การปรับปรุงระแบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น จากการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างและการตรวจวัดค่าความส่องสว่างที่กระทบบนผิวที่ใช้งานพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารต่าง ๆ ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีอายุการใช้งานที่นานมีบางส่วนชำรุดส่งผลให้การตรวจวัดค่าความส่องสว่างที่กระทบบนผิวที่ใช้งานเช่นโต๊ะนักเรียน โต๊ะอาจารย์และกระดานเรียนมีค่าความส่องสว่างที่ต่ำกว่ามาตรฐานซึ่งอาจจะส่งผลกระทบกับตัวผู้เรียนและผู้สอนได้เนื่องจากแสงสว่างไม่เพียงพอ จึงได้ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในห้องดังกล่าวเพื่อให้ได้มาตรฐานความส่องสว่างและใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเลือกใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงซึ่งมีค่าความส่องสว่างต่อกำลังไฟฟ้าที่สูงทำให้ประหยัดพลังงานและได้ค่าความส่องสว่างที่กระทบบนผิวใช้งานที่สูง

การปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศนั้น จากการตรวจสอบเครื่องปรับอากาศภายในอาคารต่างๆ ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นพบว่ามีบางส่วนมีอายุการใช้งานมานานทำให้ประสิทธิภาพการใช้งานนั้นต่ำประกอบกับไม่ได้ล้างทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศเป็นประจำทำให้มีฝุ่นจับที่แผงแอร์จำนวนมากส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำความเย็นต่ำลงไปอีก จึงปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศดังนี้ ทำการทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศและวัดความเร็วลมและอุณหภูมิที่หน้าเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการล้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ พบว่าความเร็วลมมีค่าสูงขึ้นส่งผลให้การทำงานของเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้นและได้มีการปรับปรุงโดยเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอเตอร์ทำให้ค่าไฟลดลงกว่าเครื่องปรับอากาศระบบปกติ

ในส่วนของระบบการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นพบว่าโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีหลังคาชนิดที่ไม่สามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และมีพื้นที่ภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาไม่เพียงพอจึงไม่สามารถติดตั้งระบบการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์นั้นจะคำนวณจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเก่าที่มีอยู่เดิมเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบที่ปรับปรุงแล้วและคำนวณระยะเวลาคืนทุน กำไรต่อปี เพื่อพิจารณาที่จะปรับปรุงแยกในแต่ละอาคารอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการปรับปรุงแต่ละระบบได้ผลจากโปรแกรม BEC ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ผลการปรับปรุงจากโปรแกรม BEC

พารามิเตอร์		OTTV (W/m^2)			RTTV (W/m^2)			LPD (W/m^2)			COP		
อาคาร	ชั้น	Standard	Before	After	Standard	Before	After	Standard	Before	After	Standard	Before	After
1	1	≤ 50	49.77	46.96	≤ 10	-	-	≤ 10	7.54	5.1	≥ 3.22	2.51	3.28
	2		25.86	25.68					1.81	7.32		2.51	3.28
	3		37.78	36.08					7.71	4.25		-	-
	4		37.78	36.08					7.71	4.25			
	5		37.78	36.08		5.68	5.68		7.71	4.25			
2	1		52.58	48.17		-	-		11.44	5.21		2.51	3.28
	2		37.78	36.08					7.71	3.19		-	-
	3		37.78	36.08					7.71	3.67			
	4		37.78	36.08					7.71	3.67			
	5		37.78	36.08		5.68	5.68		7.71	3.67			

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) ผลการปรับปรุงจากโปรแกรม BEC

พารามิเตอร์		OTTV (W/m^2)			RTTV (W/m^2)			LPD (W/m^2)			COP		
อาคาร	ชั้น	Standard	Before	After	Standard	Before	After	Standard	Before	After	Standard	Before	After
3	1	≤ 50	58.21	54.79	≤ 10	-	-	≤ 10	7.18	5.95	≥ 3.22	2.53	3.75
	2		35.77	34.32					7.36	4.07		2.51	3.28
	3		37.78	36.08					8.13	4.46		-	-
	4		38.46	36.25					7.56	4.3		2.51	3.28
	5		37.78	36.08		5.68	5.68		8.13	4.46		-	-
4	1		51.49	48.98		-	-		11.85	6.03		2.51	3.28
	2		37.78	36.08					8.1	4.53		-	-
	3		37.78	36.08					8.1	4.53			
	4		37.78	36.08					8.1	4.53			
	5		37.78	36.08		5.68	5.68		8.1	4.53			

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการปรับปรุงระบบต่างๆที่กล่าวไว้ข้างต้นเป็นเพียงการออกแบบมาตรการสำหรับการใช้พลังงานที่มีประสิทธิภาพซึ่งงบประมาณการลงทุนมาจากภาครัฐบาลที่จะพิจารณาในการปรับปรุงครั้งนี้จึงอาจจะไม่ได้ดำเนินการปรับปรุงจริงขึ้นกับดุลพินิจของกรรมการบริหารโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บุคคลากรโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา, **บุคลากรโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาปีการศึกษา 2561,** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.watplooksattha.ac.th/new/index.php?name=personnel&file=gdetail&id=11&op=gdetail&gr=%E0%B8%9A%E0%B8%B8%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%81%E0%B8%A3

[2] พพ. คาดกฎหมายมาตรฐานออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน(BEC) มีผลบังคับใช้ต้นปี2562, **ข่าวกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.energynewscenter.com/%E0%B8%9E%E0%B8%9E-%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%94-%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81/

[3] Alireza Aslani; Sieh Bakhtiar; Mohammad Hadi Akbarzadeh," **Energy-efficiency technologies in the building envelope: Life cycle andadaptation assessment,**" available at ScienceDirect, Journal of Building Engineering 21 (2019), pp.55-63, January 2019.

[4] Weilong Zhang; Lin Lu; Jinqing Peng; Aotian Song, "**Comparison of the overall energy performance of semi-transparent photovoltaic windows and common energy-efficient windows in HongKong,**" available at ScienceDirect, Energy and Buildings 128 (2016), pp.511–518, 15 September 2016.

[5] Silvia Cesari; Paolo Valdiserri; Maddalena Coccagna; Sante Mazzacane, "**Energy savings in hospital patient rooms:the role of windows size and glazing properties,**" available at ScienceDirect, Energy Procedia 148 (2018), pp.1151–1158, August 2018.

[6] G. Kiran Kumar; S. Saboor; T.P. Ashok Babu, "**Investigation of various wall and window glass material buildings in different climatic zones of India for energy efficient building construction,**" available at ScienceDirect, materials today : proceedings 5 (2018), pp.23224-23234.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[7] Chunying Li; Junyi Tan; Tin-Tai Chow; Zhongzhu Qiu, "**Experimental and theoretical study on the effect of window films on building energy consumption,**" available at ScienceDirect, Energy and Buildings 2, pp.129-138, 1 September 2015.

[8] Julian (Jialiang) Wang; Donglu Shi, "**Spectral selective and photothermal nano structured thin films for energy efficient windows,**" available at ScienceDirect, Applied Energy 208 (2017), pp.83-96, 15 December 2017.

[9] Liang Runqi; Yanyi Sun; Marina Aburas; Wilson Robin; Wu Yupeng, "**Evaluation of the thermal and optical performance of thermochromic windows for office buildings in China,**" available at ScienceDirect, Energy and Buildings 176 (2018), pp.216-231, 1 October 2018.

[10] G. KiranKumar; S. Saboor; T.P. Ashok Babu, "**Investigation of Various Low Emissivity Glass Materials for Green Energy Building Construction in Indian Climatic Zones,**" available at ScienceDirect, materials today : proceedings 4 (2017), pp.8052-8058.

[11] C. Planas; E. Cuerva; P. Alavedra, "**Effects of the type of facade on the energy performance of office buildings representative of the city of Barcelona,**" available at ScienceDirect, Ain Shams Engineering Journal 9 (2018), pp.3325-3334.

[12] Chin-Huai Young; Yi-Lin Chen; Po-Chun Chen, "**Heat insulation solar glass and application on energy efficiency buildings,**" available at ScienceDirect, Energy and Buildings 78 (2014), pp.66-78, August 2014.

[13] Tina Špegelj; Vesna Žegarac Leskovar; Miroslav Premrov, "**Application of the timber-glass upgrade module for energy refurbishment of the existing energy-inefficient multi-family buildings,**" available at ScienceDirect, Energy and Buildings 116 (2016), pp.362-375, 15 March 2016.

[14] Miroslav Premrov; Vesna Žegarac Leskovar; Klara Mihalič, "**Influence of the building shape on the energy performance of timber-glass buildings in different climatic conditions,**" available at ScienceDirect, Energy 108, pp.201-211, 1 August 2016.

[15] Gordon Lowry, "**Energy saving claims for lighting controls in commercial buildings,**" available at ScienceDirect, Energy and Building 133, pp.489-497, 1 Dec. 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[16] Arun Kumar; Pushpendu Kar; Rakesh Warrier; Aditi Kajale; Sanjib Kumar Panda, **"Implementation of Smart LED Lighting and Efficient Data Management System for Buildings,"** available at ScienceDirect, Energy Procedia 143, pp.173-178, Dec. 2016

[17] Byung-LipAhn; Cheol-YongJang; Seung-BokLeigh; SeunghwanYoo; Hakgeun Jeong; **"Effect of LED lighting on the cooling and heating loads in office buildings,"** available at ScienceDirect, Applied Energy 113, pp.1484-1489, Jan. 2014

[18] Mehdi Amirkhani; Veronica Garcia-Hansen; Gillianl soardi; Alicia Allan, **"Innovative window design strategy to reduce negative lighting interventions in office buildings,"** available at ScienceDirect, Energy and Buildings 113, pp.253-263, 15 Nov. 2018

[19] Yong Cheng; Sheng Zhang; Chao Huan; Majeed Olaide Oladokun; Zhang Lin, **"Optimization on fresh outdoor air ratio of air conditioning system with stratum ventilation for both targeted indoor air quality and maximal energy saving"** available at ScienceDirect, Building and Environment 147, pp.11-12, Jan 2019

[20] Chen; Wei-Han; Mo; Huai-En; Teng; Tun-Ping, **"Performance improvement of a split air conditioner by using an energy saving device"** available at ScienceDirect, Energy and Buildings 174, pp.380-387, 1 September 2018

[21] Dae Kyu Lim; Byoung Ha Ahn; Ji Hwan Jeong, **"Method to control an air conditioner by directly measuring the relative humidity of indoor air to improve the comfort and energy efficiency"** available at ScienceDirect, Applied Energy 215, pp.290-299, 1 April 2018

[22] Yabin Guo; Zehan Tan; Huanxin Chen; Guannan Li; Jiangyu Wang; Ronggeng Huang; Jiangyan Liu; Tanveer Ahmad, **"Deep learning-based fault diagnosis of variable refrigerant flow air-conditioning system for building energy saving"** available at ScienceDirect, Applied Energy 225, pp.732-745, 1 September 2018

[23] Maomao Hu; Fu Xiao, **"Price-responsive model-based optimal demand response control of inverter air conditioners using genetic algorithm"** available at ScienceDirect, Applied Energy 219, pp.151-164, 1 June 2018

[24] Maomao Hu; Fu Xiao, **"Model-based optimal load control of inverter-driven air conditioners responding to dynamic electricity pricing"** available at ScienceDirect, Energy Procedia 142, pp.1953-1959, December 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[25] Shuqin Chen; Yifan Zhuang; Jingyuan Zhang; YanxiFu; Hong Zhang, "**Statistical Characteristics of Usage Behavior of Air Conditioners in The University Students' Dormitories**" available at ScienceDirect, Procedia Engineering 205, pp.3593-3598, 2017

[26] Mitja Košir; Luka Pajek; Nataša Iglič; Roman Kunič, "**A theoretical study on a coupled effect of building envelope solar properties and thermal transmittance on the thermal response of an office cell**" available at ScienceDirect, Solar Energy 174, pp.669-682, 1 November 2018

[27] Jie Cai; Hao Zhang; Xing Jin, "**Aging-aware predictive control of PV-battery assets in buildings**" available at ScienceDirect, Applied Energy 236, pp.478-488, 15 February 2019

[28] Raymond D. Bingham; Martin Agelin-Chaab; Marc A. Rosen, "**Whole building optimization of a residential home with PV and battery storage in The Bahamas**" available at ScienceDirect, Renewable Energy 132, pp.1088-1103, March 2019

[29] คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, **การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร**

[30] คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, **การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร**

[31] คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, **การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะและค่าประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ**

[32] คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, **การคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง**

[33] คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, **แนวทางการออกแบบพลังงานหมุนเวียน**

[34] อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ, **ค่าไฟฟ้า,** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.mea.or.th/profile/109/111

[35] Ali Nahvi, S.M. Sajed Sadati, KristenCetin, Halil Ceylan, Alireza Sassani, Sunghwan Kim, "**Towards resilient infrastructure systems for winter weather events: Integrated stochastic economic evaluation of electrically conductive heated airfield pavements**" available at ScienceDirect, Sustainable Cities and Society 41, pp.195-204, August 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

ก.1 ลักษณะการใช้

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจร่วมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นของรัฐ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานรัฐวิสาหกิจ สถานที่ทำการเกี่ยวกับกิจการของต่างชาติ และสถานที่ทำการองค์การระหว่างประเทศ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

ก.2 อัตราปกติ

ตารางที่ ก.1 อัตราปกติรายเดือน

แรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
1. 12-24 กิโลโวลต์	3.9086	312.24
2. ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	-	46.16
-150 หน่วย (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1-150)	3.2484	-
-250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151-400)	4.2218	-
-เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	4.4217	-

ก.3 อัตราช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)

ตารางที่ ก.2 อัตราช่วงเวลาของการใช้ (TOU) รายเดือน

แรงดัน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On Peak	Off Peak	
1. 12-24 กิโลโวลต์	5.1135	2.6037	312.24
2. ต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	5.7982	2.6369	46.16

On Peak : เวลา 09.00 – 22.00 น. วันจันทร์ – วันศุกร์

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

: เวลา 00.00 – 24.00 น. วันเสาร์ – วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.4 หมายเหตุ

1. ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทที่ 2 นี้หากในรอบเดือนใดมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุดตั้งแต่ 30 กิโลวัตต์ขึ้นไป จะจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ประเภทที่ 4 หรือประเภทที่ 5 แล้วแต่กรณี และจะจัดเข้ามาอยู่ในประเภทที่ 2 อีก ต่อเมื่อความต้องการพลังไฟฟ้าดังกล่าวลดลงต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ ติดต่อกันเป็นเวลา 12 เดือน

2. ผู้ใช้ไฟฟ้าในอัตราปกติ สามารถเลือกใช้อัตราแบบช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff) ได้ โดยจะต้องแจ้งความประสงค์กับการไฟฟ้านครหลวง และจะต้องชำระค่าเครื่องวัดฯ TOU ก่อน หรือ ชำระค่าบริการด้านเครื่องวัดฯ TOU เพิ่มขึ้นจากค่าบริการปกติ และหากเลือกใช้ไปแล้วไม่น้อยกว่า 12 เดือน จะขอเปลี่ยนกลับไปใช้อัตราปกติตามเดิมอีกก็ได้

3. ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องชำระค่าบริการรายเดือน ถึงแม้จะไม่มีการใช้ไฟฟ้า

ก.5 ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

2. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และค่าฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บ F_t ทุกเดือน โดยแยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ F_t ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุกๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้ F_t เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.6 การคำนวณค่าไฟจากการไฟฟ้านครหลวง

ประเภทที่ 2	◉ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.1 (อัตราปกติแบบอัตราก้าวหน้า)		
	○ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.2 (อัตรา TOU)		
รหัสแรงดันไฟฟ้า	○ แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์		
	◉ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		
มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า		1791.81	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t)		-11.60	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน		
1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า		
รวม	**7,696.88**	บาท
1.2 ค่าบริการ	46.16	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**7,743.04**	บาท
ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)		
จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-207.85	บาท
ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		
[ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t] x 7/100	527.46	บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	**8,062.65**	บาท

รูปที่ ก.1 ค่าไฟฟ้าตึก 1

. เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2	◉ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.1 (อัตราปกติแบบอัตราก้าวหน้า)		
	○ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.2 (อัตรา TOU)		
รหัสแรงดันไฟฟ้า	○ แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์		
	◉ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		
มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า		3937.26	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t)		-11.60	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน		
1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า		
รวม	**17,183.41**	บาท
1.2 ค่าบริการ	46.16	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**17,229.57**	บาท
ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)		
จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-456.72	บาท
ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		
[ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t] x 7/100	1,174.10	บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	**17,946.95**	บาท

รูปที่ ก.2 ค่าไฟฟ้าตึก 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2	◉ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.1 (อัตราปกติแบบอัตราก้าวหน้า)		
	○ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.2 (อัตรา TOU)		
รหัสแรงดันไฟฟ้า	○ แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์		
	◉ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		
มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า		2474.73	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t)		-11.60	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน		
1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า		
รวม	**10,716.54**	บาท
1.2 ค่าบริการ	46.16	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**10,762.70**	บาท
ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)		
จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-287.07	บาท
ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		
[ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t] x 7/100	733.29	บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	**11,208.93**	บาท

รูปที่ ก.3 ค่าไฟฟ้าตึก 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทที่ 2	◉ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.1 (อัตราปกติแบบอัตราก้าวหน้า)		
	○ กิจการขนาดเล็ก อัตรา 2.2 (อัตรา TOU)		
รหัสแรงดันไฟฟ้า	○ แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์		
	◉ แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		
มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า		2418.06	หน่วยต่อเดือน
การปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t)		-11.60	สตางค์/หน่วย

คำนวณใหม่

ส่วนที่ 1 ค่าไฟฟ้าฐาน		
1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า		
รวม	**10,465.97**	บาท
1.2 ค่าบริการ	46.16	บาท
รวมค่าไฟฟ้าฐาน	**10,512.13**	บาท
ส่วนที่ 2 ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)		
จำนวนพลังงานไฟฟ้า x ค่า F_t	-280.49	บาท
ส่วนที่ 3 ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม 7%		
[ค่าไฟฟ้าฐาน + ค่า F_t] x 7/100	716.21	บาท
รวมเงินค่าไฟฟ้า	**10,947.85**	บาท

รูปที่ ก.4 ค่าไฟฟ้าตึก 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.7 การนำหน่วยยูนิตไฟฟ้ามาเปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าจากการวัดจริงกับบิลค่าไฟฟ้าและค่าใน BEC โดยไม่คิดค่าสูญเสีย ได้ดังรูปที่ 3.5

Table: Whole Building Energy Report			
Building Energy Consumption	48,471.47	kWh/Year	
Energy from PV System	0	kWh/Year	**Building Energy Code Compliance**
Net Energy Consumption (Evaluated Building)	48,471.47	kWh/Year	Passed
Net Energy Consumption (Reference Building)	60,625.29	kWh/Year	

อาคาร 1

Table: Whole Building Energy Report			
Building Energy Consumption	34,991.30	kWh/Year	
Energy from PV System	0	kWh/Year	**Building Energy Code Compliance**
Net Energy Consumption (Evaluated Building)	34,991.30	kWh/Year	Passed
Net Energy Consumption (Reference Building)	52,855.56	kWh/Year	

อาคาร 2

Table: Whole Building Energy Report			
Building Energy Consumption	51,511.38	kWh/Year	
Energy from PV System	0	kWh/Year	**Building Energy Code Compliance**
Net Energy Consumption (Evaluated Building)	51,511.38	kWh/Year	Passed
Net Energy Consumption (Reference Building)	69,045.26	kWh/Year	

อาคาร 3

Table: Whole Building Energy Report			
Building Energy Consumption	25,504.34	kWh/Year	
Energy from PV System	0	kWh/Year	**Building Energy Code Compliance**
Net Energy Consumption (Evaluated Building)	25,504.34	kWh/Year	Passed
Net Energy Consumption (Reference Building)	53,208.34	kWh/Year	

อาคาร 4

รูปที่ ก.5 เปรียบเทียบหน่วยไฟฟ้าจากการวัดจริงกับบิลค่าไฟฟ้าและค่าในBEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

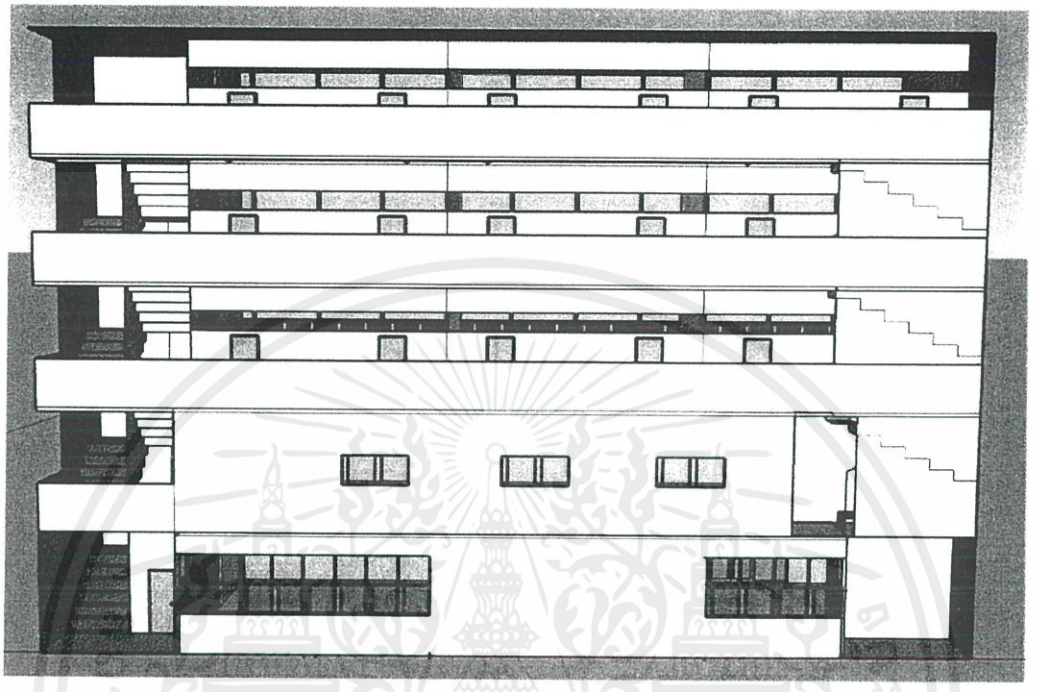
ภาคผนวก ข
การสร้างแบบจำลองอาคารเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

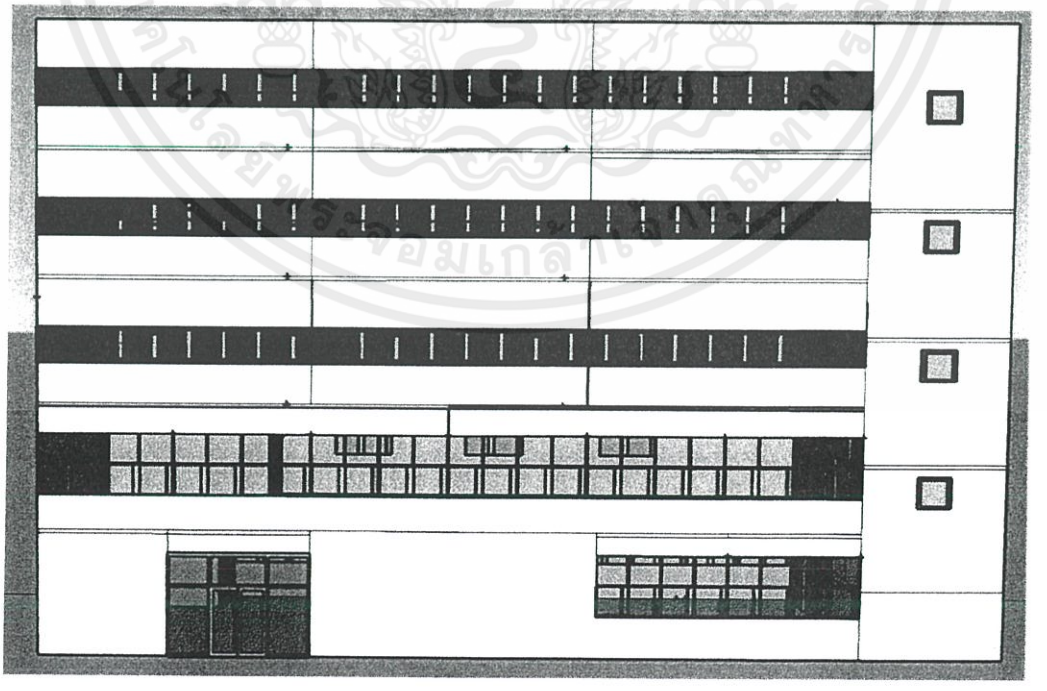
ข.1 การสร้างแบบจำลองอาคารเรียนโดยโปรแกรม Sketch up

โปรแกรม Sketch up นั้นเป็นโปรแกรมพื้นฐานในการสร้างแบบจำลองอาคารทั่วไป

ข.1.1 อาคารเรียน 1

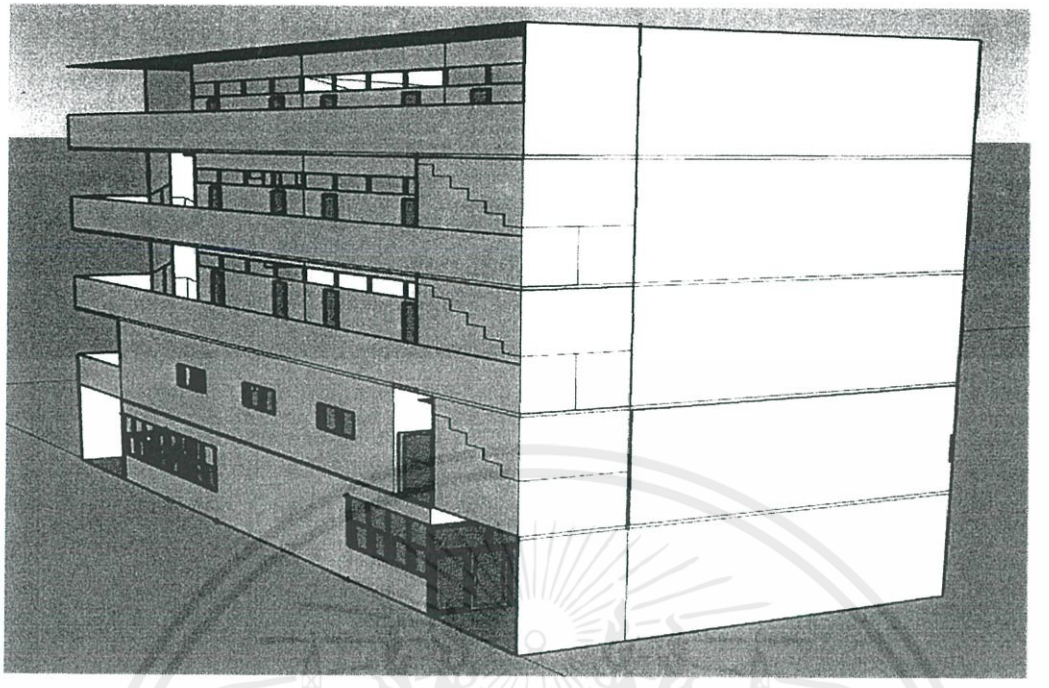


(ก) ด้านหน้า

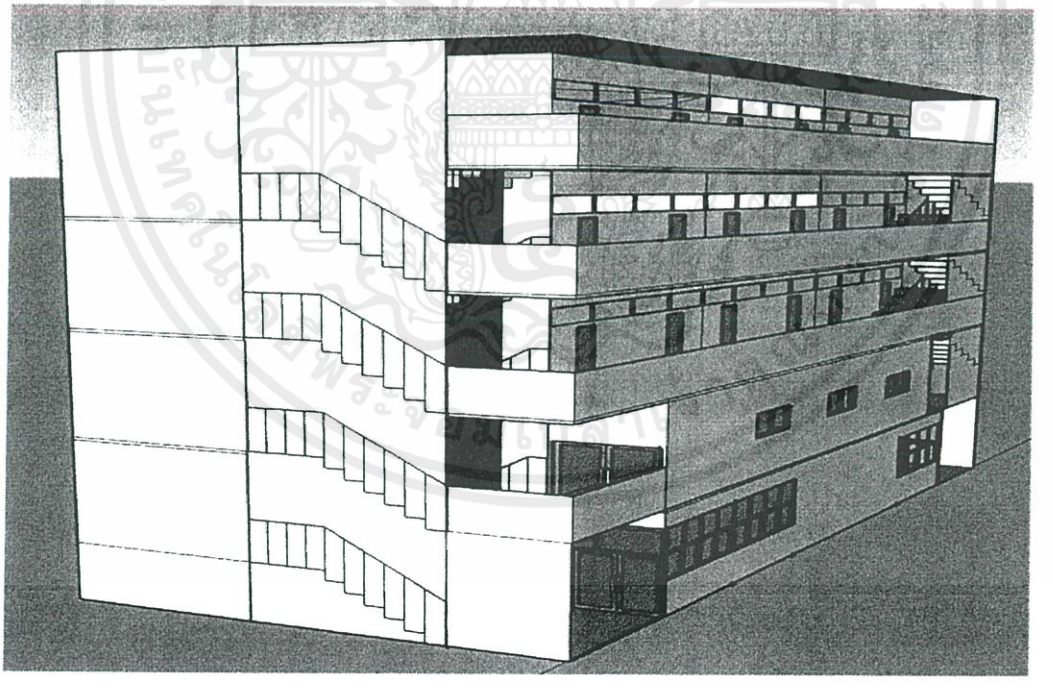


(ข) ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

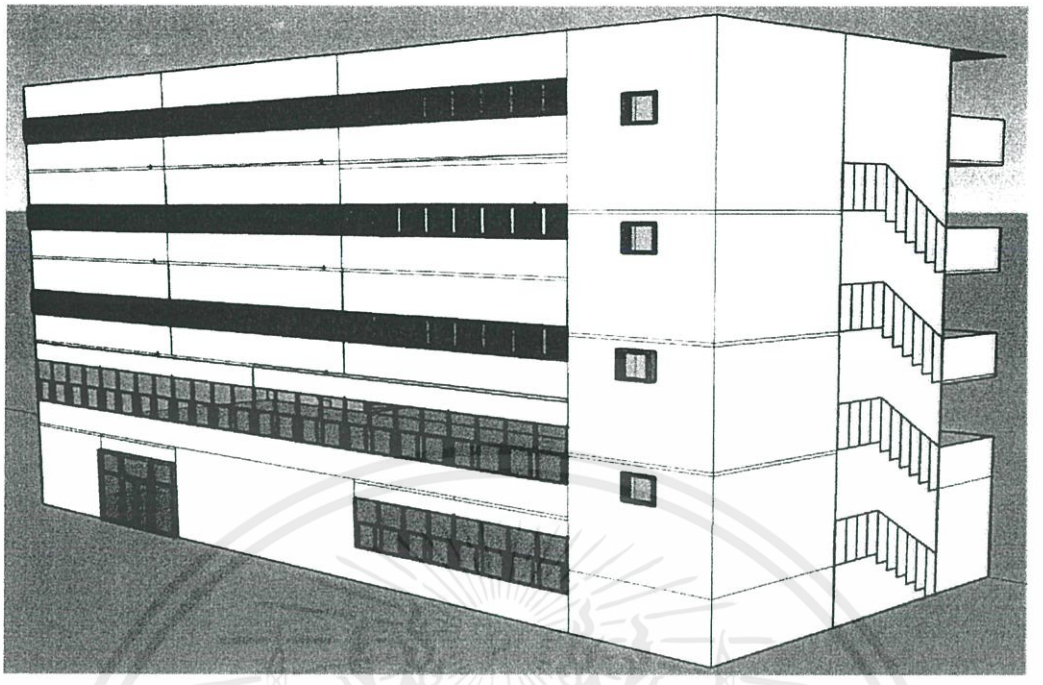


(ค) ด้านหน้าฝั่งขวา

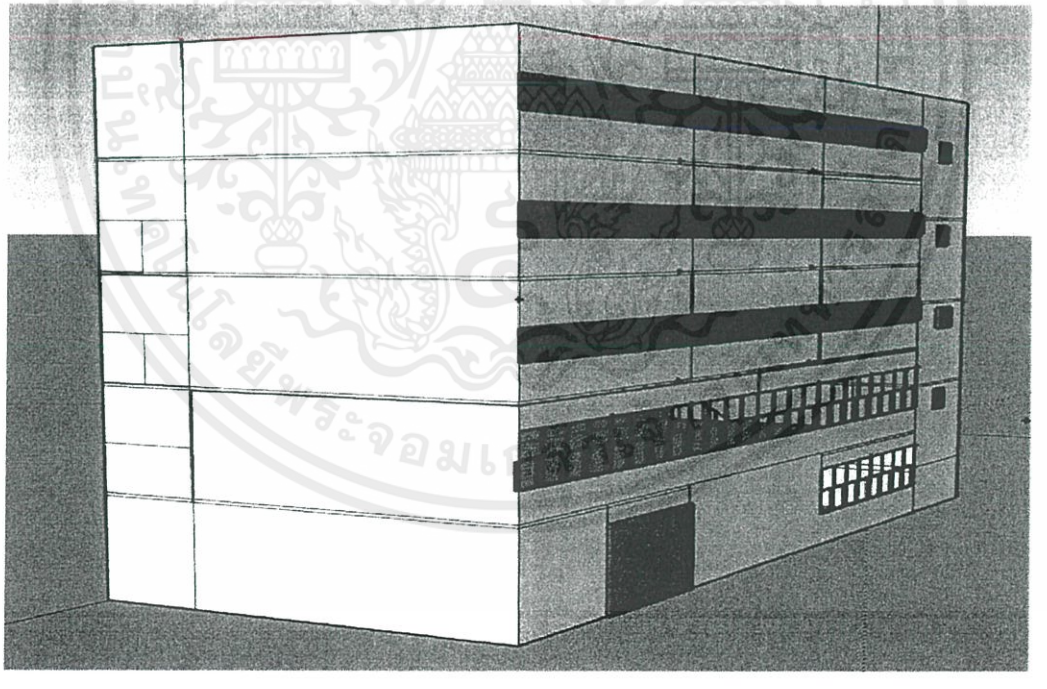


(ง) ด้านหน้าฝั่งซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ด้านหลังฝั่งขวา

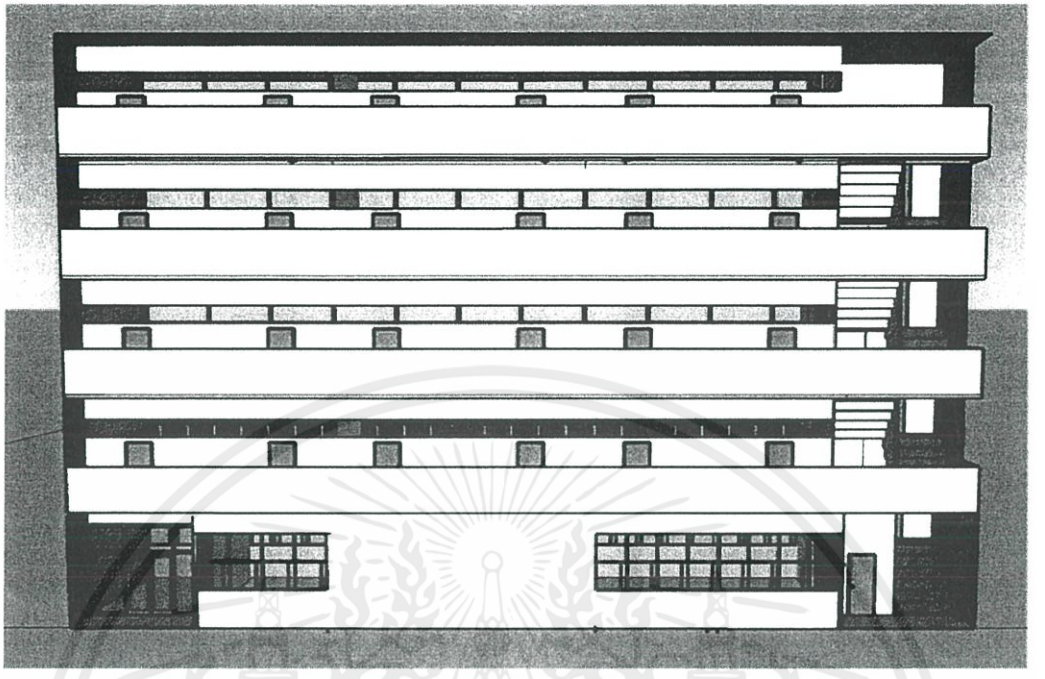


(ฉ) ด้านหลังฝั่งซ้าย

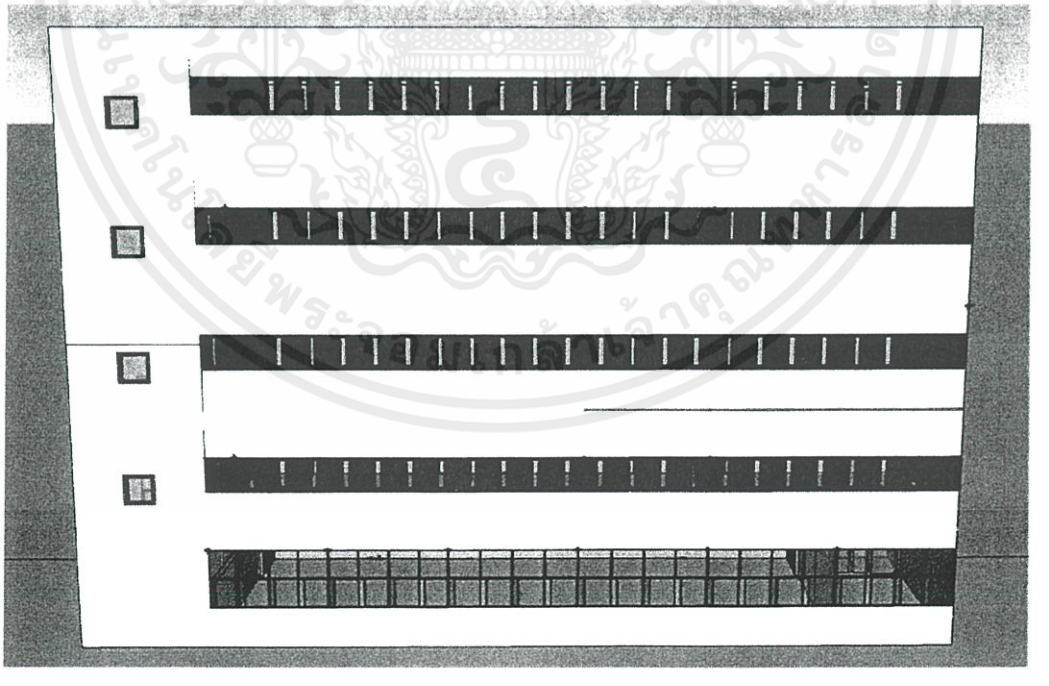
รูปที่ ข.1 ด้านต่าง ๆ ของอาคารเรียน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.2 อาคารเรียน 2

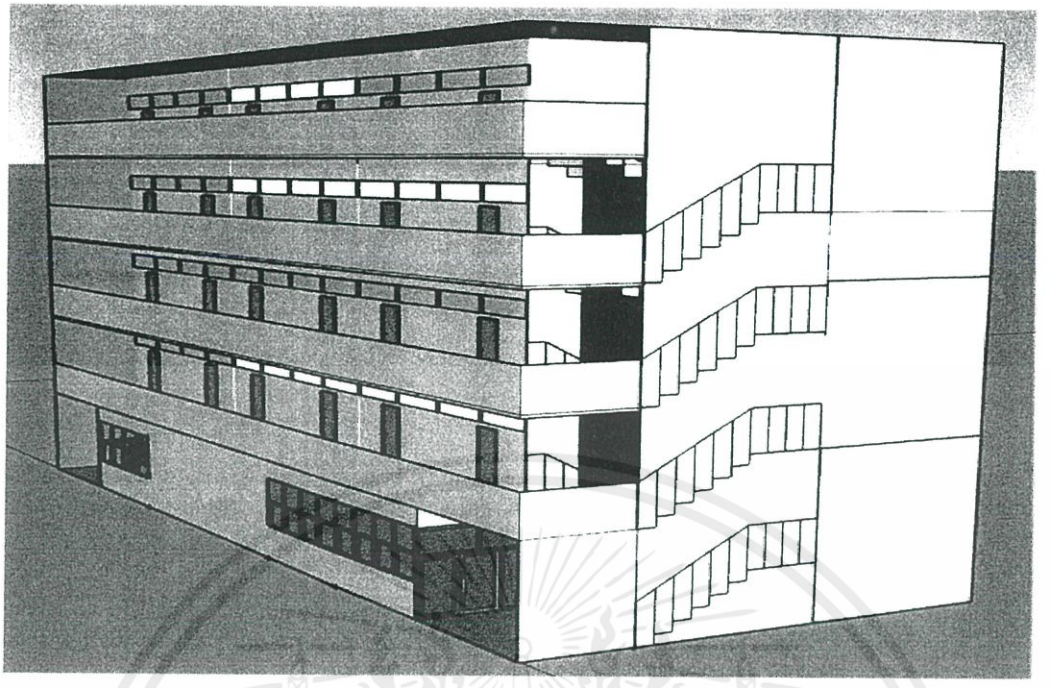


(ก) ด้านหน้า

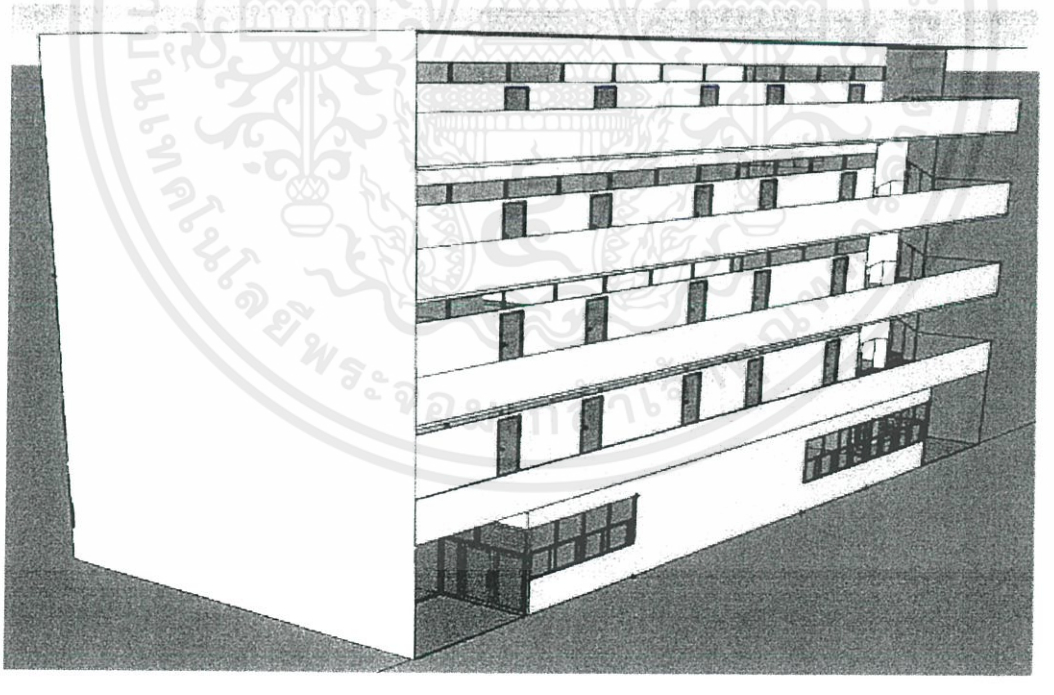


(ข) ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

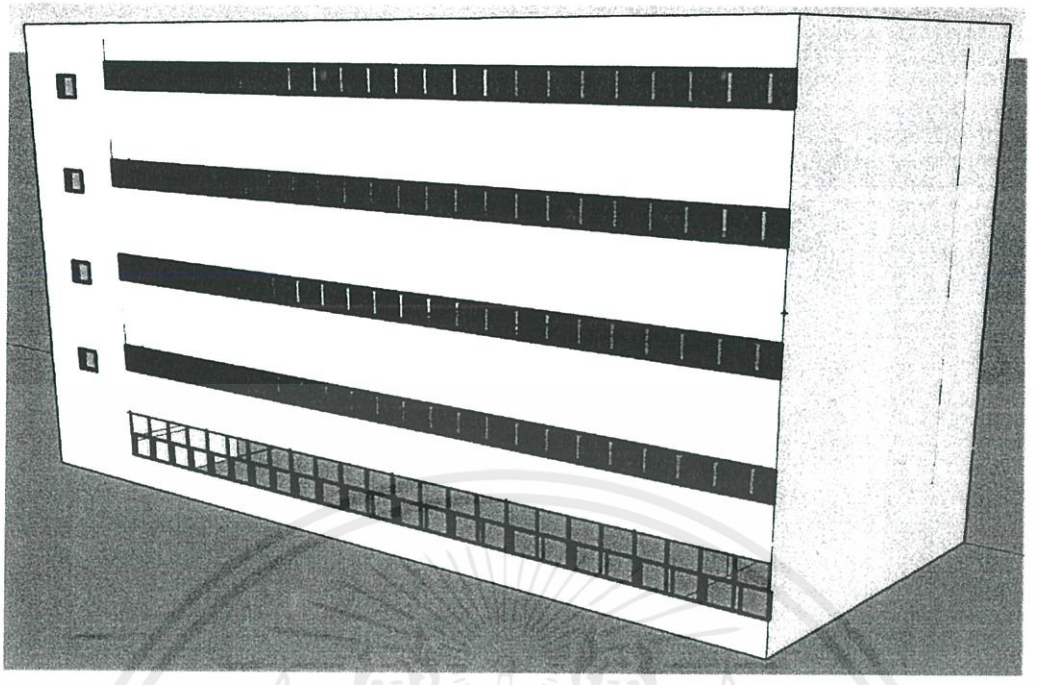


(ค) ด้านหน้าฝั่งขวา

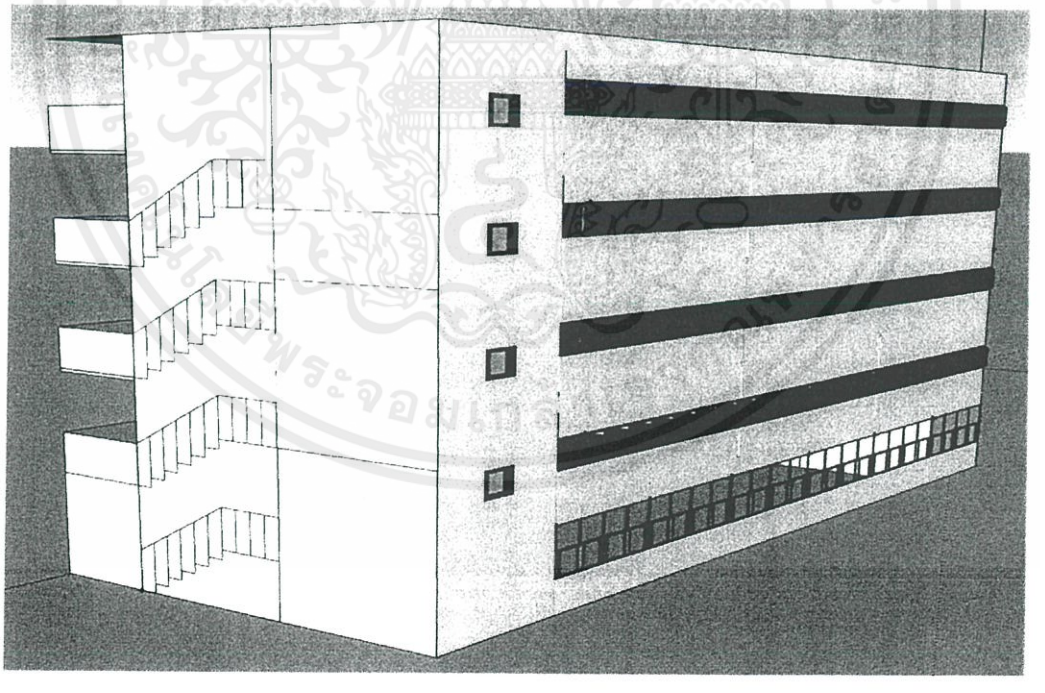


(ง) ด้านหน้าฝั่งซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ด้านหลังฝั่งขวา

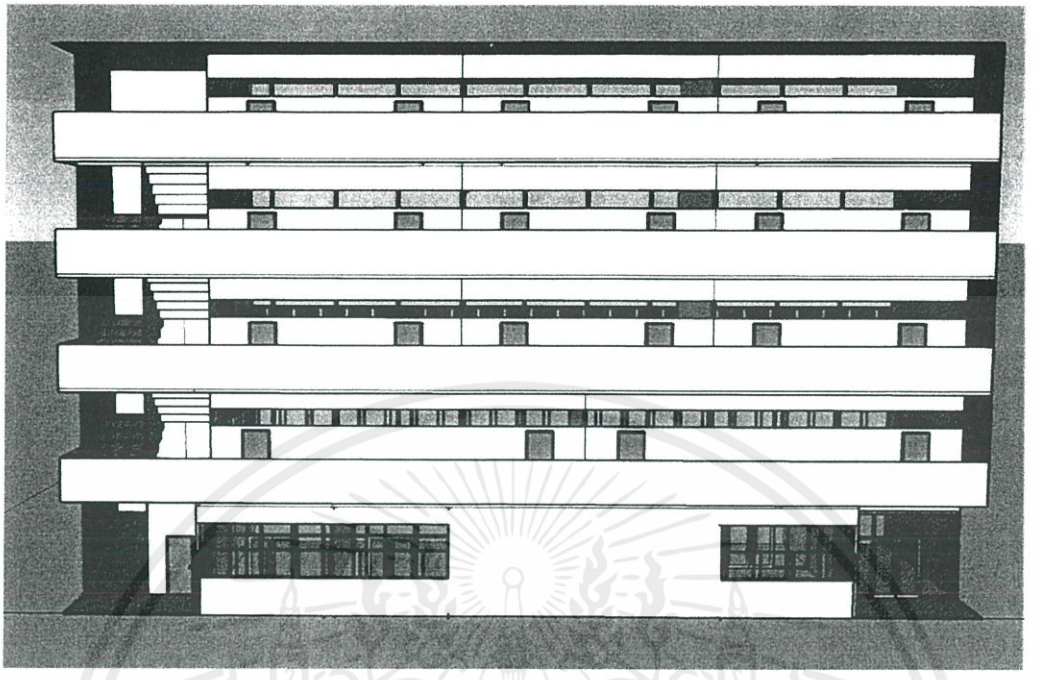


(ฉ) ด้านหลังฝั่งซ้าย

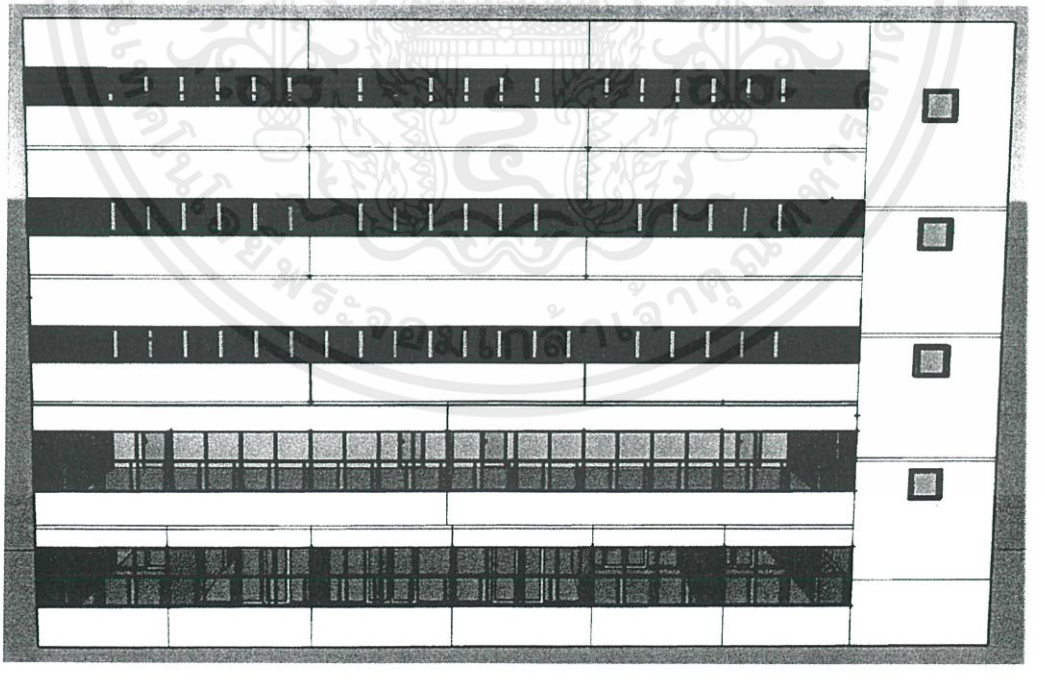
รูปที่ ข.2 ด้านต่าง ๆ ของอาคารเรียน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.3 อาคารเรียน 3

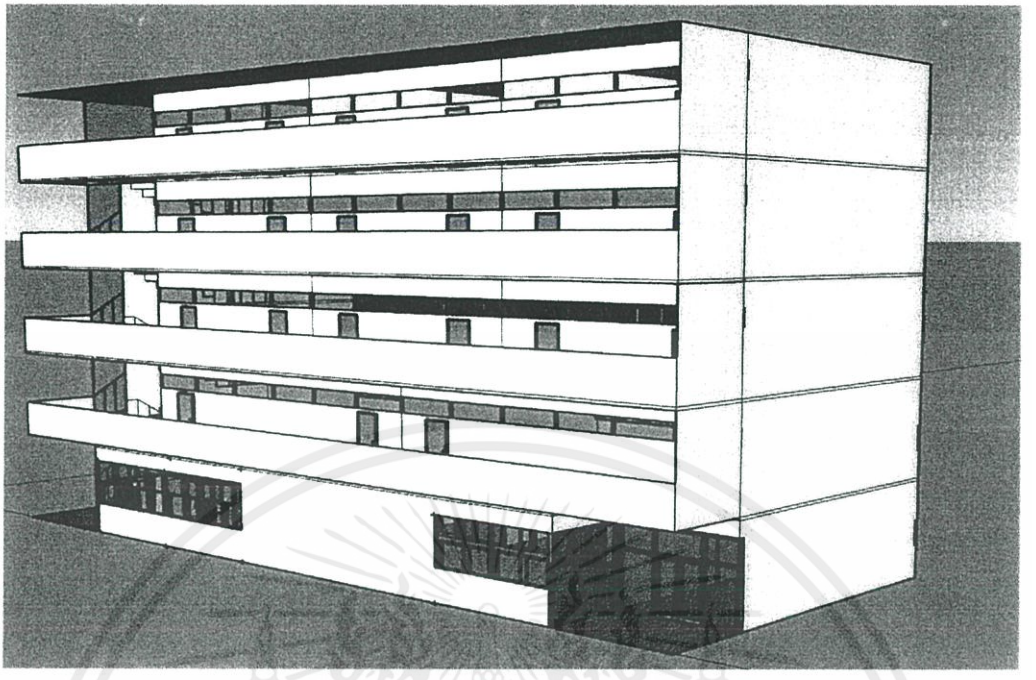


(ก) ด้านหน้า

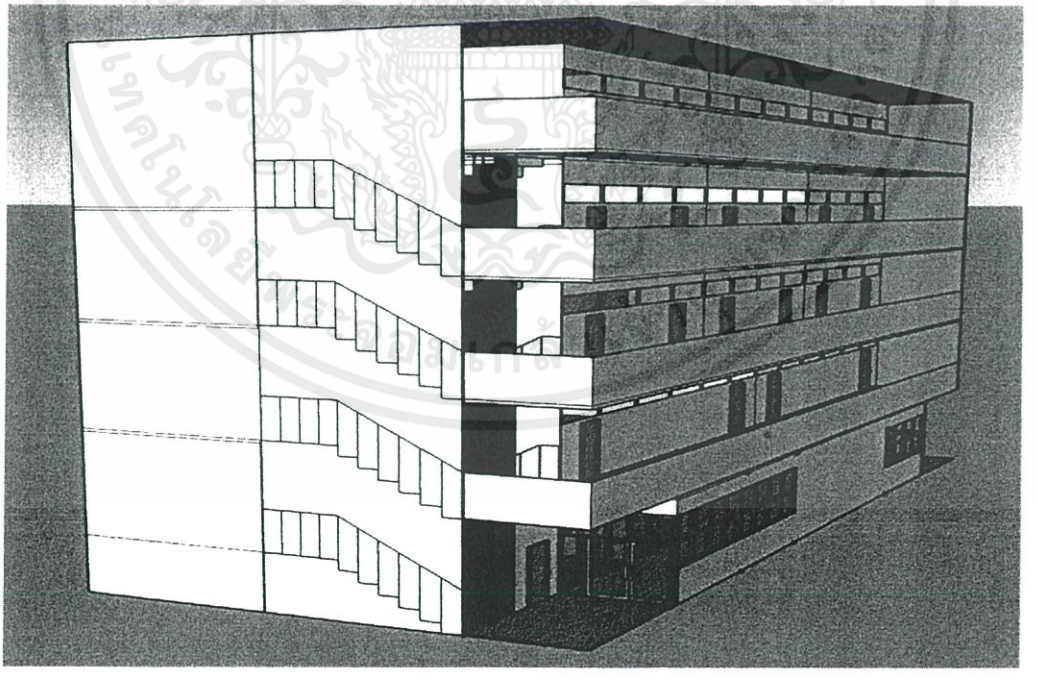


(ข) ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

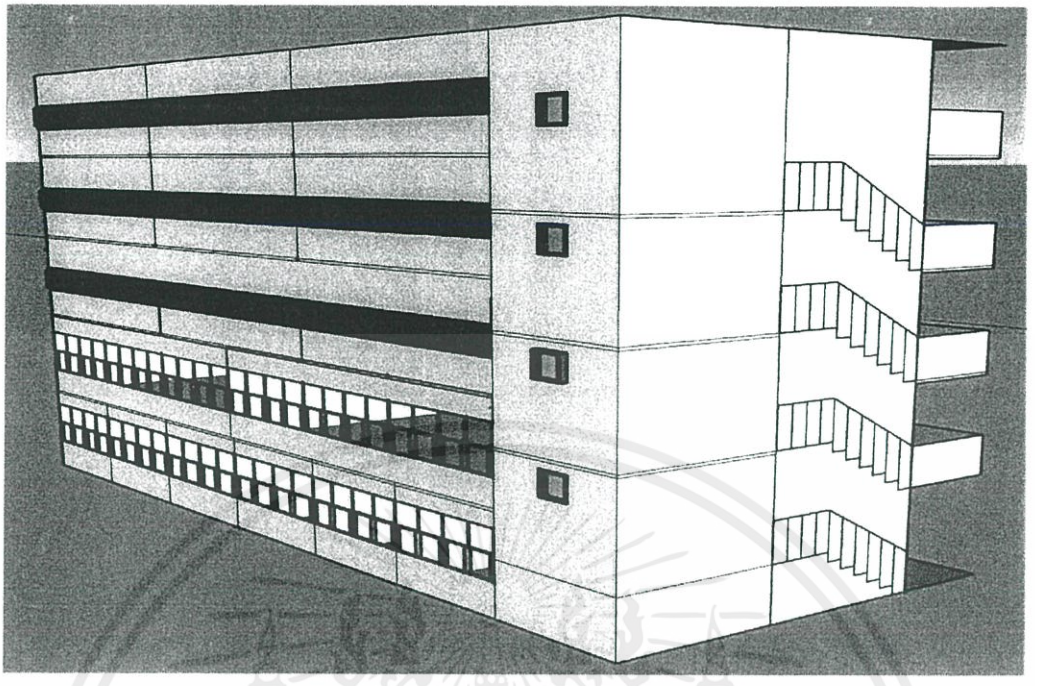


(ค) ด้านหน้าฝั่งขวา

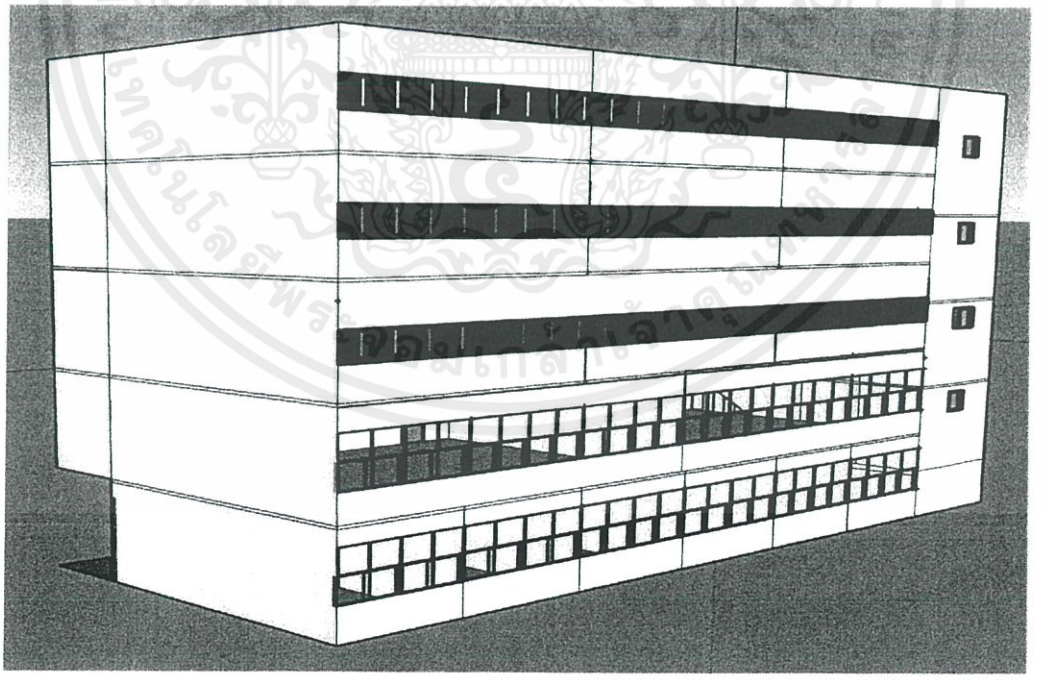


(ง) ด้านหน้าฝั่งซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ด้านหลังฝั่งขวา

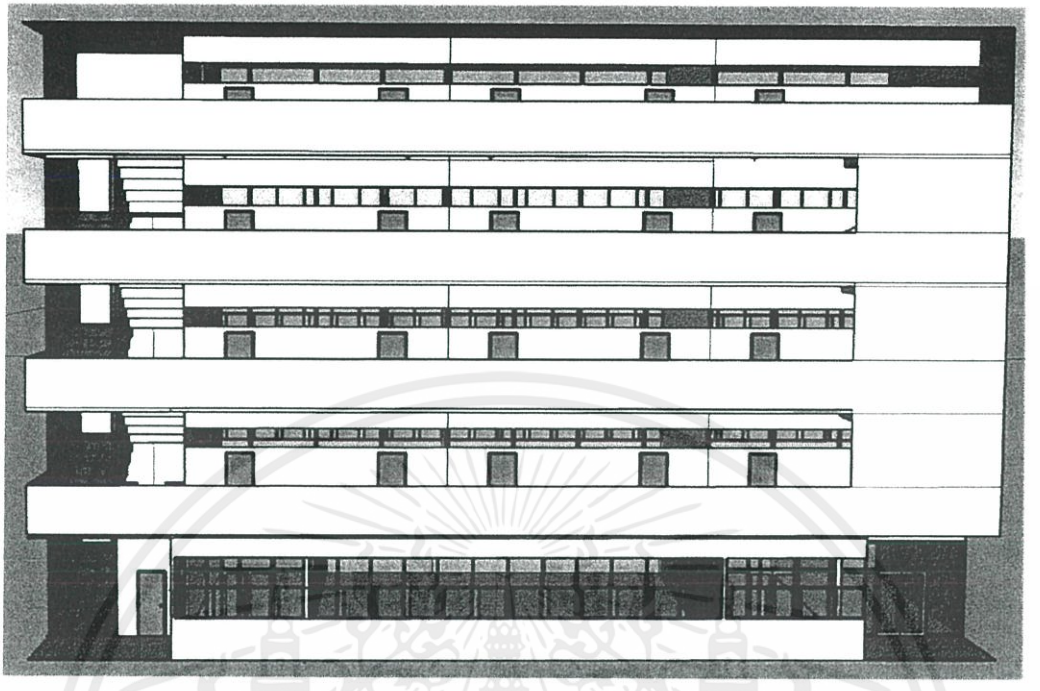


(ฉ) ด้านหลังฝั่งซ้าย

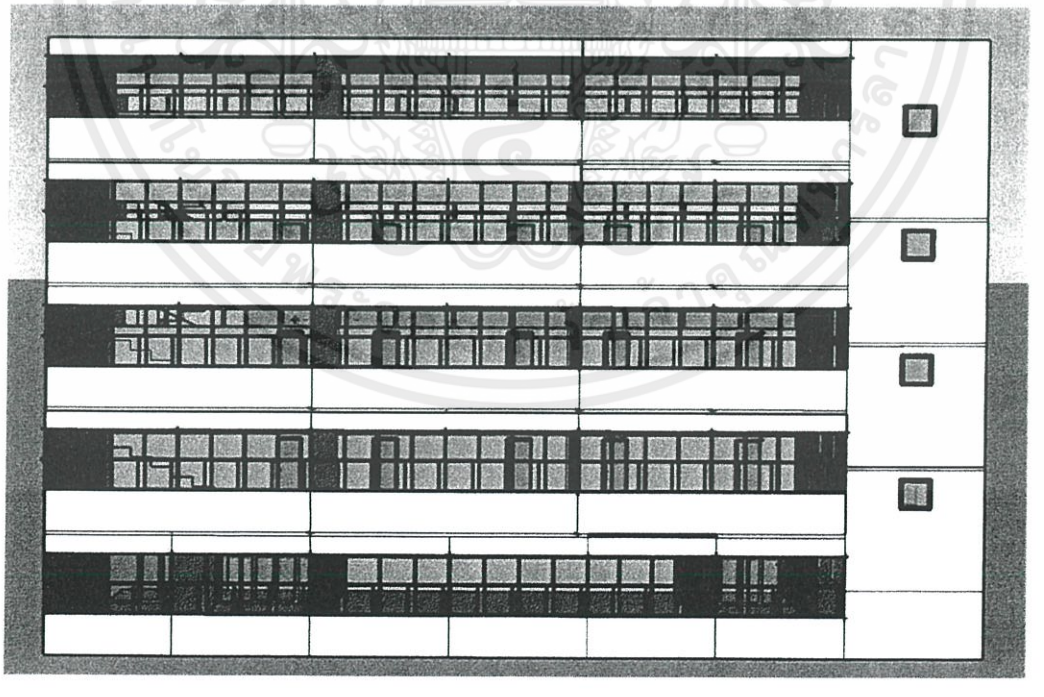
รูปที่ ข.3 ด้านต่าง ๆ ของอาคารเรียน 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1.3 อาคารเรียน 4

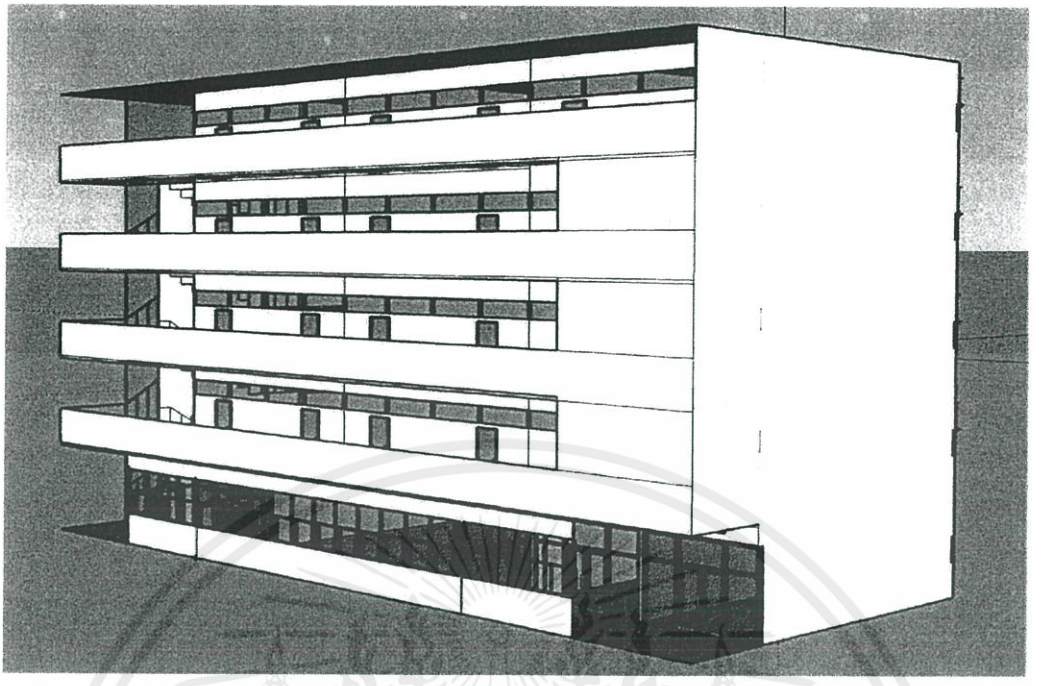


(ก) ด้านหน้า

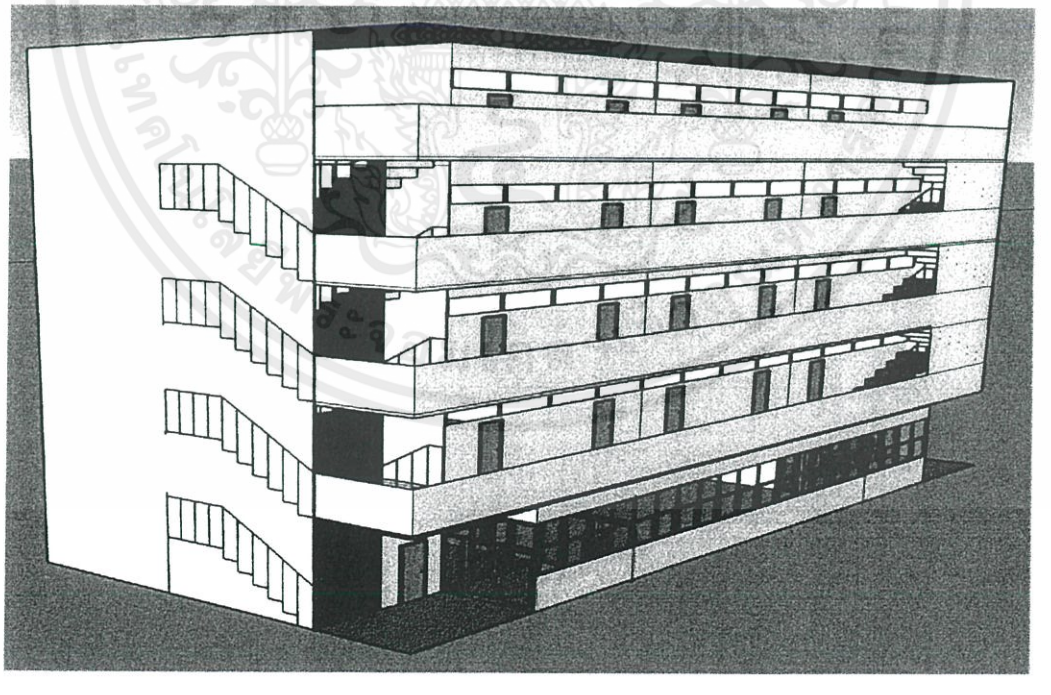


(ข) ด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

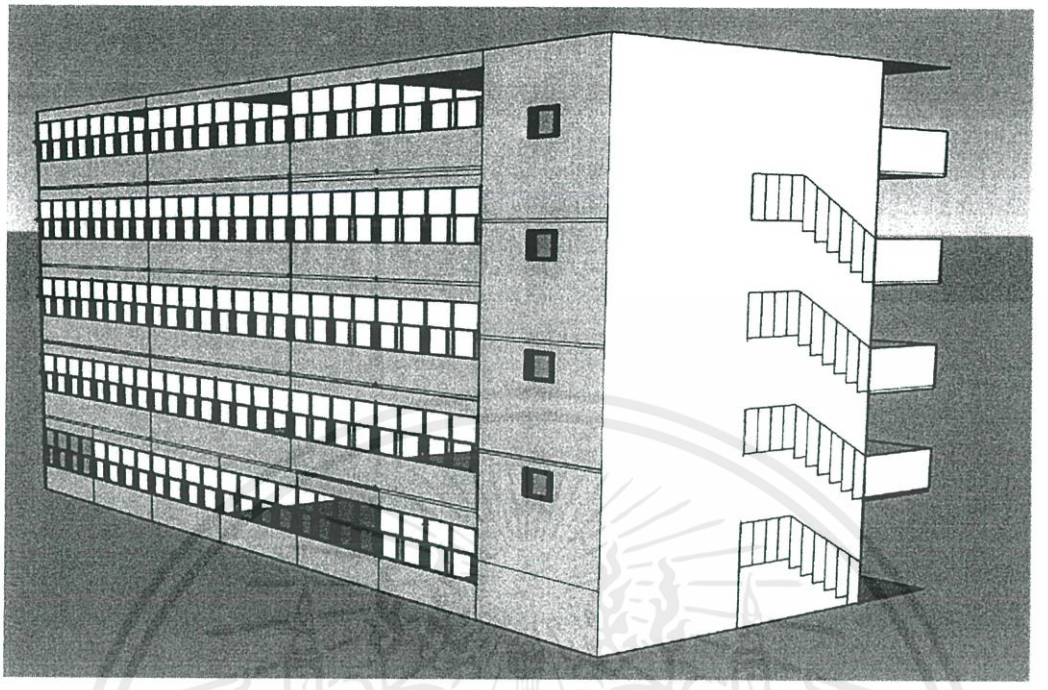


(ค) ด้านหน้าฝั่งขวา

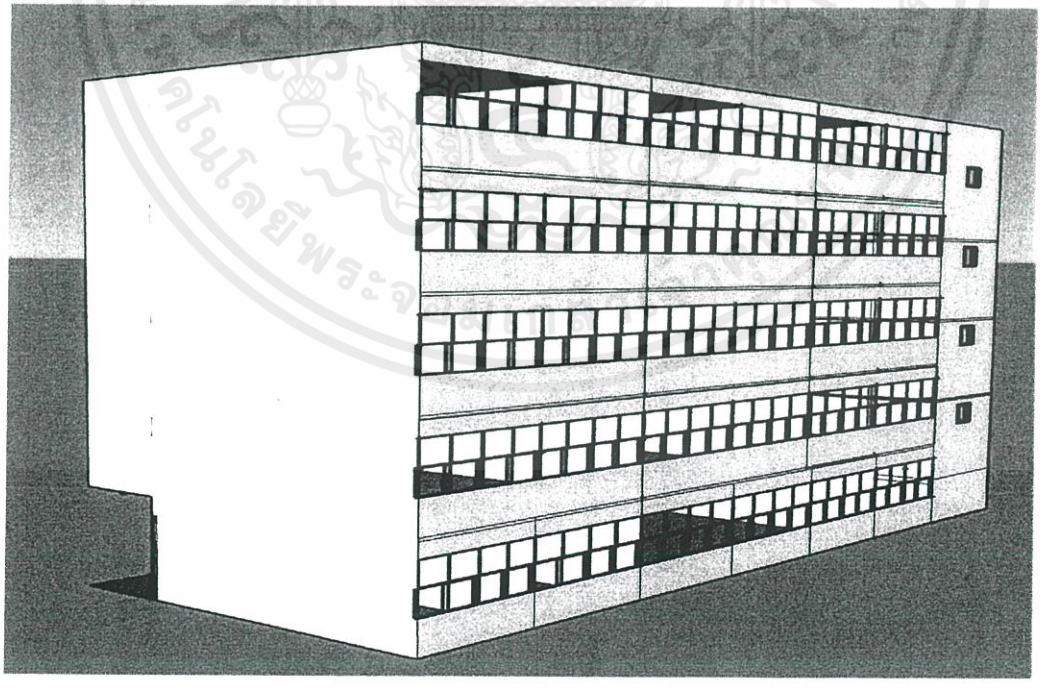


(ง) ด้านหน้าฝั่งซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ด้านหลังฝั่งขวา



(ฉ) ด้านหลังฝั่งซ้าย

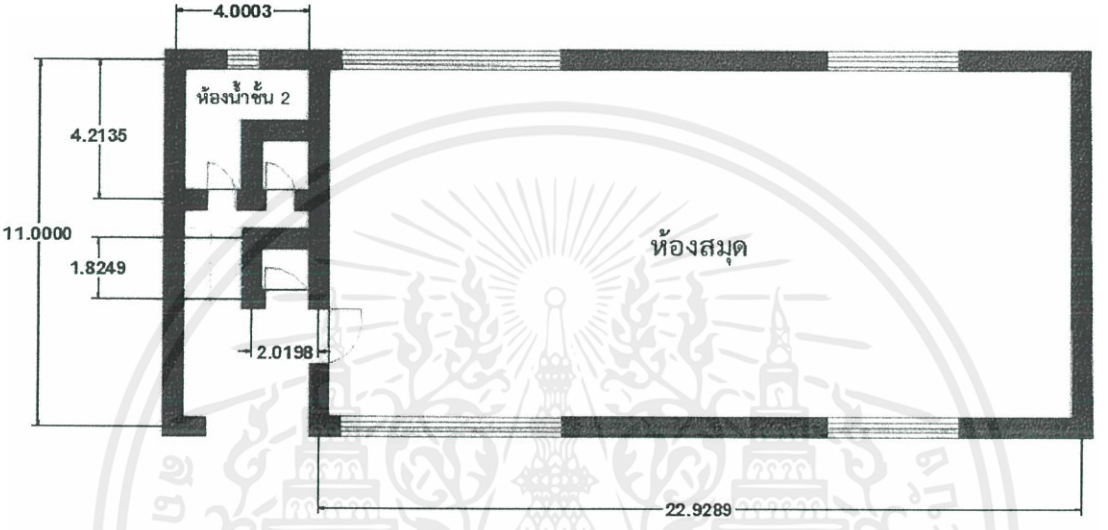
รูปที่ ข.4 ด้านต่าง ๆ ของอาคารเรียน 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

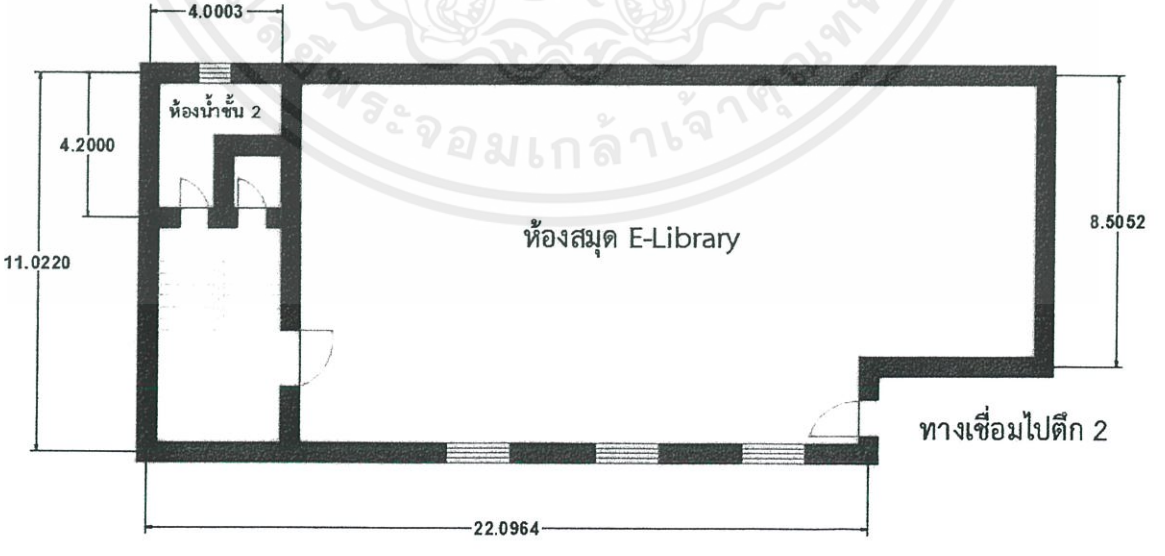
ข.2 การสร้างแบบจำลองอาคารเรียนโดยโปรแกรม AutoCAD

โปรแกรม AutoCAD เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถรองรับการทำงานได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เป็นซอฟต์แวร์ที่มีขีดความสามารถสูงในการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ นักออกแบบสามารถควบคุมการวาด และเปลี่ยนมุมมองได้ทุกทิศทาง

ข.2.1 อาคารเรียน 1

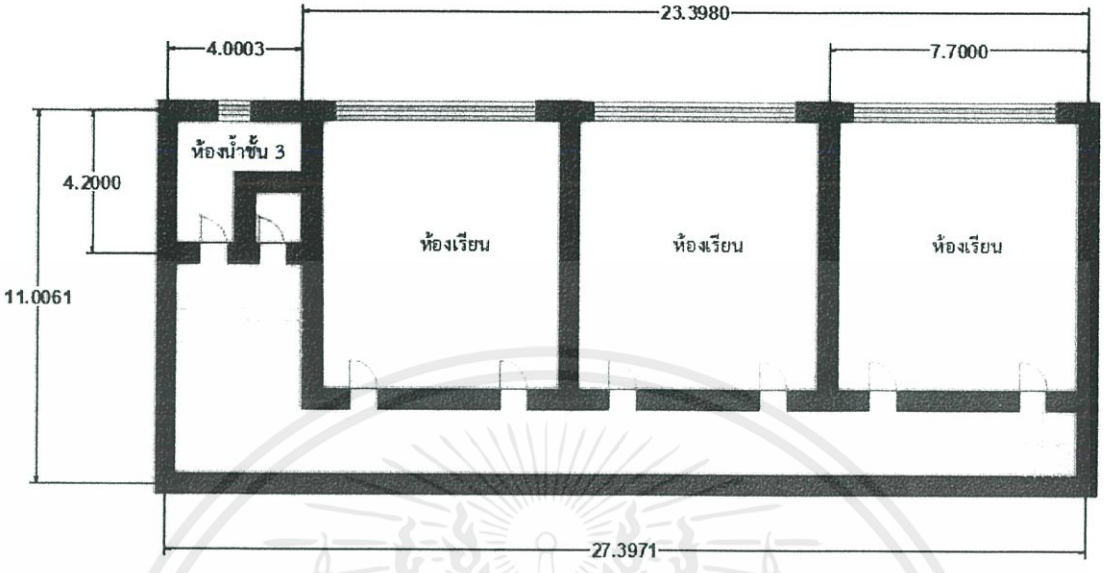


(ก) ชั้น 1

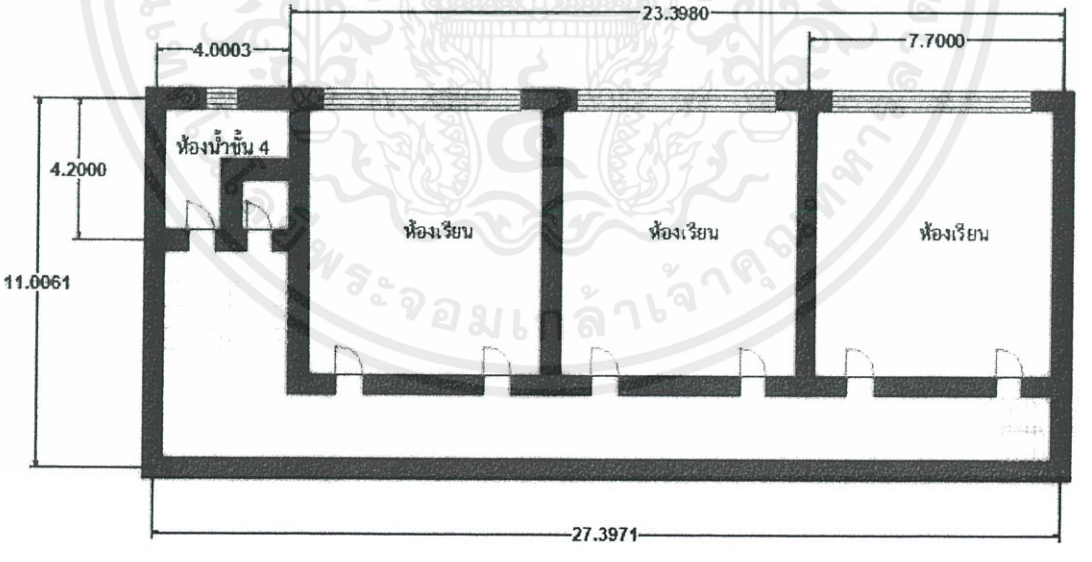


(ข) ชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

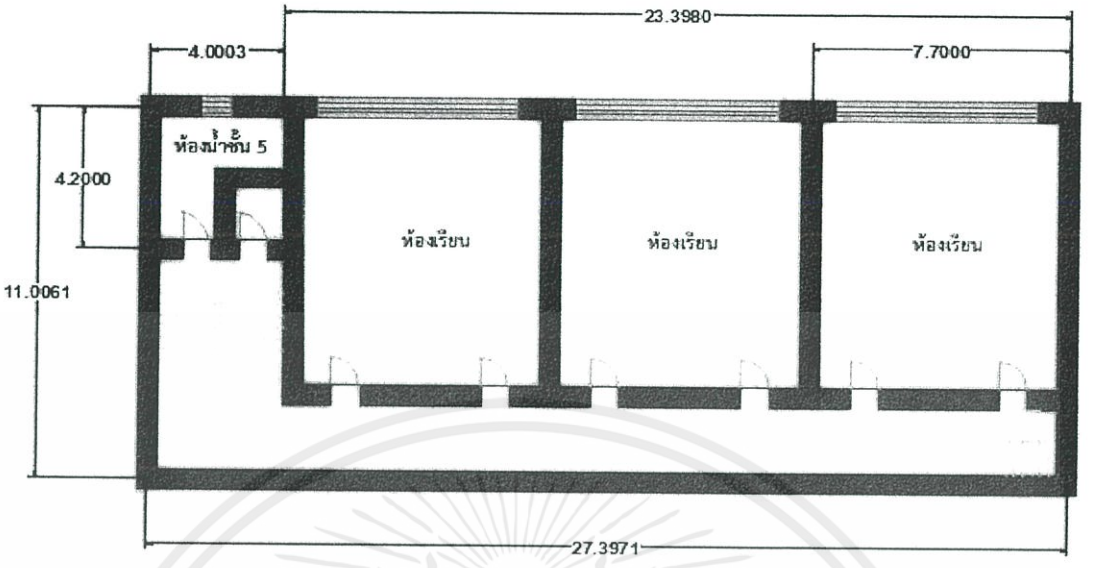


(ค) ชั้น 3



(ง) ชั้น 4

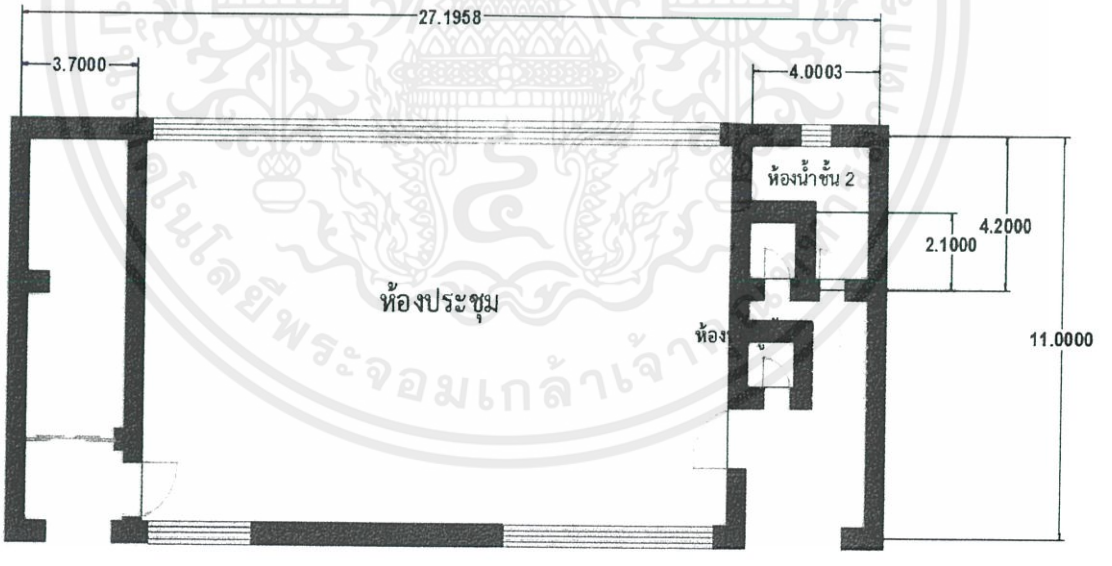
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ชั้น 5

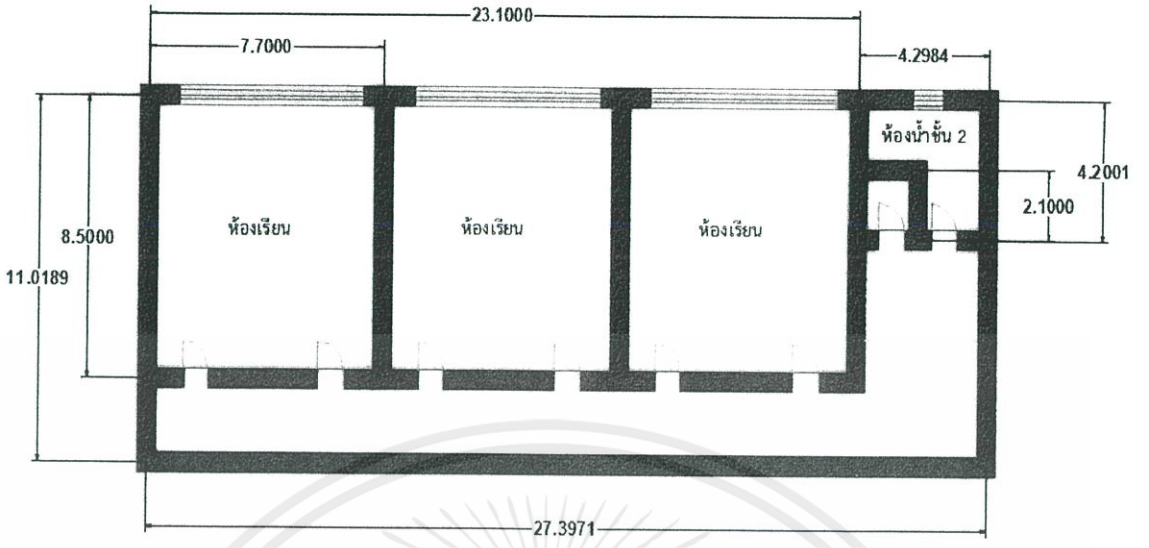
รูปที่ ข.5 แบบจำลองแต่ละชั้นของอาคารเรียน 1

ข.2.2 อาคารเรียน 2

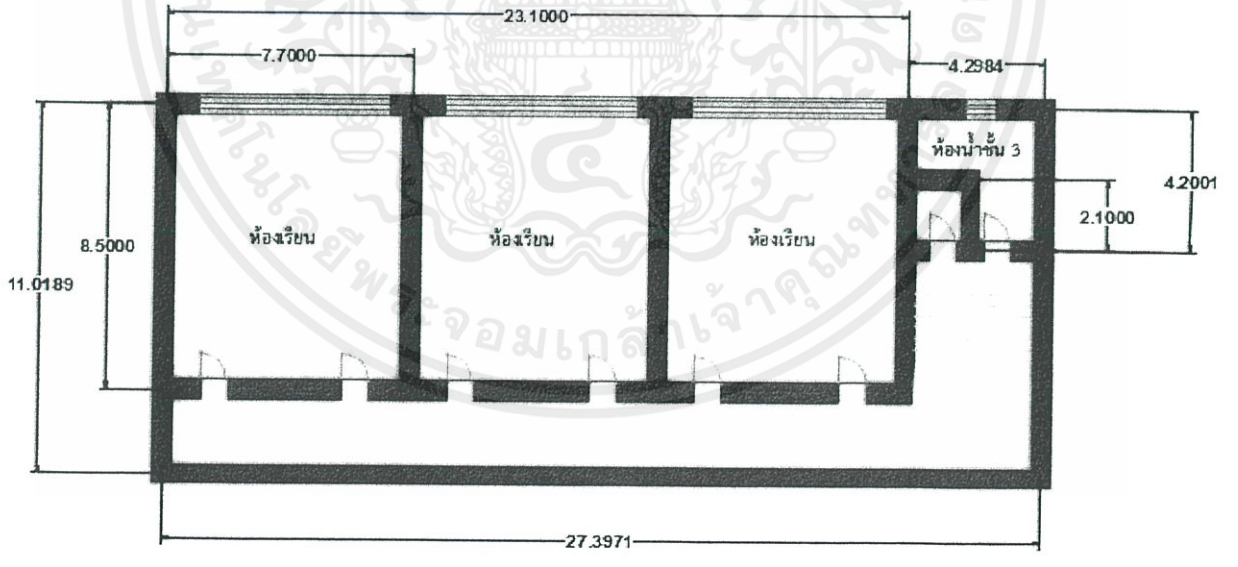


(ก) ชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

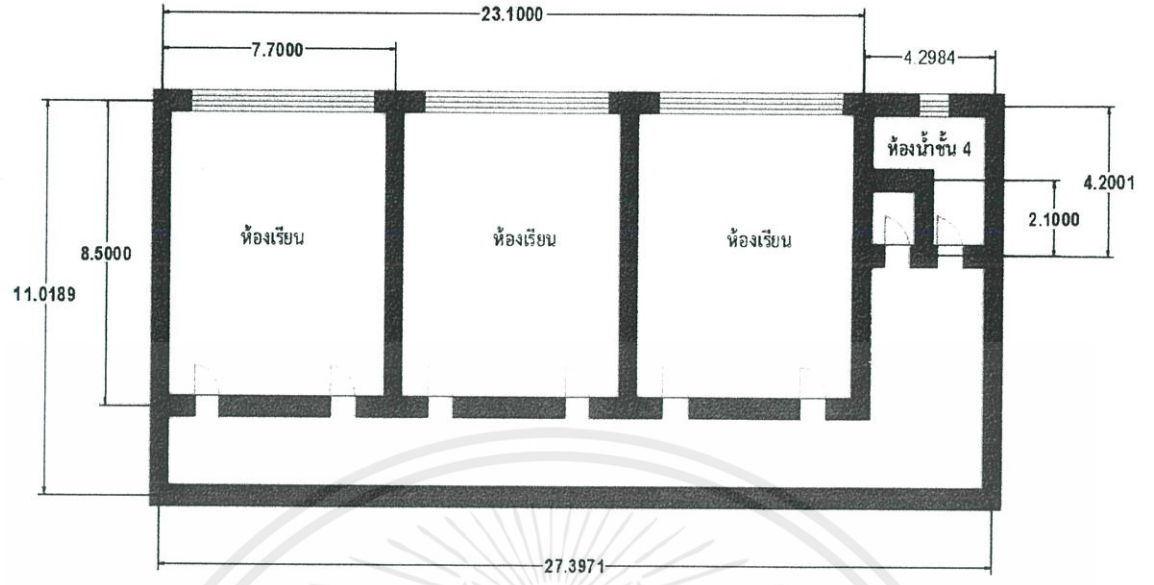


(ข) ชั้น 2

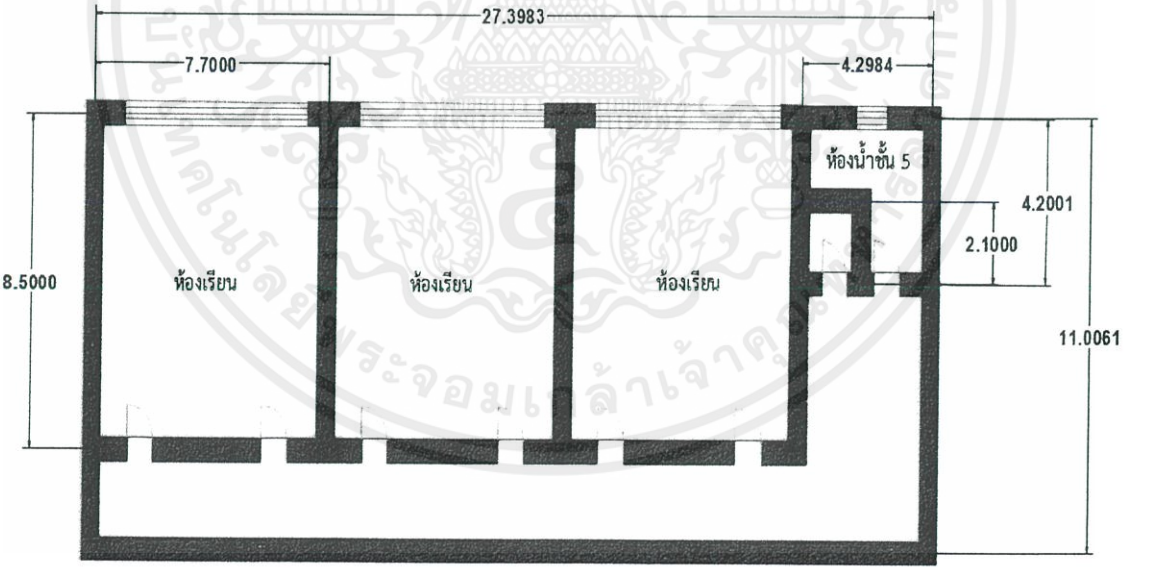


(ค) ชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) ชั้น 4

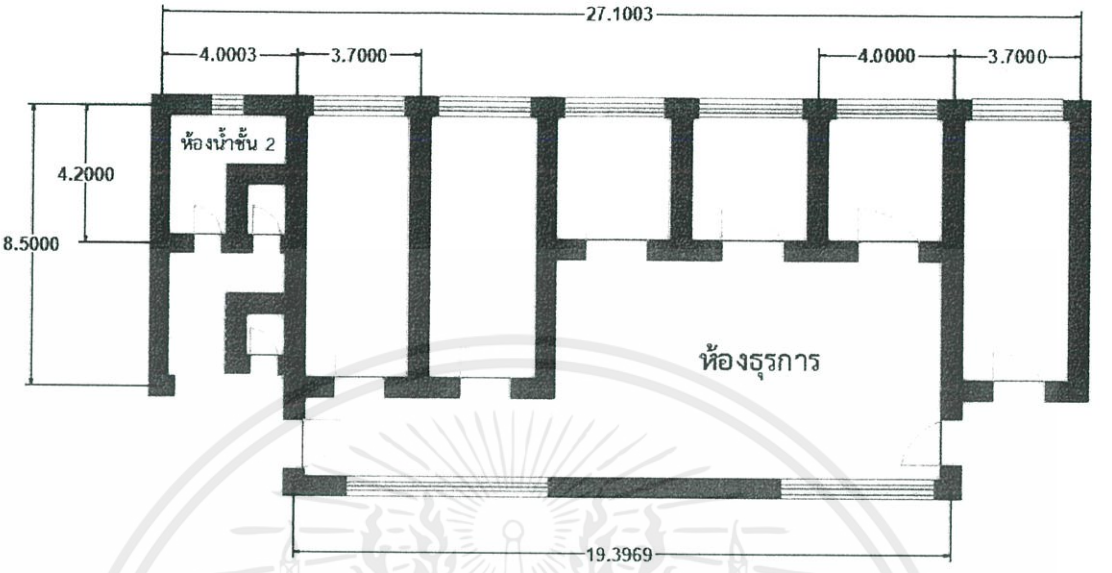


(จ) ชั้น 5

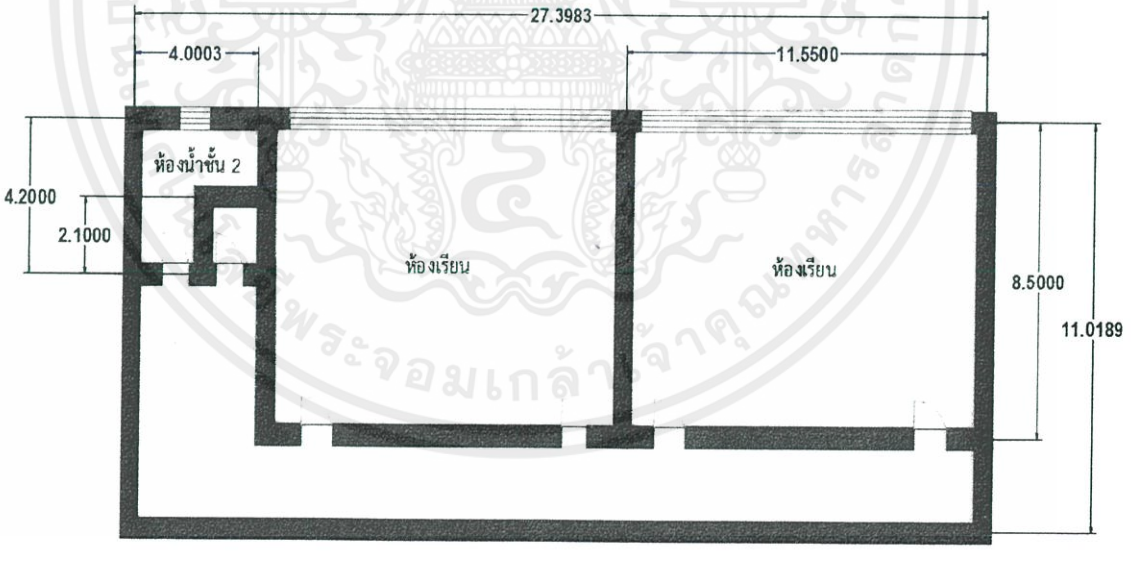
รูปที่ ข.6 แบบจำลองแต่ละชั้นของอาคารเรียน 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.2.3 อาคารเรียน 3

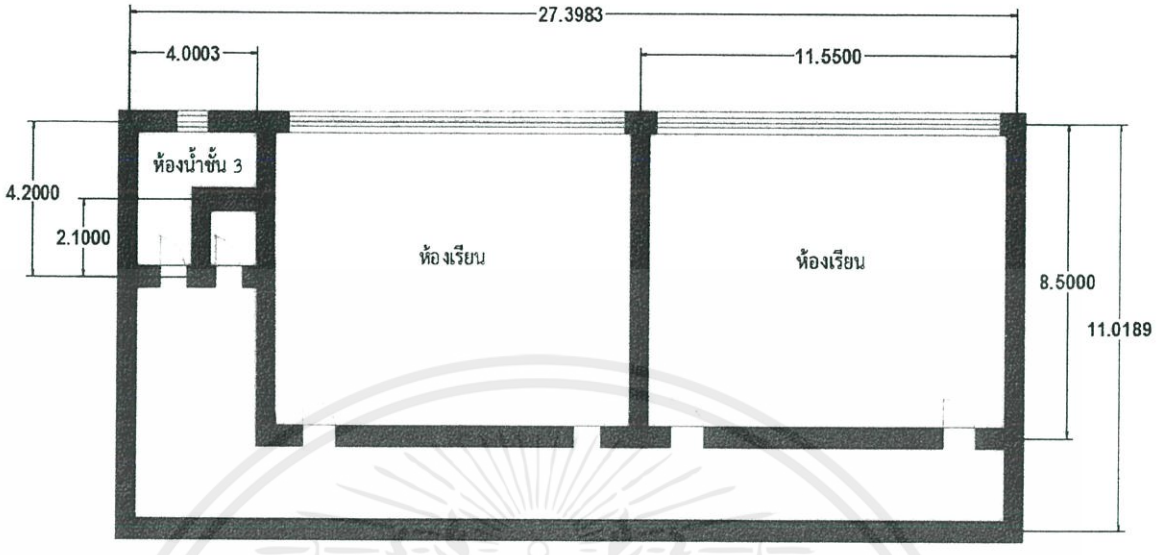


(ก) ชั้น 1

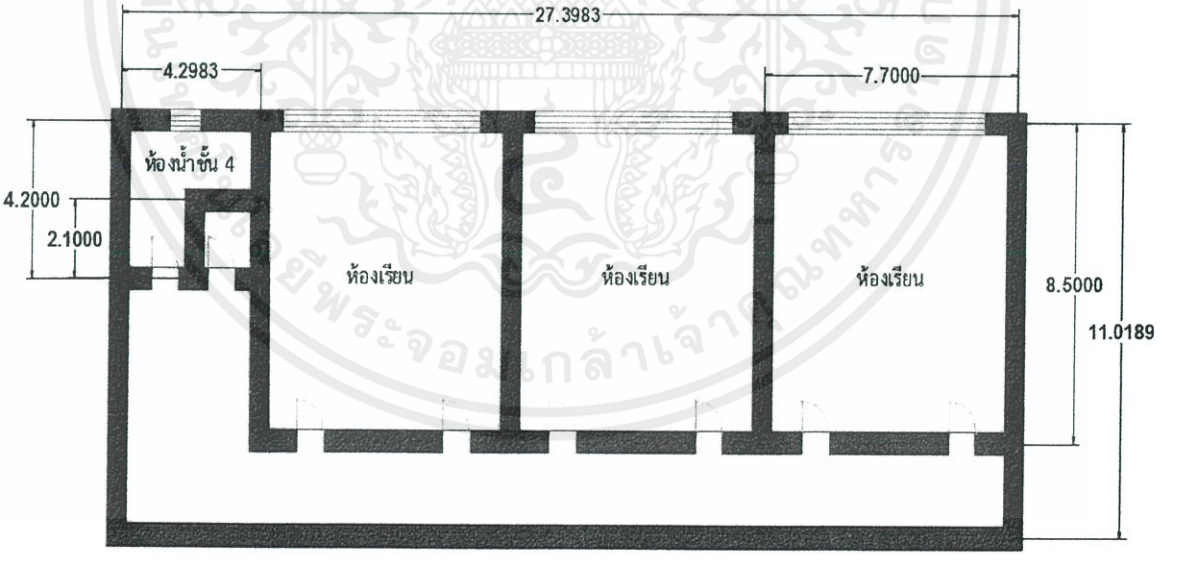


(ข) ชั้น 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

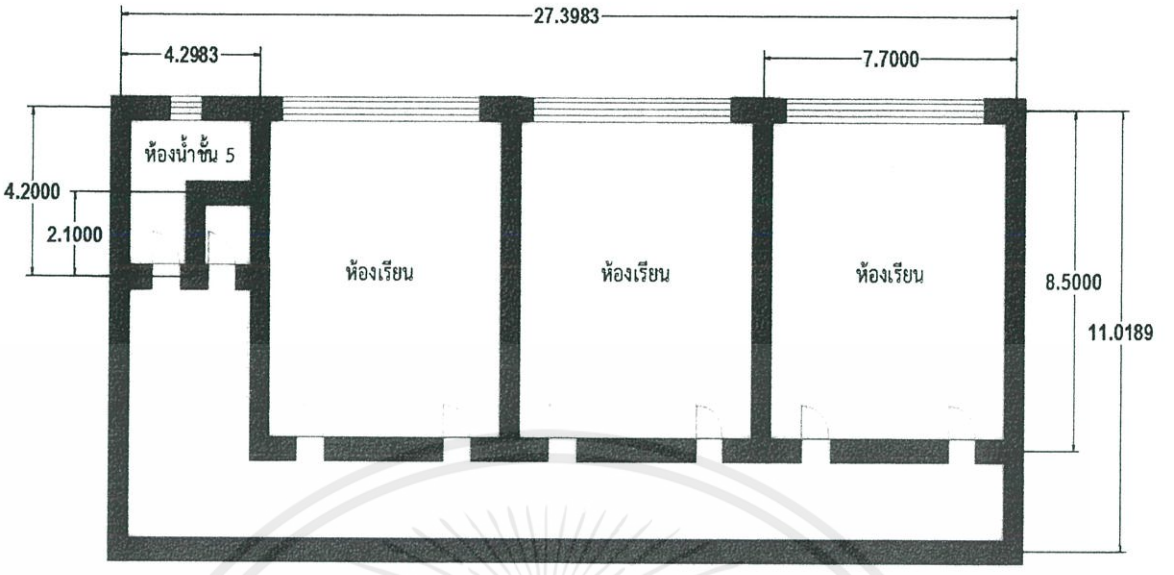


(ค) ชั้น 3



(ง) ชั้น 4

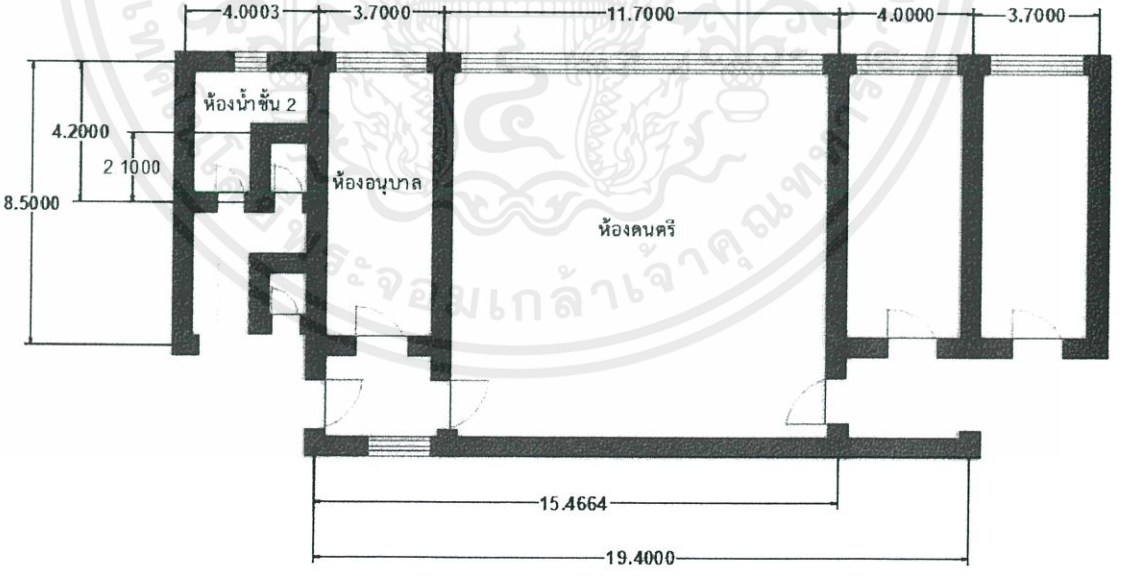
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) ชั้น 5

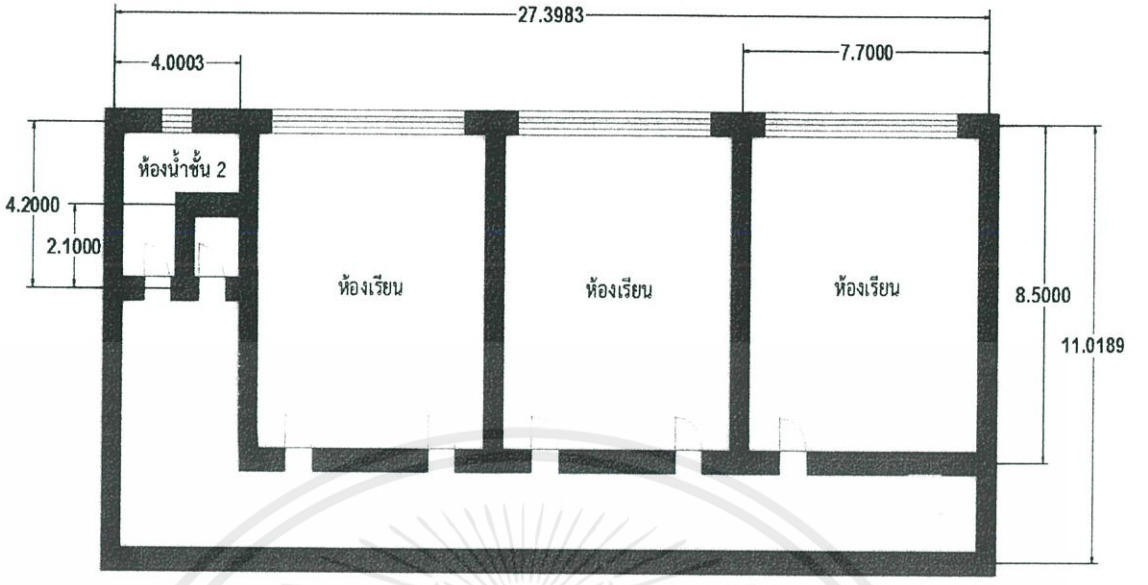
รูปที่ ข.7 แบบจำลองแต่ละชั้นของอาคารเรียน 3

ข.2.4 อาคารเรียน 4

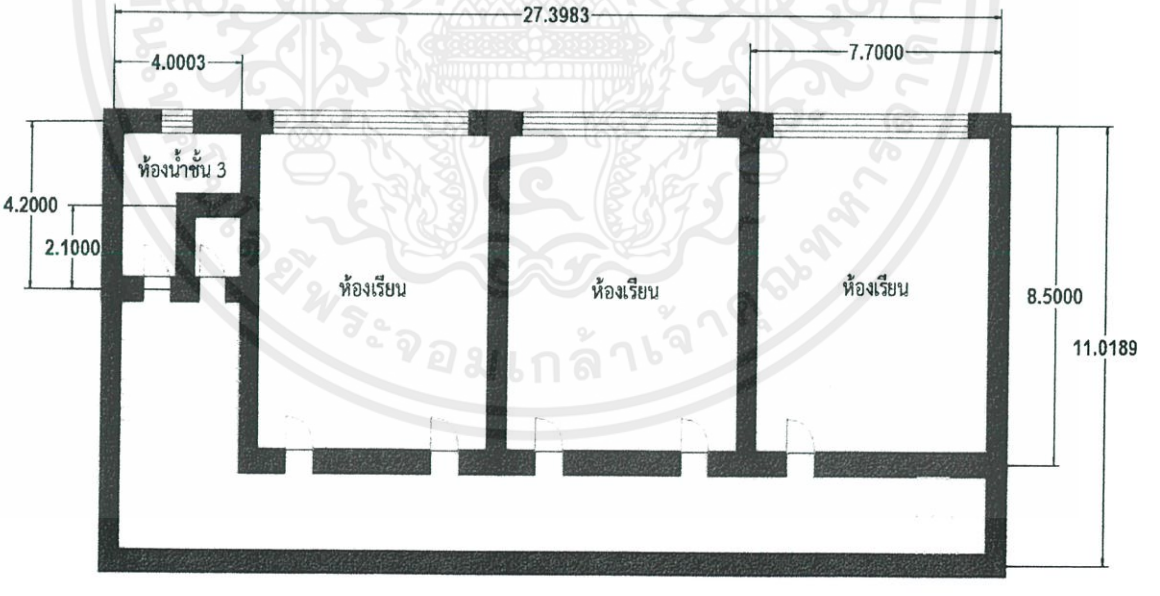


(ก) ชั้น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

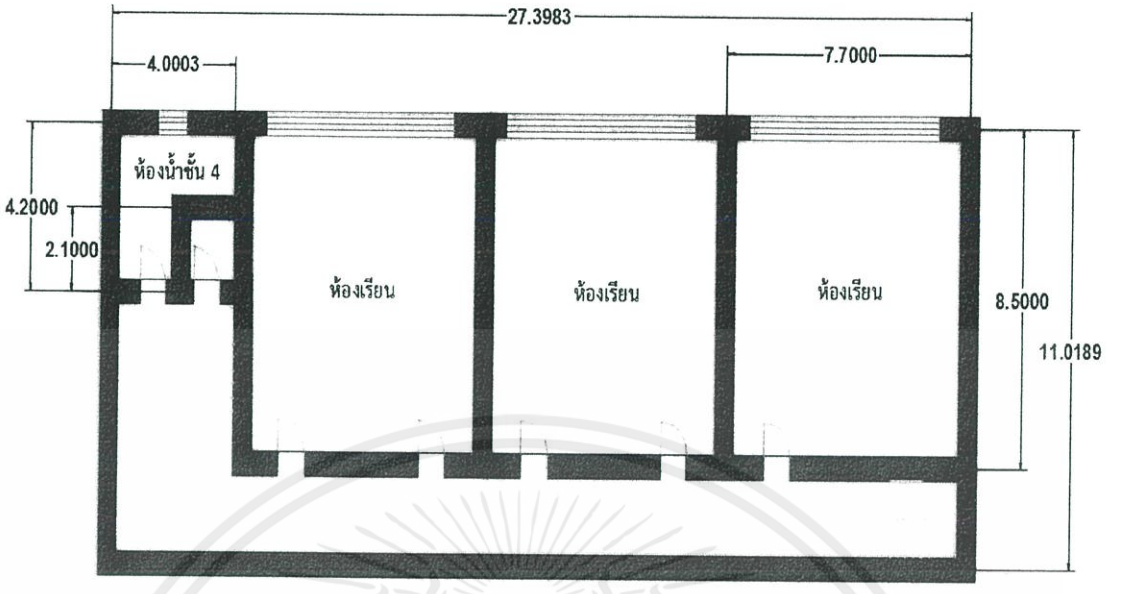


(ข) ชั้น 2

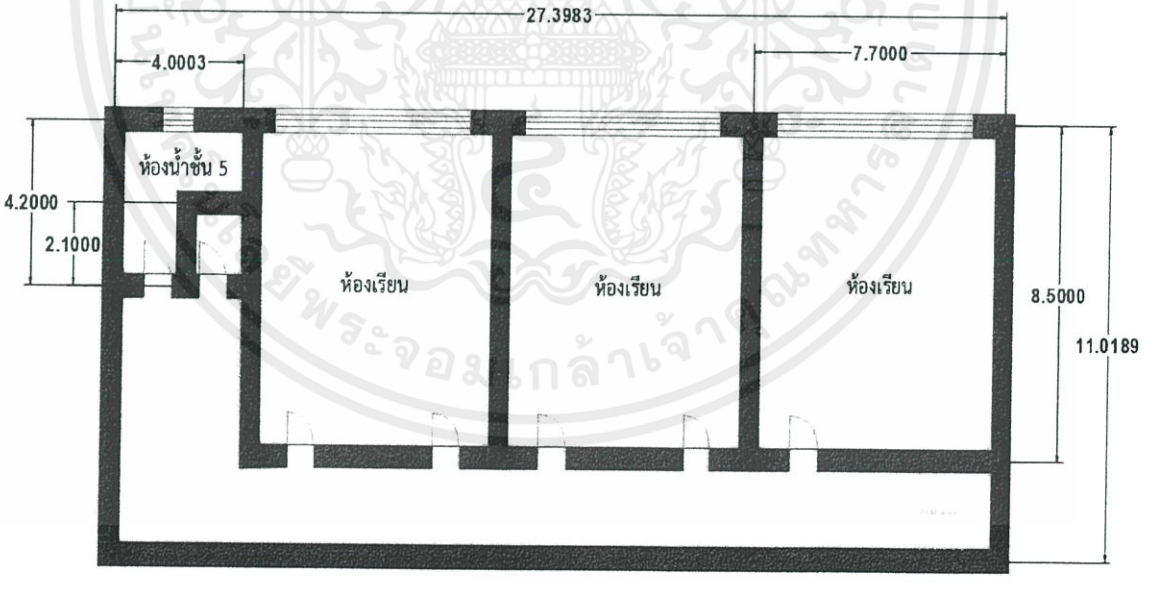


(ค) ชั้น 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) ชั้น 4



(จ) ชั้น 5

รูปที่ ข.8 แบบจำลองแต่ละชั้นของอาคารเรียน 4

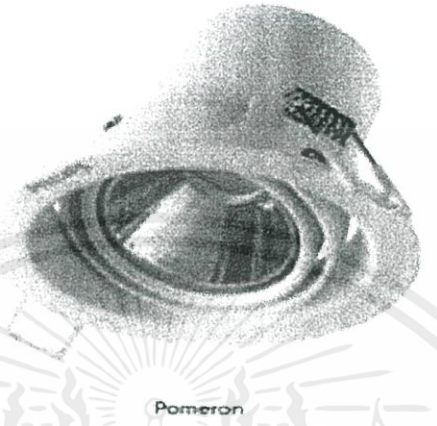
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค
ข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1 ข้อมูลของหลอดไฟที่นำมาปรับเปลี่ยน

ค.1.1 หลอดชนิด 59775 POMERON 070 5W 27K WH ที่ 310 ลูเมน



(ก) ลักษณะของหลอด

ข้อมูลจำเพาะ: Pomeron

สินค้า	แรงดันไฟฟ้า (โวลท์)	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ฟลักซ์ (ลูเมน)	อุณหภูมิสี (เคลวิน)	CRI ไม่น้อยกว่า	อายุ* (ชั่วโมง)	ราคาปลีก** (บาท)
59774 POMERON 070 3W 27K WH	220-240	3	190	2700	80	15,000	249.00
59774 POMERON 070 3W 40K WH	220-240	3	190	4000	80	15,000	249.00
59775 POMERON 070 5W 27K WH	220-240	5	310	2700	80	15,000	299.00
59775 POMERON 070 5W 40K WH	220-240	5	310	4000	80	15,000	299.00
59776 POMERON 070 7W 27K WH	220-240	7	450	2700	80	15,000	349.00
59776 POMERON 070 7W 40K WH	220-240	7	450	4000	80	15,000	349.00

* อายุการใช้งานที่ค่าความสว่าง 70% (L70)
** เป็นราคารวมภาษีมูลค่าเพิ่ม

ของลอยนิยม ในการปรับเปลี่ยนราคาข้างต้นโดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

(ข) ข้อมูลจำเพาะของหลอด

รูปที่ ค.1 หลอดชนิด 59775 POMERON 070 5W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.2 หลอดชนิด Essential LEDtube 1200mm 16W 840 T8 Range ที่ 1600 ลูเมน

(ก) ลักษณะของหลอด

ข้อมูลจำเพาะ Essential LED Tube

สินค้า	ขั้ว	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	พลังงาน (ลูเมน)	ความสว่าง (lm/watt)	อุณหภูมิสี (เคลวิน)	CRI ไม่น้อยกว่า	อายุ* (ชั่วโมง)	ปรับแสงได้	ราคาปลีก** (บาท)
Essential LEDtube 600mm 8W 840 T8 Range	G13	8	800	-	4000	80	30,000	ไม่ได้	500.00
Essential LEDtube 600mm 8W 865 T8 Range	G13	8	800	-	6500	80	30,000	ไม่ได้	500.00
Essential LEDtube 1200mm 16W 840 T8 Range	G13	16	1,600	-	4000	80	30,000	ไม่ได้	700.00
Essential LEDtube 1200mm 16W 865 T8 Range	G13	16	1,600	-	6500	80	30,000	ไม่ได้	700.00
Essential LEDtube 1200mm 20W 840 T8	G13	20	2,100	-	4000	80	30,000	ไม่ได้	800.00
Essential LEDtube 1200mm 20W 865 T8	G13	20	2,100	-	6500	80	30,000	ไม่ได้	800.00
Essential LEDtube 1500mm 25W 830 T8	G13	25	2,500	-	3000	80	30,000	ไม่ได้	1,200.00
Essential LEDtube 1500mm 25W 840 T8	G13	25	2,500	-	4000	80	30,000	ไม่ได้	1,200.00
Essential LEDtube 1500mm 25W 865 T8	G13	25	2,500	-	6500	80	30,000	ไม่ได้	1,200.00

* อายุการใช้งานที่คงความสว่าง 70% (L70)
** เป็นราคาแนะนำเท่านั้น

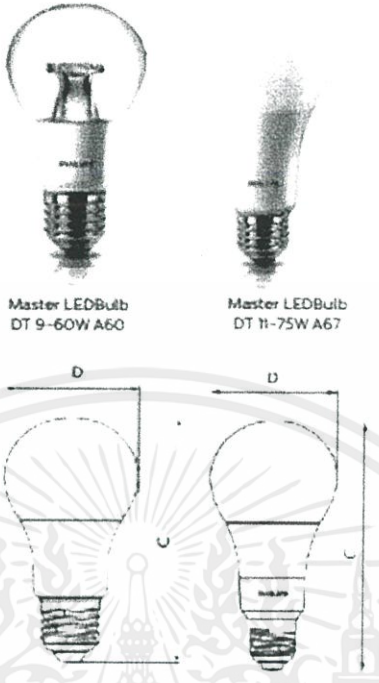
ยอดรวมสุทธิ ในการปรับราคาขึ้นลงตามค่าเงินบาทจะมีผลบังคับให้ทราบล่วงหน้า

(ข) ข้อมูลจำเพาะของหลอด

รูปที่ ค.2 หลอดชนิด Essential LEDtube 1200mm 16W 840 T8 Range

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.3 หลอดชนิด Master LEDbulb DT 15-100W E27 A67 FR ที่ 1521 ลูเมน



(ก) ลักษณะของหลอด

ข้อมูลจำเพาะ: Master LED Bulb

สินค้า	ขั้ว	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ฟลักซ์ (ลูเมน)	ความสว่าง (แคนเดลา)	อุณหภูมิสี (เคลวิน)	CRI ไม่น้อยกว่า	อายุ* (ชั่วโมง)	ปรับแสงได้	ราคาปลีก*** (บาท)
Master LEDbulb DT 8.5-60W E27 A60 CL	E27	8.5	806	-	2200 - 2700	80	25,000	ไม่	500.00
Master LEDbulb DT 11-75W E27 A67 FR	E27	11	1,055	-	2200 - 2700	80	25,000	ไม่	700.00
Master LEDbulb DT 15-100W E27 A67 FR	E27	15	1,521	-	2200 - 2700	80	25,000	ไม่	1,000.00

* อายุการใช้งานที่คงความสว่าง 70% (L70)
** คุณภาพในการปรับความสว่างขึ้นอยู่กับความเข้ากันได้ของหลอด และอุปกรณ์ปรับแสง
*** เป็นราคาแนะนำเท่านั้น

ยอดรวมสิทธิ์ ในการปรับแสงได้ราคาข้างต้นยังไม่รวมค่าจัดส่งโปรดสอบถามจากทางร้านค้าอีกครั้ง

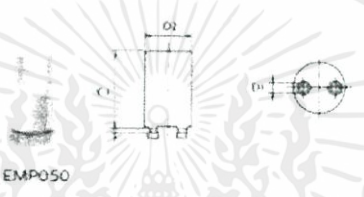
(ข) ข้อมูลจำเพาะของหลอด

รูปที่ ค.3 หลอดชนิด Master LEDbulb DT 15-100W E27 A67 FR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.1.4 หลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W840 T8 AP I ที่ 2500 ลูเมน

LED Tube



EMP050

(ก) ลักษณะของหลอด

ข้อมูลจำเพาะ: Master LED Tube

ชื่อรุ่น	ขั้ว	กำลังไฟฟ้า (วัตต์) (โดยประมาณ)	ฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ความสม่ำเสมอของแสง (ค่าเฉลี่ย)	อุณหภูมิสี (เคลวิน)	CRI (ค่าดัชนีความถูกต้องของสี)	อายุการใช้งาน* (ชั่วโมง)	ปรับหรี่แสงได้	ราคาปลีก** (บาท)
Master LEDTube 600 mm 10W B40 T8 Wide Voltage Range	G13	10	1,050		4000	80	40,000	ไม่ได้	900.00
Master LEDTube 600 mm 10W B65 T8 Wide Voltage Range	G13	10	1,050	-	6500	80	40,000	ไม่ได้	900.00
Master LEDTube 1200 mm 18W B40 T8 Wide Voltage Range	G13	18	2,100		4000	80	40,000	ไม่ได้	1,100.00
Master LEDTube 1200 mm 18W B65 T8 Wide Voltage Range	G13	18	2,100	-	6500	80	40,000	ไม่ได้	1,100.00
Master LEDtube 600mm HO 8W B30 T8	G13	8	1,050		3000	80	50,000	ไม่ได้	800.00
Master LEDtube 600mm HO 8W B40 T8	G13	8	1,050	-	4000	80	50,000	ไม่ได้	800.00
Master LEDtube 600mm HO 8W B65 T8	G13	8	1,050		6500	80	50,000	ไม่ได้	800.00
Master LEDtube 1200mm HO 14W B30 T8	G13	14	2,100	-	3000	80	50,000	ไม่ได้	1,000.00
Master LEDtube 1200mm HO 14W B40 T8	G13	14	2,100		4000	80	50,000	ไม่ได้	1,000.00
Master LEDtube 1200mm HO 14W B65 T8	G13	14	2,100	-	6500	80	50,000	ไม่ได้	1,000.00
Master LEDtube 1500mm HO 20W B30 T8	G13	20	2,500		3000	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1500mm HO 20W B40 T8	G13	20	2,500	-	4000	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1500mm HO 20W B65 T8	G13	20	2,500		6500	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1200mm UO 16W B30 T8	G13	16	2,300	-	3000	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1200mm UO 16W B40 T8	G13	16	2,500		4000	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1200mm UO 16W B65 T8	G13	16	2,500	-	6500	80	50,000	ไม่ได้	1,300.00
Master LEDtube 1500mm UO 24W B30 T8	G13	24	3,400		3000	80	50,000	ไม่ได้	1,500.00
Master LEDtube 1500mm UO 24W B40 T8	G13	24	3,700	-	4000	80	50,000	ไม่ได้	1,500.00
Master LEDtube 1500mm UO 24W B65 T8	G13	24	3,700		6500	80	50,000	ไม่ได้	1,500.00

* อายุการใช้งานที่ค่าความสว่าง 70% (L70)

** เป็นราคาระบุเท่านั้น

(ข) ข้อมูลจำเพาะของหลอด

รูปที่ ค.4 หลอดชนิด MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W840 T8 AP I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.2 การเปรียบเทียบหลอดไฟ

ตารางที่ ค.1 การเปรียบเทียบหลอดไฟแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ	ชนิดหลอด2019	ขนาด (Watt)	ราคา (บาท)
Lumax	-	-	-
	ED ECO BULB 15W DAYLIGHTL E27 LUMAX	15	159
	EcosaveT8-1800LM765/18W/MovingSensor	18	359
	-	-	-
phillips	59775 POMERON 070 5W 27K WH	5	299
	Master LEDbulb DT 15-100W E27 A67 FR	15	1,000
	Essential LEDtube 1200mm 16W 840 T8 Range	16	700
	MSTR TLED INT PERF 1200mm 16W840 T8 AP I	16	1,300
lamptan	LED Spotlight (Circle)	7	159
	Lamptan LED Bright 15W DAYLIGHT E27	15	495
	Lamptan LED Tube T8 Gloss 18W Daylight	18	139
	Lamptan LED Tube T8 18W Daylight	18	599

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค.3 การเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ

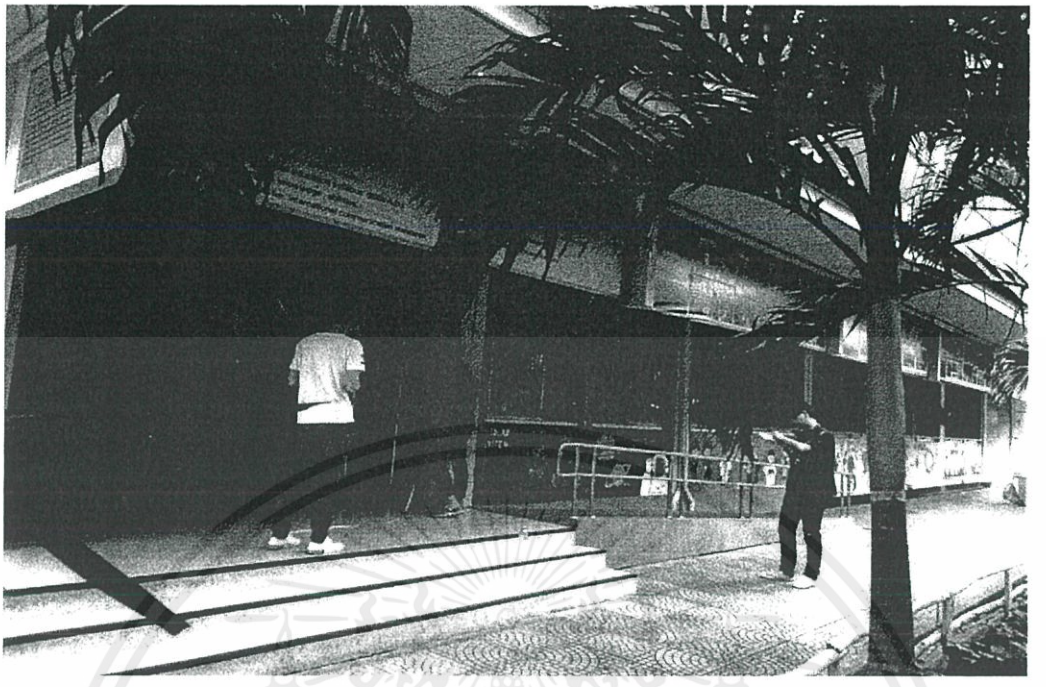
ตารางที่ ค.2 เปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศแต่ละยี่ห้อ

ยี่ห้อ / พารา-มิเตอร์	Daikin	Carrier	Mitsubishi	LG	York	Amena	Eminent	Star air
ราคาต่อเครื่อง (บาท)	54,600	53,900	54,400	62,400	59,900	42,800	47,000	47,500
SEER (btu/hr/w)	19.30	17.40	16.89	14.60	18.49	12.58	13.33	16.21
Cooling Capacity (btu/hr)	36,170	34,000	36,167	36,000	36,094	37,191	36,100	37,800
ค่าไฟต่อปี (บาท)	16,867	17,586	19,272	22,192	17,569	26,607	24,374	20,987
กำไรต่อปี (บาท)	329,330	315,662	283,633	228,156	315,994	144,263	186,702	251,046
DPP (ปี)	3.32	3.43	3.87	5.64	3.82	6.15	5.16	3.81
NPV (บาท)	1,799,920	1,696,190	1,413,440	791,451	1,587,804	438,434	722,952	1,263,095
IRR	29%	28%	24%	14%	25%	12%	16%	25%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การสำรวจโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

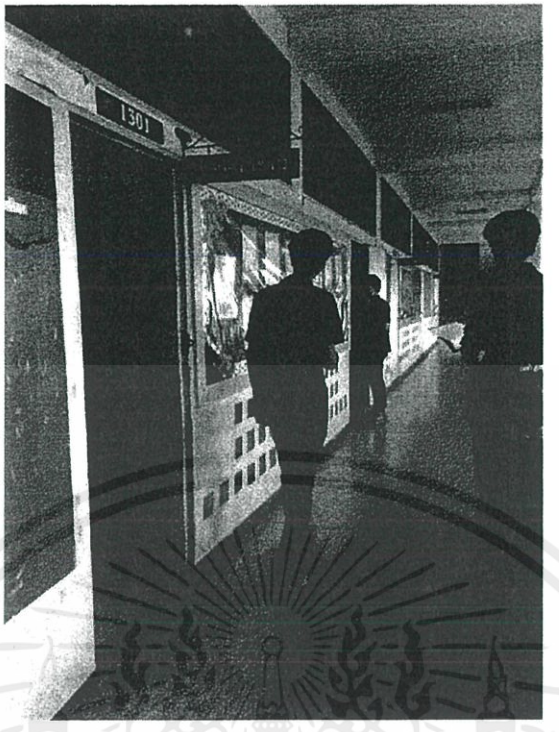
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



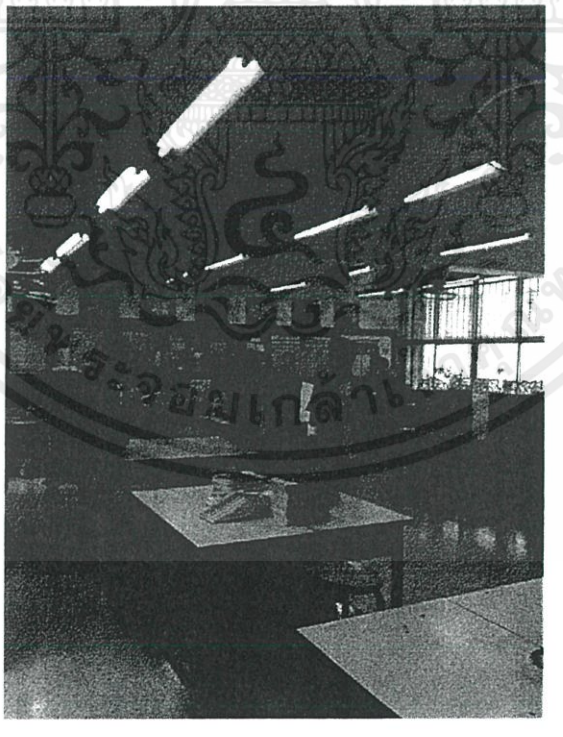
รูปที่ ง.1 วัดอาคาร และจดบันทึกข้อมูล

รูปที่ ง.2 วัดขนาดบันไดของอาคาเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

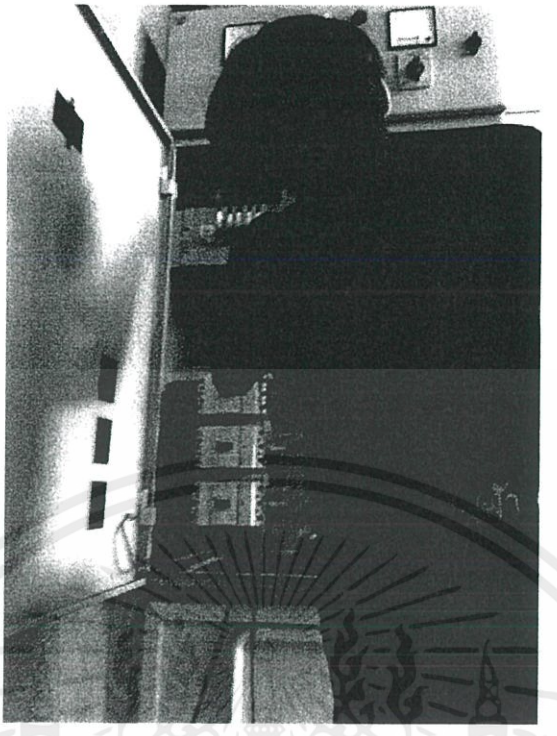


รูปที่ ง.3 วัดขนาดตามห้องเรียนต่าง ๆ

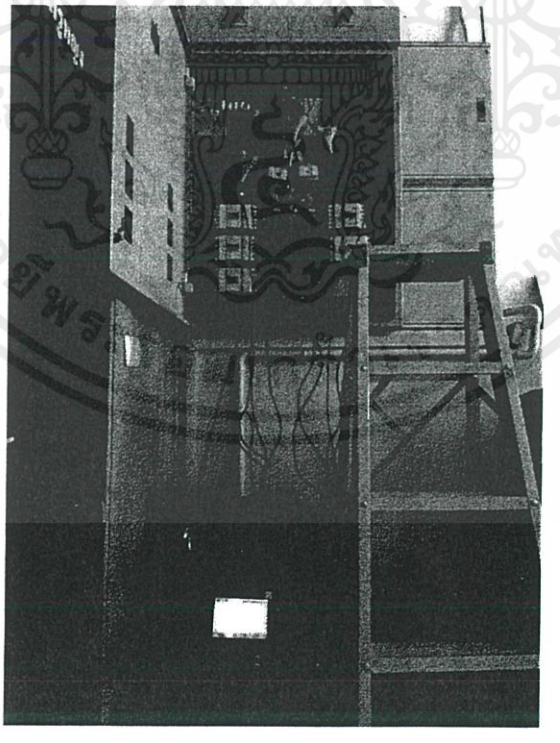


รูปที่ ง.4 สำรวจอุปกรณ์ในห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

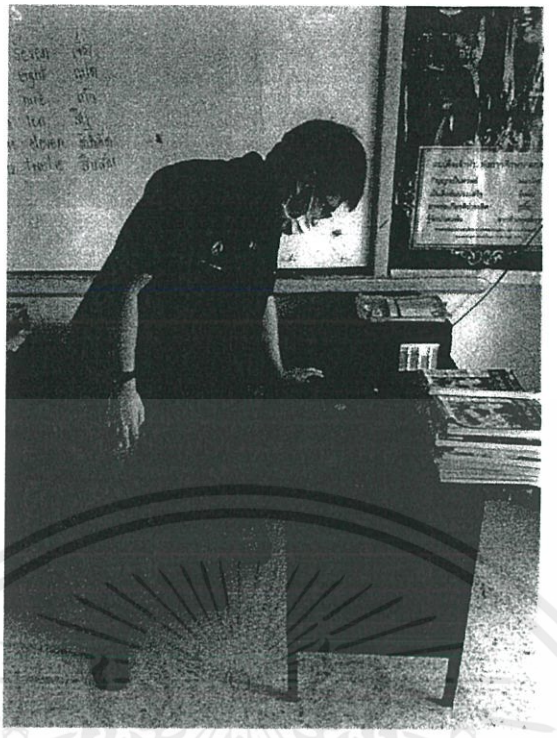


รูปที่ ง.5 ติดตั้งสายเพื่อต่อกับเครื่องวัด



รูปที่ ง.6 ติดตั้งเครื่องมือวัดพลังงานไฟฟ้า

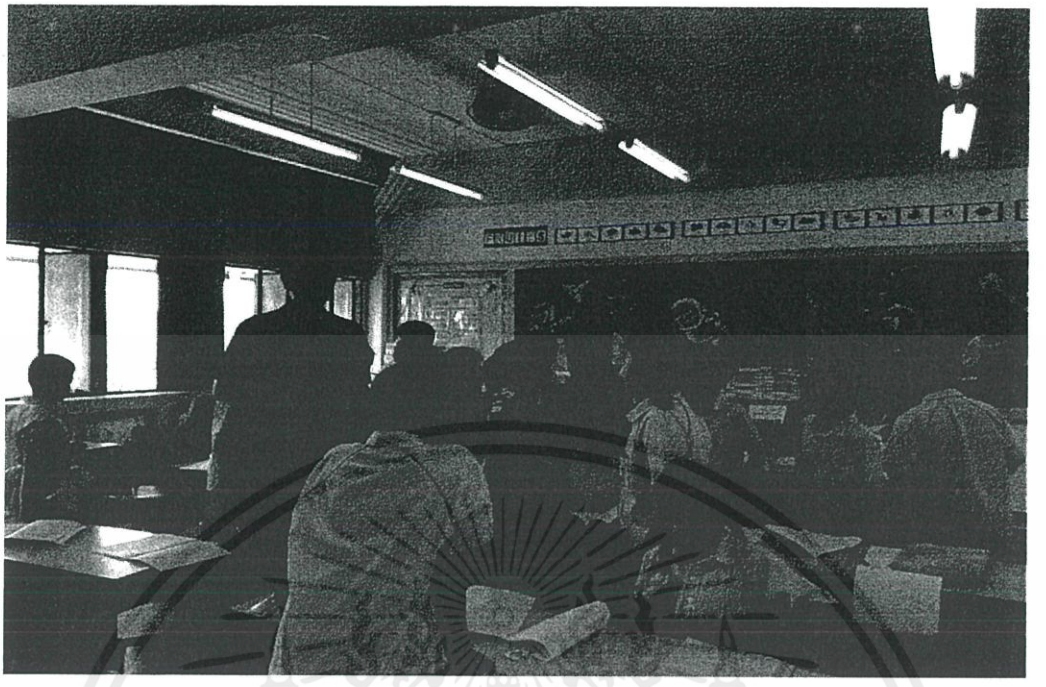
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.7 วัดค่าความส่องสว่างบนโต๊ะเรียน

รูปที่ ง.8 วัดค่าความส่องสว่างภายในห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



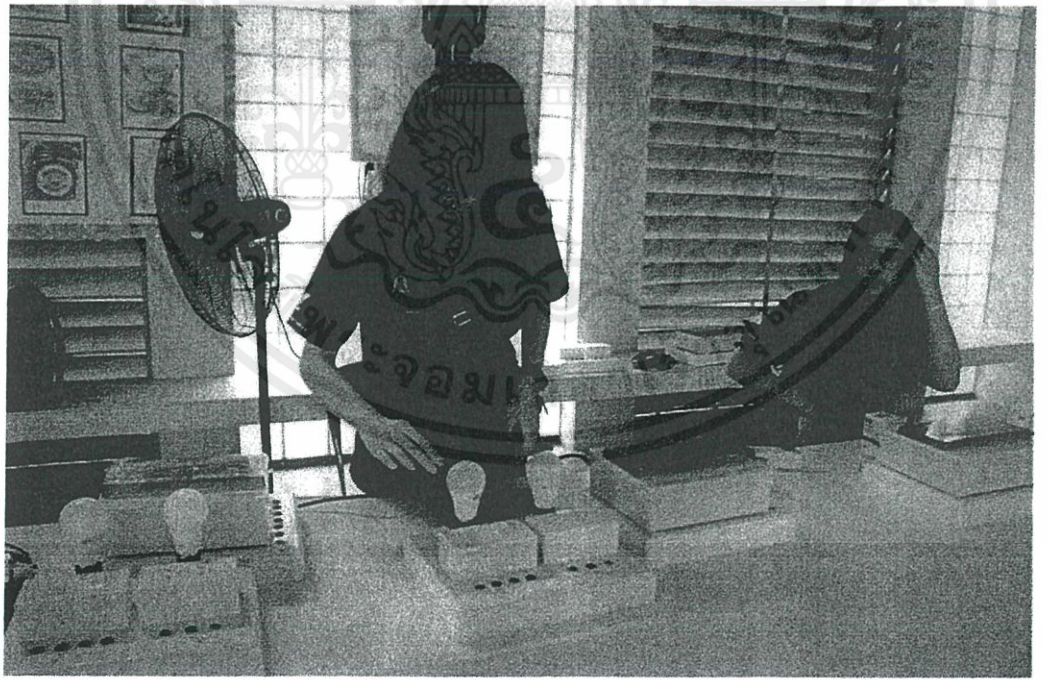
รูปที่ ง.9 ให้ความรู้เรื่องเครื่องมือวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ
กิจกรรมส่งเสริมจิตสำนึก
ด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

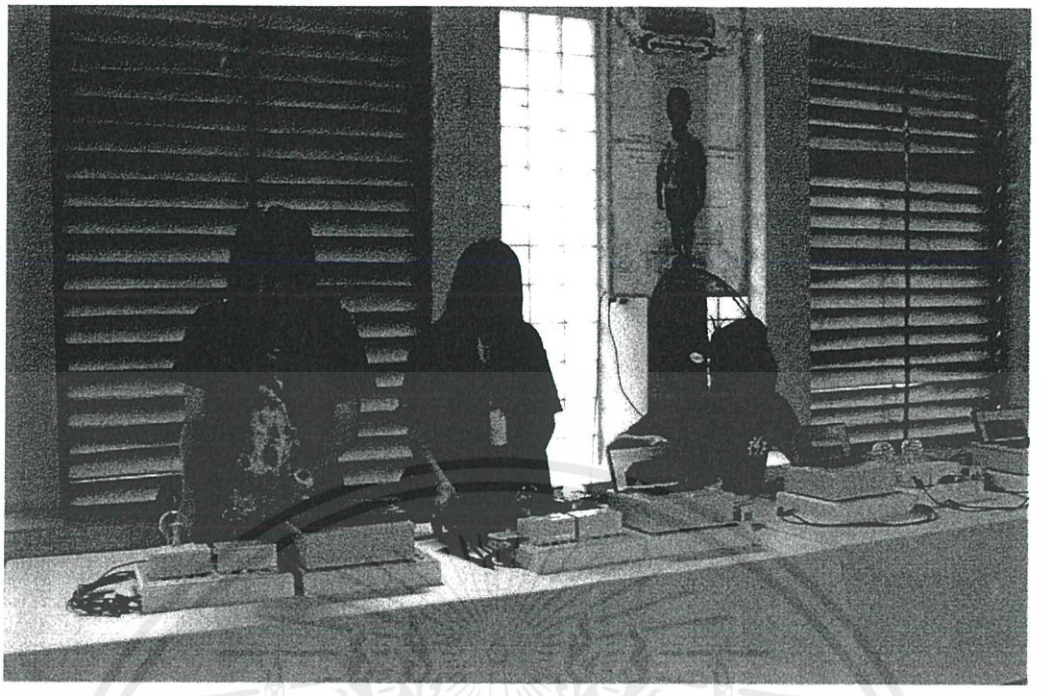
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.1 เตรียมอุปกรณ์ฐานโพรโทบอร์ด

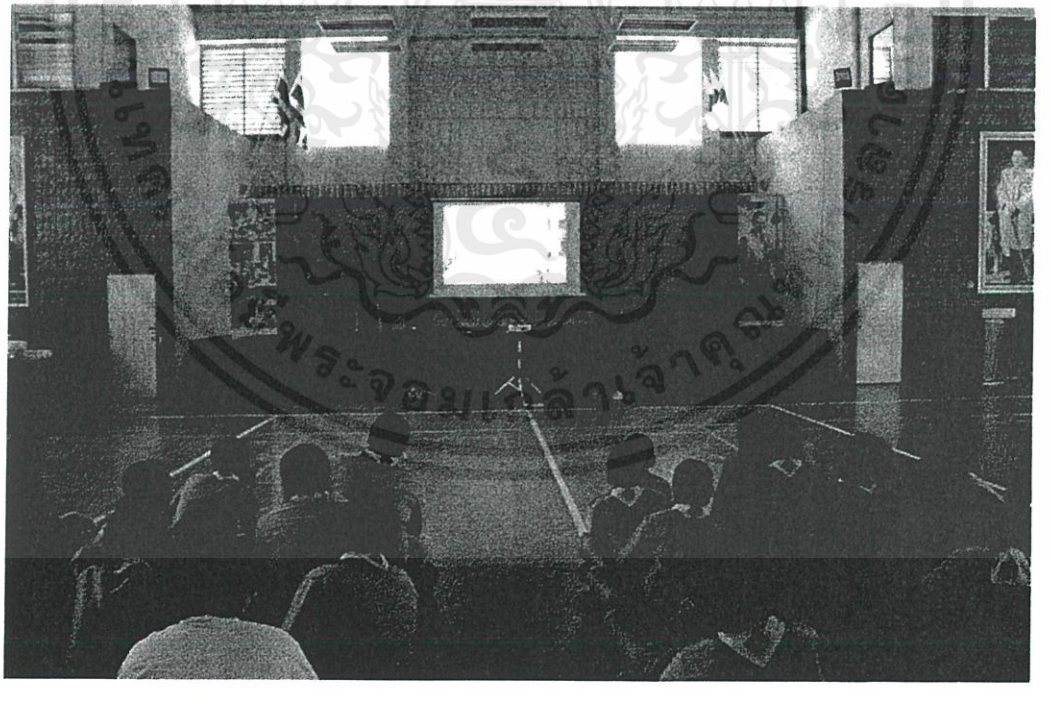


รูปที่ จ.2 เตรียมอุปกรณ์ฐานที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

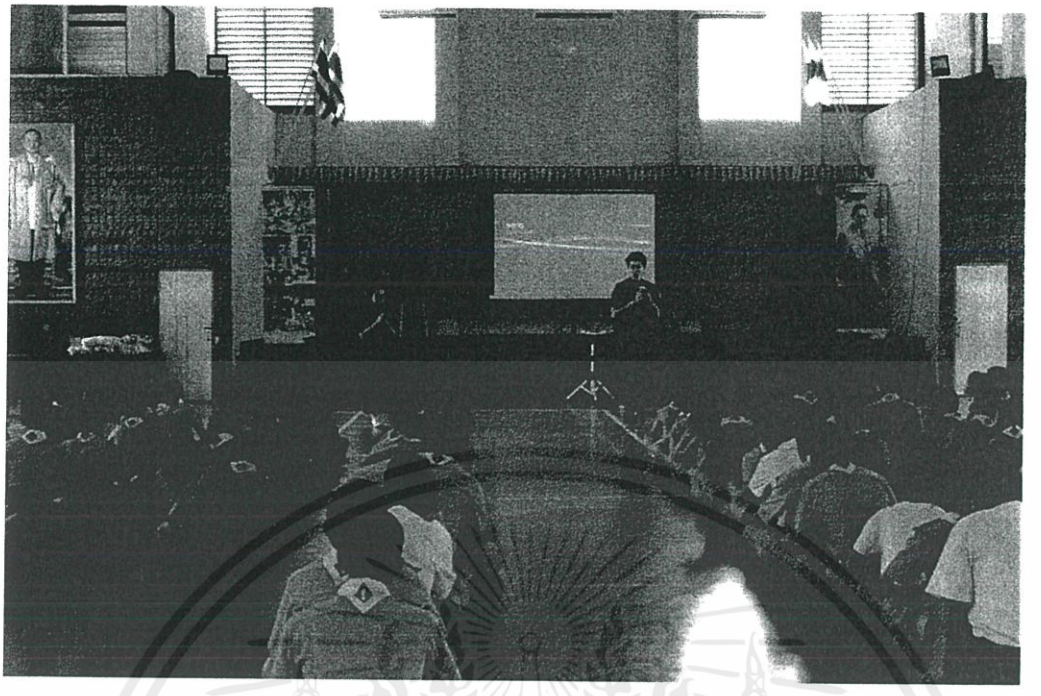


รูปที่ จ.3 เตรียมอุปกรณ์ฐานที่ 2

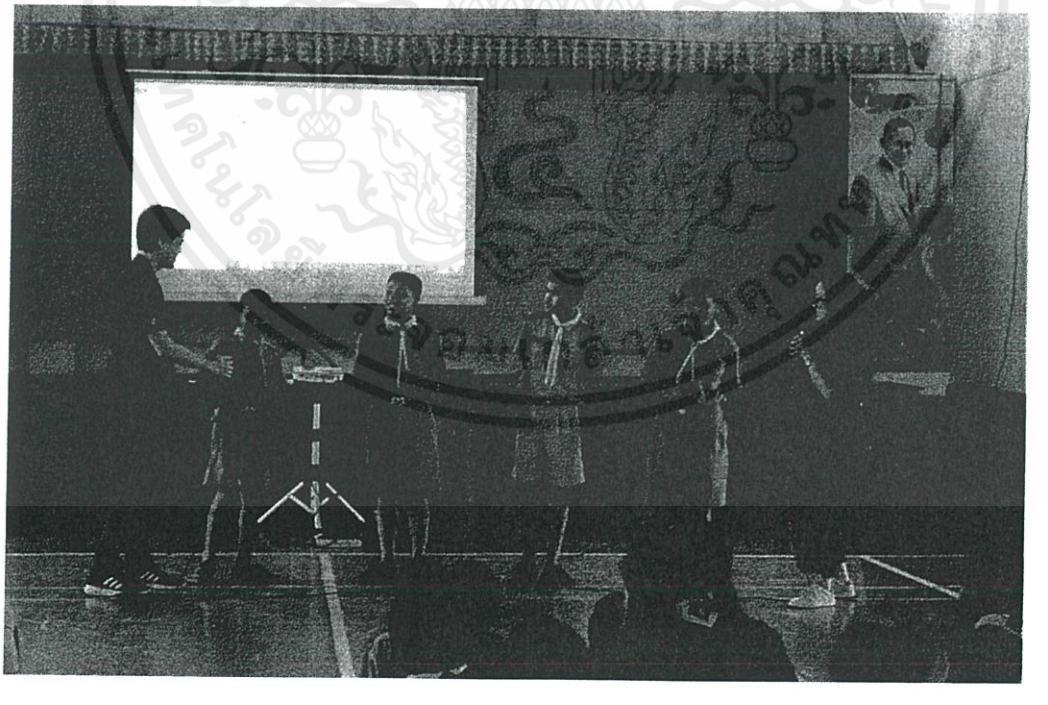


รูปที่ จ.4 ชมวิดีโอทัศน์เรื่องการประหยัดพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



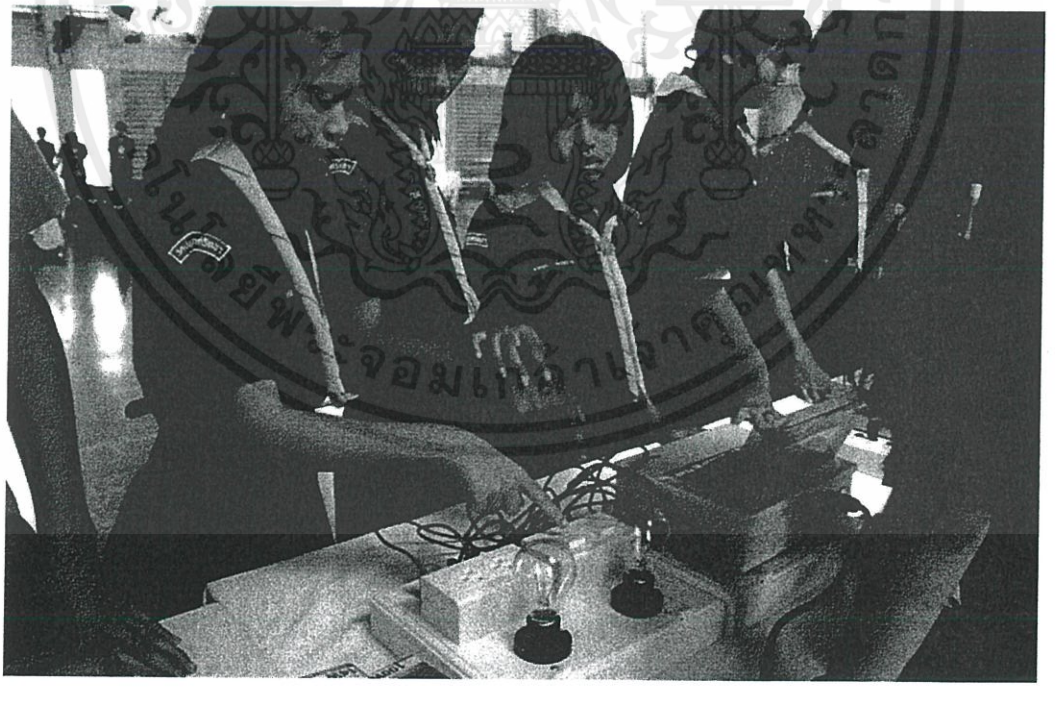
รูปที่ จ.5 ให้ความรู้เกี่ยวกับพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ จ.6 กิจกรรมตอบคำถาม

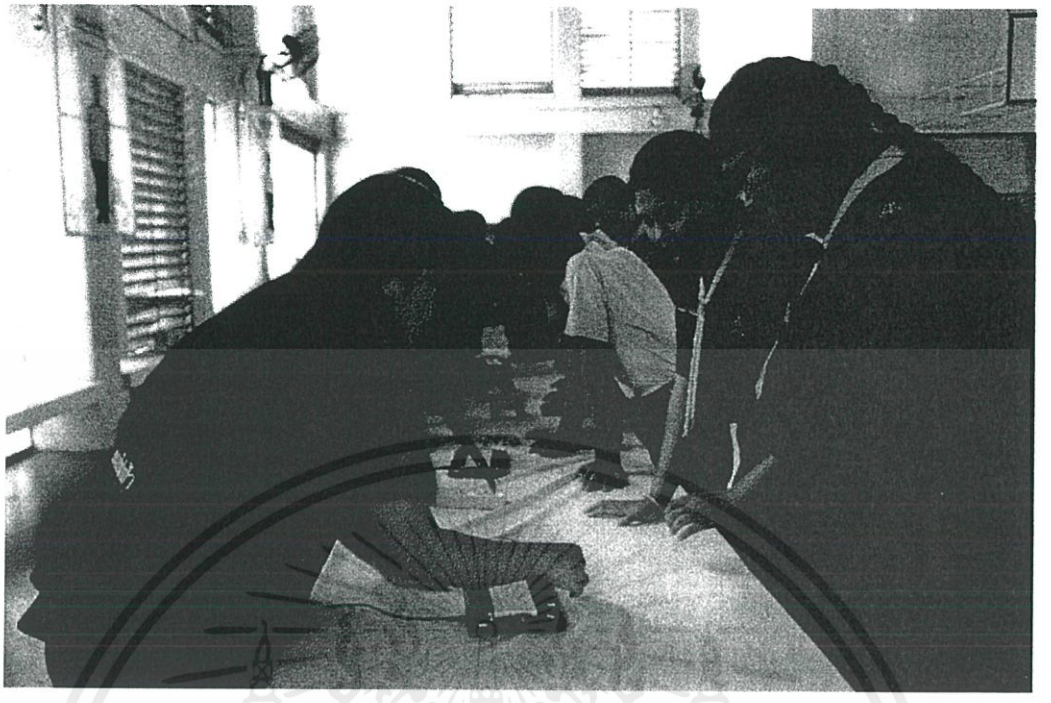
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.7 เข้าฐานที่ 1

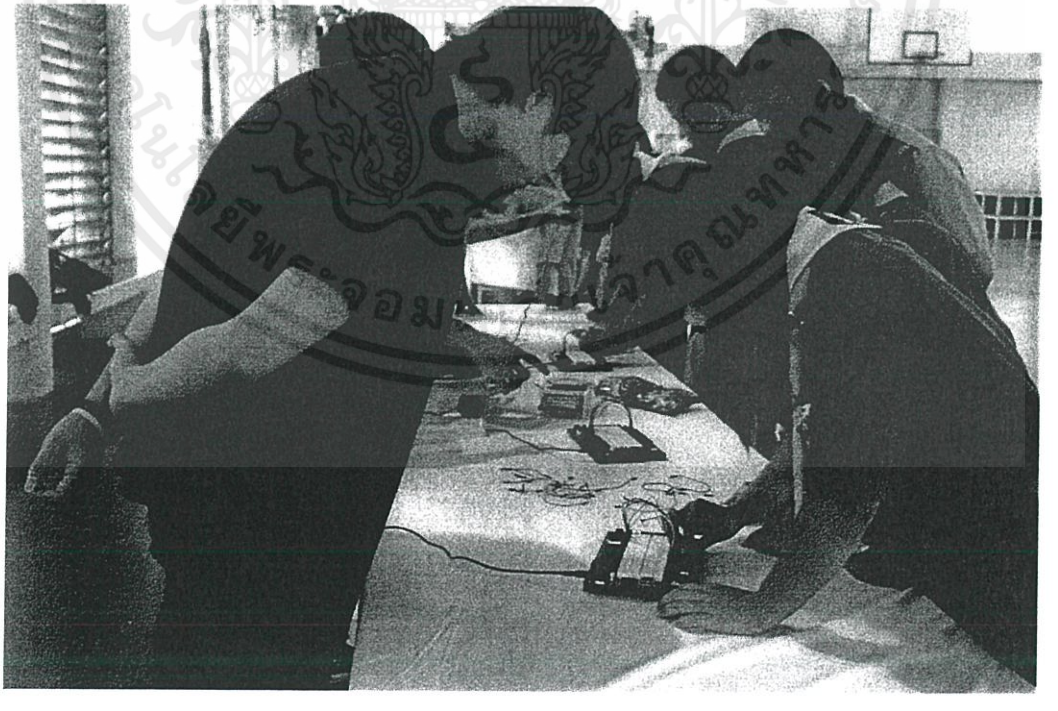


รูปที่ จ.8 ต่อวงจรหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์แบบง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ จ.9อธิบายการต่อวงจรบนโพรโทบอร์ด



รูปที่ จ.10 ทดลองต่อวงจร 7 segment บนโพรโทบอร์ด

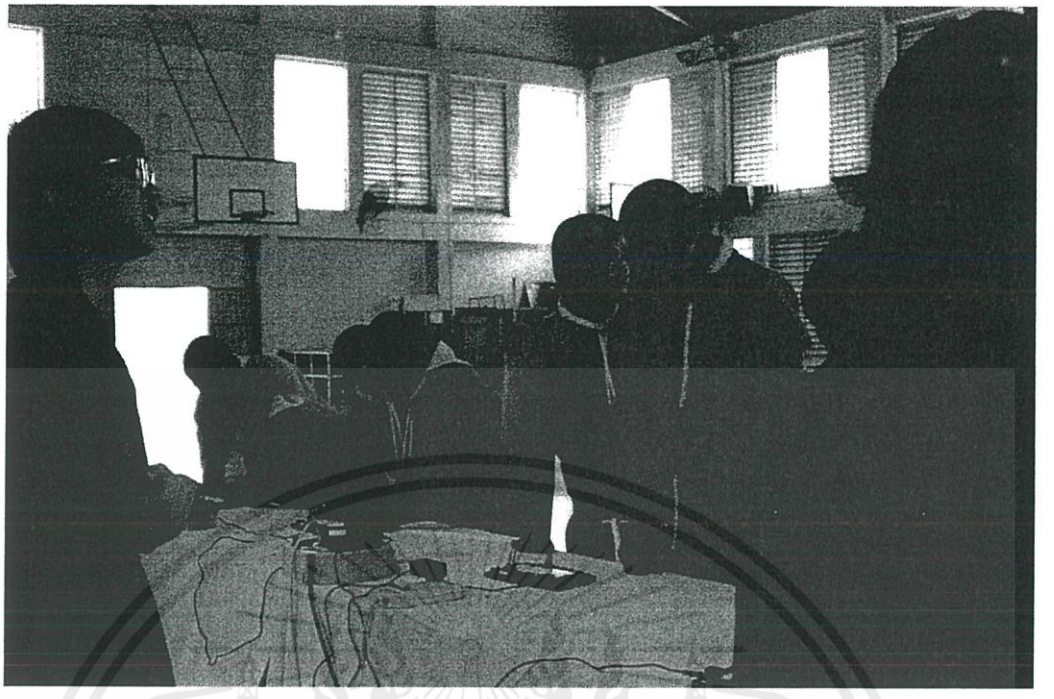
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) อธิบายฐานที่ 5 ฐานตอบคำถาม

(ข) ร่วมสนุกตอบคำถาม

รูปที่ จ.11 เข้าฐานที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบ่งทีมแข่งต่อวงจร 7 segment

(ข) มอบรางวัลให้ทีมชนะต่อวงจร 7 segment

รูปที่ จ.12 กิจกรรมแข่งขันต่อวงจร 7 segment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ จ.13 ถ่ายรูปรวมทั้งหมด

รูปที่ จ.14 ถ่ายรูปรวมกลุ่มโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายชื่อผู้มาช่วยกิจกรรม

1. นายปองพิชัย	จงชนะชววัฒน์	รหัสนักศึกษา 58010761
2. นายปัญจพนต์	เขียวสด	รหัสนักศึกษา 58010763
3. นางสาวพรธีรา	อนุนาค	รหัสนักศึกษา 58010832
4. นายปฏิภาณ	ปัทมาวิไล	รหัสนักศึกษา 58010711
5. นายธันวาเจริญ	วิวัฒนารางกุล	รหัสนักศึกษา 58010582
6. นางสาวกชกร	ใจสม	รหัสนักศึกษา 58010001
7. นายเจือ	วงษ์เนตร	รหัสนักศึกษา 58010215
8. นางสาวชนชญาน์	ยุทธณรงค์	รหัสนักศึกษา 58010239
9. นายชยณัฐ	โสติยาภัย	รหัสนักศึกษา 58010253
10. นายชวรักษ์	นวธีร์ดิลก	รหัสนักศึกษา 58010265
11. นางสาววิรากรณ์	ยิ่งยง	รหัสนักศึกษา 58011161
12. นายฐานันดร	สิทธิบุตร	รหัสนักศึกษา 58010319
13. นางสาวฑิตยา	จ้อยทอง	รหัสนักศึกษา 58010331
14. นายกิตตินันท์	เย็นเยือก	รหัสนักศึกษา 58010100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ
บทความวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจวัดและวิเคราะห์การใช้พลังงานภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธา

(Measurement and Analysis of Energy use in Watplooksattha School)

ปินัทธา ด้วงยา ปิยังกูร รัชตวรคุณ พชร โสภณประไพวงษ์ ภูมิ ธำรงสกุลศิริ
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอยฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการพลังงานในระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารโดยทำการตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าแล้วนำค่าพลังงานไฟฟ้าจากบิลและค่าไฟฟ้าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการจำลองในโปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร(BEC) พร้อมทั้งสร้างแบบจำลองสามมิติโดยใช้โปรแกรมสเก็ตช์อัป (Sketch-up) ได้ทำการเปลี่ยนแปลงหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศ แบ่งได้ 2 กรณี คือ เหมาเปลี่ยนภายในหนึ่งครั้ง และทยอยเปลี่ยนตามลำดับการใช้พลังงาน นำค่าที่เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้ามาทำการวิเคราะห์เพื่อเรียงลำดับการปรับปรุงระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละอาคารและคำนวณจุดคุ้มทุนของอุปกรณ์และวัสดุที่ทำการปรับปรุงใหม่ ผลลัพธ์ที่ได้คือ โรงเรียนวัดปลูกศรัทธาสามารถคืนทุนได้ภายใน 3-5 ปี ทั้งออกมาตรการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้โรงเรียนวัดปลูกศรัทธาเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอนาคต

คำสำคัญ ประหยัดพลังงาน, เปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้า, มาตรการการใช้พลังงานไฟฟ้า

Abstract

This project investigates on energy management in electrical system for building by measuring electrical energy and building electrical equipment then use electrical energy from bills and electrical energy that measured from measurement to compare with electrical energy from the simulation in the Building Energy Code (BEC). We also create a 3D model by the sketch-up software. We changed light bulbs and air conditioners in 2 cases: Change all equipment within one time and gradually change one building each time referenced from priority. According to the comparison between the energy, we have considered electrical energy to analyze priority for changing equipment of building in each year and also consider to discounted payback period. The result is Watplooksattha School has a discounted payback period within 3-5 years. Moreover, we have a solution to be implemented to reduce electrical energy consumption at Watplooksattha School.

Keyword save energy, According to the comparison between the energy, solution to be implemented to reduce electrical energy

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีผลต่อการดำเนินงานในด้านอุตสาหกรรม ครัวเรือน ภาครัฐและเอกชน ซึ่งเห็นได้ว่ามีความสำคัญเปรียบเสมือนปัจจัยในการพัฒนาประเทศ จึงทำให้อัตราการใช้พลังงานมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น จากข่าวการอนุรักษ์พลังงานข้างต้นทำให้เล็งเห็นถึงปัญหาการใช้ไฟฟ้าของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาซึ่งได้ใช้พลังงานเป็นจำนวนมากโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีพื้นที่ทั้งหมดรวม 12 ไร่ มีอาคารขนาดใหญ่อยู่ 4 อาคารคือ อาคาร 1 อาคาร 2 อาคาร 3 และอาคาร 4 ซึ่งโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงมัธยมศึกษาปีที่ 3 จากค่าไฟฟ้าย้อนหลังจำนวน 1 ปี ของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาเห็นได้ว่าในช่วงเปิดภาคเรียนจะใช้พลังงานมากกว่าช่วงปิดภาคเรียนประมาณ 2 เท่า ดังนั้นโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาควรมีแผนที่ประหยัดพลังงาน ช่วยให้ประหยัดค่าใช้จ่ายภายในโรงเรียนและใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ ทางคณะผู้จัดทำมีแนวคิดเกี่ยวกับระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดการใช้พลังงาน และเป็นจุดเริ่มต้นที่นำไปสู่การลดค่าใช้จ่ายภายในโรงเรียน โดยคำนึงถึงสิ่งที่สำคัญของการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่ต้องบรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการครบทุกประการ โดยทางคณะผู้จัดทำมีแนวคิดที่จะใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพเข้ามาใช้แทนอุปกรณ์ที่มีอายุการใช้งานมากหรือเสื่อมสภาพแล้ว ซึ่งจะส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การสำรวจและการสร้างแบบจำลอง

การสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารนั้น ทำการสำรวจเฉพาะอาคารที่มีการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่รวมถึงโรงอาหาร อาคารการเกษตร อาคารเนอสเซอรี่ โรงยิม อาคารบ้านพักคุณครู ซึ่งจากการสำรวจแล้วทำให้ทราบว่าอาคารที่ต้องทำแบบจำลองต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลองนั้นมีทั้งหมด 4 อาคาร โดยแต่ละอาคารมีความสูง 5 ชั้น

- การตรวจวัดไฟฟ้าด้วยเครื่อง fluke 435 ได้ค่าดังนี้

อาคาร 1 Energy total (kWh)/วัน 59.727

อาคาร 2 Energy total (kWh)/วัน 131.242

อาคาร 3 Energy total (kWh)/วัน 82.491

อาคาร 4 Energy total (kWh)/วัน 80.602

- ระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง

จากการใส่ข้อมูลกรอบอาคาร และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดลงในโปรแกรม BEC

ตารางที่ 1 รวมระบบต่างๆของอาคารก่อนการปรับปรุง

พารามิเตอร์		OTTV (W/m^2)		RTTV (W/m^2)		LPD (W/m^2)		COP	
อาคาร	ชั้น	Standard	Before	Standard	Before	Standard	Before	Standard	Before
1	1	≤50	49.77	≤10	-	≤10	7.54	≥3.22	2.51
	2		25.86				1.81		2.51
	3		37.78				7.71		-
	4		37.78				7.71		
	5		37.78		5.68		7.71		
2	1		52.58		-		11.44		2.51
	2		37.78				7.71		-
	3		37.78				7.71		
	4		37.78				7.71		
	5		37.78		5.68		7.71		
3	1		58.21		-		7.18		2.53
	2		35.77				7.36		2.51
	3		37.78				8.13		-
	4		38.46				7.56		2.51
	5		37.78		5.68		8.13		-
4	1		51.49		-		11.85		2.51
	2		37.78				8.1		-
	3		37.78				8.1		
	4		37.78				8.1		
	5		37.78		5.68		8.1		

3. การทดลองและผลการทดลอง

3.1 การแก้ไขระบบส่องสว่าง

จากการสำรวจความส่องสว่างภายในโรงเรียนพบว่าทางโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นยังใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดไส้ ซึ่งได้

ใช้มาตั้งแต่การสร้างอาคารเรียน ทำการเปลี่ยนแปลงให้เป็นหลอด LED ที่ให้ความสว่างเท่าเดิม แต่ยังไม่รวมห้องจำนวน 8 ห้องที่ความส่องสว่างนั้นไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการเรียนการสอน จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไข และออกแบบการติดตั้งหลอดไฟใหม่เพื่อให้มีความสว่างตามมาตรฐาน โดยคำนวณจากโปรแกรม DIAlux สำหรับการจำลองห้องเรียน 8 ห้องที่ทำการออกแบบใหม่ได้แก่ อาคารเรียน 1 คือ ห้องสมุดชั้น 1 และห้องสมุด E-Library ชั้น 2 อาคารเรียน 2 คือ

ห้องประถมศึกษาปี 2/2 และ 2/3 ห้องพักครู อาคารเรียน 3 คือ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องธุรการ สุดท้ายอาคารเรียน 4 คือ ห้องประถมศึกษาปีที่ 2/1

3.1.1 เศรษฐศาสตร์ของระบบส่องสว่าง

ค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เนื่องจากในปัจจุบันโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีการใช้หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ที่เป็นเทคโนโลยีรุ่นเก่าที่ใช้พลังงานในการส่องสว่างมากกว่าหลอดไฟสมัยใหม่ และบางห้องมีปริมาณแสงสว่างไม่เพียงพอกับความต้องการ ดังนั้นจึงได้ทำการคำนวณแผนการเปลี่ยนหลอดไฟจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสงโดยคำนวณถึงความสว่างของห้องเรียนให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบและความคุ้มค่าในการลงทุน

3.1.2 สรุปค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ได้ผลดังนี้

- อาคารเรียน 1 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 39,245 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 27,837 บาท
- อาคารเรียน 2 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 21,337 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 74,253 บาท
- อาคารเรียน 3 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 23,079 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 37,741 บาท
- อาคารเรียน 4 มีค่าใช้จ่ายลดลงเหลือปีละ 19,741 บาท และมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนทั้งหมด 20,989 บาท

3.1.3 เศรษฐศาสตร์การเงิน และการลงทุน

ตารางที่ 2 ค่าระยะเวลาคืนทุน (DPP) มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) และค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)

รูปแบบการเปลี่ยน / รายการ	เปลี่ยนทุกตึก	เปลี่ยนทีละตึก			
		ตึก 1	ตึก 2	ตึก 3	ตึก 4
เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)	-172,228	-39,245	-74,253	-37,741	-20,989
กำไรต่อปี (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
เงินเฟ้อต่อปี (%)	2.5				
กำไรปีที่ 1 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 2 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 3 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 4 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 5 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 6 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 7 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 8 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 9 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
กำไรปีที่ 10 (บาท)	174,005	38,723	41,368	48,916	44,997
DPP (ปี)	1.01	1.04	1.86	0.79	0.48
NPV (บาท)	1,799,920	292,355.16	280,785.54	380,855.53	363,735.29
IRR	101%	99%	55%	130%	214%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศ

3.2.1 ค่าไฟฟ้าหลังทำการปรับปรุงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบปรับอากาศ

การตรวจวัดระบบปรับอากาศของโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้น พบว่าเครื่องปรับอากาศส่วนมากมีอายุการใช้งานเกินระยะเวลา5ปี ซึ่งบางส่วนเกินระยะเวลา10ปี และไม่ได้มีการบำรุงรักษาอย่างถูกวิธี การออกแบบของเครื่องปรับอากาศในบางห้องไม่ได้มาตรฐาน ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของระบบปรับอากาศที่สิ้นเปลืองและไม่เกิดประประโยชน์สูงสุด ดังนั้นเราจึงเสนอมาตรการการปรับปรุงในส่วนของระบบปรับอากาศดังนี้

- มาตรการที่ 1 ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ

ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศทุกๆ 6 เดือน เพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จากการทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศ

- มาตรการที่ 2 ออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับห้องที่ไม่ได้มาตรฐาน

อาคารเรียน 1 ชั้น 2 ห้องสมุด E-library มีขนาด 240.85 ตร.ม. และมีขนาดเครื่องปรับอากาศ 36000 BTU จำนวน 4 เครื่อง ซึ่งไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศ จึงคำนวณและออกแบบใหม่ดังสมการที่ 4.1

BTU = [พื้นที่ห้อง] x 800 (4.1)

แทนค่าลงในสมการจะได้

240.85 x 800 = 192680 BTU

จึงเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU จำนวน 5 เครื่อง ซึ่งมากกว่าของเดิม

อาคารเรียน 3 ชั้น 3 ห้องคอมพิวเตอร์ มีขนาด 65.45 ตร.ม. และมีขนาดเครื่องปรับอากาศ 36000 BTU จำนวน 1 เครื่อง ซึ่งมีปริมาณการทำความเย็นไม่เพียงพอต่อขนาดของห้องจึงคำนวณใหม่ดังสมการที่ 4.1

แทนค่าลงในสมการที่ 4.1 จะได้

65.45 x 800 = 52360 BTU

จึงเลือกเครื่องปรับอากาศขนาด 24000 BTU จำนวน 2 เครื่อง

จากการคำนวณและออกแบบระบบปรับอากาศในห้องดังกล่าวทั้ง 2 ห้อง พบว่ามีการใช้จำนวนเครื่องปรับอากาศที่มากขึ้น ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นตามไปด้วย แต่การใช้เครื่องปรับอากาศที่เยอะขึ้นจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานไม่หนักจนเกินไป ส่งผลให้มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้น ค่าบำรุงรักษาก็ลดน้อยลง

- มาตรการที่ 3 เปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศระบบ Inverter

3.2.2 เศรษฐศาสตร์การเงิน และการลงทุน

เนื่องจากได้มีการลงทุนการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ต่างๆภายในอาคาร ดังนั้นต้องคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนและระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุนจากการลงทุนที่จะเกิดครั้งนี้ด้วย โดยอ้างอิงจากการคำนวณค่า Discounted Payback Period (DPP:ระยะเวลาคืนทุน) ค่า Net Present Value (NPV:มูลค่าปัจจุบันสุทธิ) และค่า Internal Rate of Return (IRR: อัตราผลตอบแทนภายใน)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุน ระยะเวลาในการคืนทุน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ และอัตราผลตอบแทนภายในของเครื่องปรับอากาศขนาด 36000 BTU แต่ละยี่ห้อ

รูปแบบการเปลี่ยน / รายการ	เปลี่ยนทุดดิ๊ด		เปลี่ยนทีละดิ๊ด	
	Inverter	Non-Inverter	Inverter	Non-Inverter
ราคาต่อเครื่อง (บาท)	46,100	37,100	46,100	37,100
จำนวนทั้งหมด (เครื่อง)	22		22	
เงินลงทุนเริ่มต้น (บาท)	- 1,014,200	-816,200	-414,900	-333,900
กำไรต่อปี (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
เงินเฟ้อต่อปี (%)	2.5		2.5	
กำไรปีที่ 1 (บาท)	321,930	59,400	-98,802	-161,200
กำไรปีที่ 2 (บาท)	321,930	59,400	20,464	-110,600
กำไรปีที่ 3 (บาท)	321,930	59,400	78,997	-99,800
กำไรปีที่ 4 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 5 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 6 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 7 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 8 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 9 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
กำไรปีที่ 10 (บาท)	321,930	59,400	321,930	59,400
DPP (ปี)	3.32	17.04	4.29	18.10
NPV (บาท)	1,759,363 .77	-289,099 90	1,443,563 .32	- 330,622.82
IRR (%)	29	-5	28	-8

3.3 ระบบกรอบอาคาร

การปรับปรุงในส่วนของระบบกรอบอาคารนั้น เนื่องจากอาคารภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธานั้นมีอายุมากแล้วการปรับปรุงในส่วนวัสดุการประกอบโครงสร้างกรอบอาคารนั้นจึงไม่สามารถทำได้ จึงได้ใช้การปรับปรุงในส่วนของกระจกเป็นกระจกแบบ Clear color single silver Low-E coat on clear หนา 6 mm ที่จะลดค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าอาคาร (Overall thermal transfer value) แต่เนื่องจากการปรับปรุงกระจกมีราคาที่สูงเกินไปต่อสัดส่วนของอาคารที่เครื่องปรับอากาศทำให้ไม่คุ้มที่จะลงทุนในระบบนี้

4. สรุปผลการทดลอง

การปรับปรุงระแบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น ได้ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และปรับเปลี่ยนการใช้หลอดไฟใหม่เพื่อให้ได้ค่าตามมาตรฐานความส่องสว่าง และสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับปรุงระบบเครื่องปรับอากาศนั้น ทำการทดสอบล้างเครื่องปรับอากาศและวัดความเร็วลมและอุณหภูมิที่หน้าเครื่องปรับอากาศก่อนและหลังการล้าง ทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศ พบว่าความเร็วลมมีค่าสูงขึ้นส่งผลให้การทำงานของเครื่องปรับอากาศมีประสิทธิภาพมากขึ้นและได้มีการปรับปรุงโดยเปลี่ยนไปใช้เครื่องปรับอากาศระบบอินเวอเตอร์ทำให้ค่าไฟลดลงกว่าเครื่องปรับอากาศระบบปกติ

ในส่วนของระบบการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้นพบว่าโรงเรียนวัดปลูกศรัทธามีหลังคาชนิดที่ไม่สามารถติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์และมีพื้นที่ภายในโรงเรียนวัดปลูกศรัทธาไม่เพียงพอจึงไม่สามารถติดตั้งระบบการใช้พลังงานหมุนเวียนด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์สามารถคำนวณจากการใช้พลังงานไฟฟ้าเก่าที่มีอยู่เดิมเทียบกับการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบที่ปรับปรุงแล้วและคำนวณระยะเวลาคืนทุน กำไรต่อปี เพื่อพิจารณาที่จะปรับปรุงแยกในแต่ละอาคารอีกด้วย

5. เอกสารอ้างอิง

[1] พพ. ตาดกฎหมายมาตรฐานออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน (BEC) มีผลบังคับใช้ต้นปี2562, **ข่าวกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.)** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.energynewscenter.com/%E0%B8%9E%E0%B8%9E-%E0%B8%84%E0%B8%B2%E0%B8%94-%E0%B8%81%E0%B8%8E%E0%B8%AB%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81/

[2] Alireza Aslani; Sieh Bakhtiar; Mohammad Hadi Akbarzadeh," **Energy-efficiency technologies in the building envelope: Life cycle andadaptation assessment**," available at ScienceDirect, Journal of Building Engineering 21 (2019), pp.55-63, January 2019.

[3] Weilong Zhang; Lin Lu; Jinqing Peng; Aotian Song, **"Comparison of the overall energy performance of semi-transparent photovoltaic windows and common energy-efficient windows in HongKong**," available at ScienceDirect, Energy and Buildings 128 (2016), pp.511–518, 15 September 2016.

[4] Yong Cheng; Sheng Zhang; Chao Huan; Majeed Olaide Oladokun; Zhang Lin, **"Optimization on fresh outdoor air ratio of air conditioning system with stratum ventilation for both targeted indoor air quality and maximal energy saving"** available at ScienceDirect, Building and Environment 147, pp.11-12, Jan 2019

[5] Chen; Wei-Han; Mo; Huai-En; Teng; Tun-Ping, **"Performance improvement of a split air conditioner by using an energy saving device"** available at ScienceDirect, Energy and Buildings 174, pp.380-387, 1 September 2018

[6] Ali Nahvi, S.M. Sajed Sadati, KristenCetin, Halil Ceylan, Alireza Sassani, Sunghwan Kim, **"Towards resilient infrastructure systems for winter weather events: Integrated stochastic economic evaluation of electrically conductive heated airfield pavements"** available at ScienceDirect, Sustainable Cities and Society 41, pp.195-204, August 2018

ประวัติผู้เขียน

นางสาวปินัทธา ด้วงยา
เกิดวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ.2539
ที่อยู่ 1247/36 ถ.ประชาพัฒนา แขวงทับยาว
เขตลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร 10520
Email : Pin.nut17@gmail.com

นายภูมิ ธำรงค์สกุลศิริ
เกิดวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2540
ที่อยู่ 933/128 ซ.ลาดพร้าว101(วัดบึงทองหลาง)
แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ เขตวังทองหลาง
จ.กรุงเทพมหานคร 10310
Email : 58010980@kmitl.ac.th

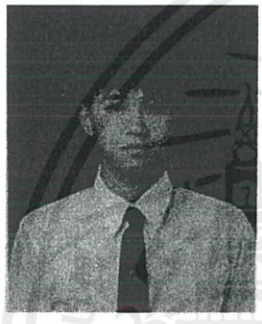
นายปิยังกูร รัชตวรคุณ
เกิดวันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2540
ที่อยู่ 4/8 หมู่ที่ 4 ต.ดอนมูล อ.สูงเม่น
จ.แพร่ 54130
Email : uefa3440@hotmail.com

นายพชร โสภณประไพวงษ์
เกิดวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2540
ที่อยู่ 157/58 ซ.เคหะร่มเกล้า 64
แขวงคลองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง
จ.กรุงเทพมหานคร 10520
Email : pacharasopon@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

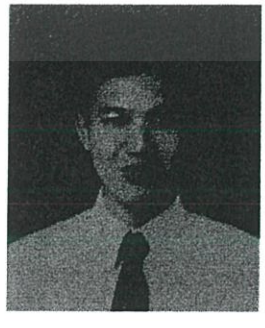
ประวัติผู้เขียน

นางสาวปินัทธา ด้วงยา
เกิดวันที่ 17 พฤศจิกายน พ.ศ.2539
ที่อยู่ 1247/36 ถ.ประชาพัฒนา แขวงทับยาว
เขตลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร 10520
Email : Pin.nut17@gmail.com



นายภูมิ ธำรงค์สกุลศิริ
เกิดวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2540
ที่อยู่ 933/128 ซ.ลาดพร้าว101(วัดบึงทองหลาง)
แขวงคลองเจ้าคุณสิงห์ เขตวังทองหลาง
จ.กรุงเทพมหานคร 10310
Email : 58010980@kmitl.ac.th

นายปิยังกูร รัชตวรคุณ
เกิดวันที่ 3 เมษายน พ.ศ.2540
ที่อยู่ 4/8 หมู่ที่ 4 ต.ดอนมูล อ.สูงเม่น
จ.แพร่ 54130
Email : uefa3440@hotmail.com



นายพชร โสภณประไพวงษ์
เกิดวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2540
ที่อยู่ 157/58 ซ.เคหะร่มเกล้า 64
แขวงคลองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง
จ.กรุงเทพมหานคร 10520
Email : pacharasopon@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KMITL ENGINEERING PROJECT DAY 2019

Department of Electrical Engineering
(Electrical Engineering)

PW 6131

Measurement and Analysis of Energy use in Watplooksattha School

Pinutta Duangya[1],Piyoungkoon Ratchataworakun[2],Pachara Soponprapaiwong[3], Phoom Thamrongsakulsiri[4] and Assoc. Prof Dr. Atthapol Ngaopitakkul[5]

Abstract

This project investigates on energy management in electrical system for building by measuring electrical energy and building electrical equipment then use electrical energy from bills and electrical energy that measured from measurement to compare with electrical energy from the simulation in the Building Energy Code (BEC). We also create a three-dimensional model by the sketch-up software for developing building. We changed light bulbs and air conditioners in 2 cases: Change all equipment within one time and gradually change one building each time referenced from priority. According to the comparison between the energy, we have considered electrical energy to analyze priority for changing equipment of building in each year and also consider to discounted payback period. The result is Watplooksattha School has a discounted payback period within 3-5 years. Moreover, we have a solution to be implemented to reduce electrical energy consumption at Watplooksattha School.

Introduction

According to the survey of Wat Plooksattha School, the school has many old electrical equipments and dangerous parts which causes the electricity bills much more than necessary.

From the past 1 year, it can be seen that during one term of the semester, the cost will be doubled from the school break. Therefore, Wat Plooksattha School should have an energy saving plan in order to save costs and the school should use the electricity more efficiently and safely.

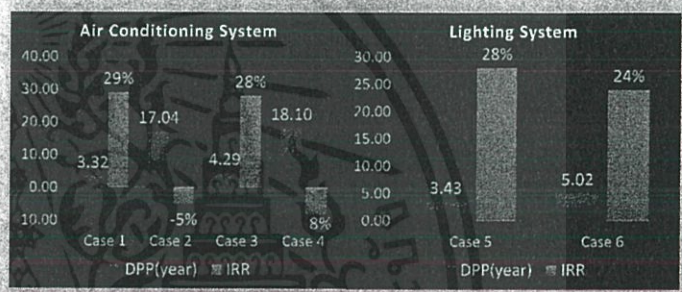
M/Y	Building 3 Meter 1		Building 4 Meter 2		Building 1 and 2 Meter 3		Total (baht)
	Unit	Electric bill (baht)	Unit	Electric bill (baht)	Unit	Electric bill (baht)	
Oct./2560	2,181	9,755.34	978	4,268.35	3,010	13,536.48	27,560.47
Nov./2560	4,030	18,188.79	2,202	9,851.12	5,930	26,854.86	54,894.77
Dec./2560	3,839	17,317.63	2,100	9,385.89	5,429	24,569.76	51,273.28
Jan./2561	3,977	17,947.06	2,044	9,130.46	5,621	25,445.49	52,523.58
Feb./2561	4,000	18,051.96	2,201	9,846.56	6,217	28,163.90	57,585.82
Mar./2561	4,207	18,996.11	2,535	11,369.96	5,385	24,369.06	45,717.86
Apr./2561	1,393	6,161.20	558	2,352.69	1,278	5,636.67	20,143.83
May/2561	3,933	17,746.37	1,872	8,345.96	4,222	19,064.52	52,518.46
Jun./2561	6,335	28,702.10	3,486	15,707.57	7,138	32,364.65	72,240.59
Jul./2561	4,528	20,460.22	2,492	11,173.84	6,400	28,998.57	62,853.87
Aug./2561	5,371	24,305.21	2,979	13,395.08	7,246	32,857.26	70,557.55
Sep./2561	6,333	28,692.98	2,684	12,049.56	8,073	36,629.27	77,371.81
Avg.	4,177	18,860.46	2,177.58	9,739.78	5,496	24,874.21	53,770.16

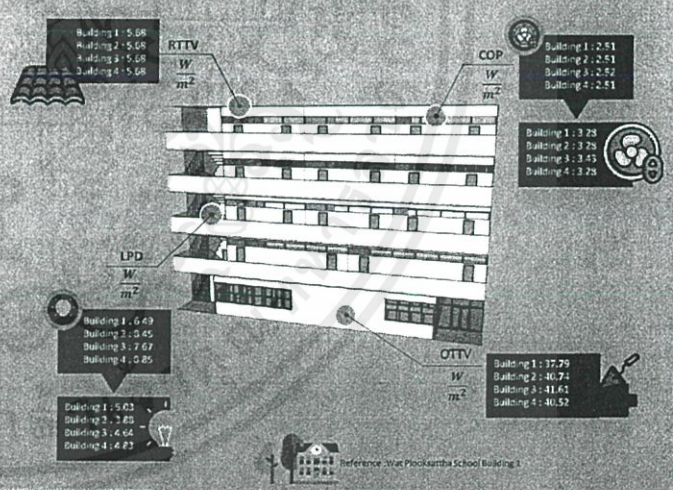
Results

The investment of air conditioning systems is divided into 4 cases and The investment of lighting systems is divided into 2 cases

Case 1 : All inverter in a time
Case 2 : All non-inverter in a time
Case 3 : inverter in each building
Case 4 : non-inverter in each building
Case 5 : In a time
Case 6 : In each building

Discounted payback period, Internal Rate of Air Conditioning System and Lighting System.





Conclusion

This project has designed and improved various systems as follows.

- The lighting system from the measurement found that the old lamp makes the performance low, and some rooms have insufficient luminance, so the new design is chosen so the light emitting diode is used to provide sufficient brightness and cost-effectiveness.
- The air conditioning system from the measurement found that the old air conditioners and adjusting the air conditioning system using the inverter.
- Economics for schools will calculate the use of old electricity compared to the use of electricity from systems that have been updated and calculate the payback period, earnings per year to consider separately in each building as well.

ENGINEERS LADKRABANG

E-mail:atthapol.ng@kmitl.ac.th [1]