การออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียน ในประเทศไทย กรณีศึกษา อาคารเรียนสูง 8 ชั้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจังหวัดปทุมธานี

SOLAR CELL DESIGN INTEGRATED INSTALLATION WITH THE LOW-RISE LECTURE BUILDING IN THAILAND A CASE STUDY : 8 STOREY BUILDING, FACULTY OF ARCHITECTURE, RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI, PATUMTHANI PROVINCE

เมธี ตันสุขชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AR-M-003-045

การออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียน ในประเทศไทย กรณีศึกษา อาคารเรียนสูง 8 ชั้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีจังหวัดปทุมธานี

SOLAR CELL DESIGN INTEGRATED INSTALLATION WITH THE LOW-RISE LECTURE BUILDING IN THAILAND A CASE STUDY : 8 STOREY BUILDING, FACULTY OF ARCHITECTURE, RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI, PATUMTHANI PROVINCE

เมธี ตันสุขชัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2561

KMITL-2018-AR-M-003-045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR CELL DESIGN INTEGRATED INSTALLATION WITH THE LOW-RISE LECTURE BUILDING IN THAILAND A CASE STUDY : 8 STOREY BUILDING, FACULTY OF ARCHITECTURE, RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI, PATUMTHANI PROVINCE

MAYTEE TANSUKCHAI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN TROPICAL ARCHITECTURE
FACULTY OF ARCHITECTURE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
KMITL 2018

KMITL-2018-AR-M-003-045

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียนในประเทศไทย กรณีศึกษา อาคารเรียนสูง 8 ชั้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
SOLAR CELL DESIGN INTEGRATED INSTALLATION WITH THE LOW-RISE LECTURE BUILDING IN THAILAND A CASE STUDY: 8 STOREY BUILDING, FACULTY OF ARCHITECTURE, RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI, PATUMTHANI PROVINCE

นักศึกษา นายเมธี ตันสุขชัย
รหัสประจำตัว 59602078
ปริญญา สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา สถาปัตยกรรมเขตร้อน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ศุทธา ศรีเผด็จ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์	
รองศาสตราจารย์ ศุทธา ศรีเผด็จ	
รองศาสตราจารย์ ดร.ประพัทธ์พงษ์ อุปลา	

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 22 สิงหาคม 2561
สถานที่สอบ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อันธิกา สวัสดิ์ศรี)
คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
วันที่ 12 **เดือน** พฤศจิกายน **พ.ศ.** 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียนในประเทศไทย กรณีศึกษา อาคารเรียนสูง 8 ชั้น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี
นักศึกษา	นายเมธี ตันสุขชัย
รหัสประจำตัว	59602078
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ระบบกริด (Grid System) สำหรับอาคารเรียนขนาด 8 ชั้นที่ได้สร้างเสร็จแล้ว และมีขนาดพื้นที่บนหลังคาจำกัด พบว่าสามารถติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างที่ใช้ในอาคารเท่านั้นได้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 343.07 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซนต์แบบ T5 ซึ่งใช้อยู่ในปัจจุบัน ซึ่งต้องใช้พื้นที่การติดตั้งมากถึง 834 ตารางเมตรและใช้เงินลงทุนสูง ดังนั้นจึงออกแบบให้อาคารใช้หลอดไฟฟ้าเอลอีดี (LED) ที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านำมาทดแทนหลอดไฟฟ้าแบบเดิม ทำให้การใช้ไฟฟ้ามีค่าลดลงเหลือ 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันคิดเป็นร้อยละ 34.80 ซึ่งต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้ง 544 ตารางเมตรสำหรับแผงพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 272 แผงใช้อินเวอร์เตอร์ระบบกริดขนาดกำลังผลิต 81.6 กิโลวัตต์ ออกแบบให้ติดตั้งบนหลังคาอาคารและติดตั้งที่ผนังอาคารโดยทำเป็นกันสาดยื่นออกจากผนังด้านนอกอาคารจำนวน 4 ชั้นแต่ละชั้นมีระยะห่างกัน 4 เมตรและทำมุมเอียงกับแนวระนาบ 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ เริ่มติดตั้งที่พื้นชั้น 4 ถึงชั้น 7 แผงพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมกันได้ 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวันและมีความคุ้มทุนในระยะเวลา 10 ปี การวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อการออกแบบนวัตกรรมแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารอื่นๆ (Building Integrated Photovoltaic : BIPV) ในประเทศไทย

คำสำคัญ : แผงพลังงานแสงอาทิตย์, ระบบกริด, ระบบแสงสว่าง, อาคารเรียนในประเทศไทย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Solar Cell Design Integrated Installation With the Low-Rise Lecture Building in Thailand A Case Study : 8 Storey Building, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Patumthani Province
Student	Mr. Maytee Tansukchai
Student ID.	59602078
Degree	Master of Architecture
Program	In Tropical Architecture
Year	2018
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Sutta Sriphadej

ABSTRACT

The objective of this research is to study solar cell design integrated installation on grid system for the completed 8-storey lecture building which have limited roofing area. The study has found that this building is capable to install solar panels for lighting system. Currently, T5-type fluorescent light bulbs are used which require 343.07 kWh/day. To compare with generate electricity for lighting system in the building, it required 834 square meters for installing solar panels which is costly. Therefore, building was designed to use LED lighting instead of current light bulb which affected on electricity usage. It was decreased to 223.65 kWh/day which required 544 square meter for 272 solar panels and 81.6 kW grid inverter. The installation was designed for 152 panels at the rooftop and 120 panels on wall awnings. Each storey installed awning at 15 degrees inclination in perpendicular to the South which proved to be the most effective solar angle installation for Thailand. The installation at the floor level starts from the 4th storey up to the 7th storey. The solar panels are capable to generate electricity 223.65 kWh/day and have payback period 10 years. This research can then be further developed to benefit the design of innovative solar panels in conjunction with the Building Integrated Photovoltaic (BIPV) System in Thailand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Keywords: Solar cell panel, Grid system, Lighting system, Lecture Building in Thailand , Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ได้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังโดยได้รับความกรุณาจาก รศ.ศุทธา ศรีเผด็จ ที่ให้คำปรึกษาให้คำชี้แนะ และช่วยเหลือเป็นทั้งครู และพี่เลี้ยงจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ.โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รศ.ชนินทร์ ทิพโยภาส รศ.ดร.ปรีชญา รังสิรักษ์ รศ.สุพัฒน์ บุณยฤทธิกิจ และคณะกรรมการสอบสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทานตลอดจนให้คำแนะนำ ต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยนี้เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณ คุณบุญมี อินทร์สิทธิ์เจ้าหน้าที่และตลอดจนบุคลากรคณะสถาปัตยกรรมที่ให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำ อย่างเป็นกันเอง

ขอขอบคุณครอบครัว แม่ พี่น้อง ที่ให้ความช่วยเหลือทุกด้านทั้งแรงกาย แรงใจ และคุณรุ่งทิพย์ จารุสุทธิรักษ์ผู้ให้กำลังใจดูแล เอาใจใส่ ตั้งแต่เริ่มต้นจนจบ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอน้อมบูชาผู้มีพระคุณ คุณอาศรีสุดา ปุณณภูมิและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน วิชา ความรู้ และให้ความรู้ผู้วิจัยมาโดยตลอดเป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้การศึกษาวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

เมธี ตันสุขชัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... III

กิตติกรรมประกาศ..... IV

สารบัญ..... V

สารบัญตาราง..... IX

สารบัญภาพ..... XI

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.1.1 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า..... 3

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 3

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย..... 5

2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน..... 5

2.1.1 ความเป็นมาของกฎหมายด้านพลังงาน..... 5

2.1.2 เกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบอาคาร..... 7

2.1.3 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอุปกรณ์และระบบ..... 7

2.1.4 เกณฑ์ประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร(Whole Building Compliance)..... 8

2.1.5 เกณฑ์การประเมินการใช้พลังงานของอาคารเมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนพลังงานเชิงพาณิชย์..... 8

2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง..... 11

2.2.1 การใช้แสงจากธรรมชาติ..... 11

2.2.2 ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง..... 11

2.2.2.1 ความส่องสว่างและความสว่าง..... 12

2.2.2.2 หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่างๆ..... 12

2.2.2.3 หน่วยมาตรฐานสำหรับการส่องสว่าง..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.2.4 การส่องสว่างภายใน..... 25
2.2.2.5 การคำนวณค่าความร้อนที่เกิดจากดวงไฟส่องสว่าง..... 25
2.3 ระบบปลั๊กไฟฟ้า (Receptacle)..... 26
2.4 พลังงานแสงอาทิตย์..... 26
2.4.1 หน่วยของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์..... 31
2.4.2 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์..... 32
2.4.2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)..... 32
2.4.2.2 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)..... 32
2.4.2.3 แบตเตอรี่ (Battery)..... 33
2.4.2.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)..... 33
2.4.2.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lighting Protection)..... 33
2.4.2.6 MCCB (Molded Case Circuit Breaker)..... 33
2.4.3 ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์..... 33
2.4.4 ข้อเปรียบเทียบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบ.....
จำหน่ายของการไฟฟ้า (On Grid หรือ Grid System) และ.....
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของ.....
การไฟฟ้า (Off Grid หรือ Stand Alond System)..... 36
2.4.5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (Roof Top Installation)..... 37
2.4.6 การออกแบบอาคารผสานเซลล์แสงอาทิตย์ (Building Integrated.....
Photovoltaic : BIPV) ในประเทศไทย..... 38
2.4.7 วิธีติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์..... 39
2.4.7.1 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์กับหลังคาเมทัลชีท..... 40
2.4.7.2 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาด..... 45
2.4.8 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า
(On Grid หรือ Grid System)..... 50
2.5 การวิเคราะห์เลือกชนิดแผงพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสมและมี.....
ประสิทธิภาพ..... 51
2.5.1 Mono Crystalline หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว..... 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5.2 Poly Crystalline หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก..... 52
2.5.3 Amorphous Silicon หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส..... 53
2.6 อาคารตัวอย่าง..... 54
2.6.1 อาคาร Net Zero Energy Building กองสื่อสารองค์กรณ์.....
มหาวิทยาลัยขอนแก่น..... 54
2.6.2 Thammasat Smart City..... 55

บทที่ 3 อาคารกรณีศึกษา..... 58
3.1 ข้อมูลทางสถาปัตยกรรม..... 58
3.1.1 ทิศทางที่ตั้งอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบ..... 58
3.1.2 ผังพื้นที่ใช้สอยในอาคาร..... 59
3.1.3 รายละเอียดรอบอาคาร..... 68
3.2 ข้อมูลทางอาคารที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน..... 72
3.2.1 ช่วงเวลาการใช้งานภายในอาคาร..... 72
3.2.2 ระบบปรับอากาศ..... 84
3.2.3 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง..... 89
3.2.4 ระบบปลั๊กไฟฟ้า..... 97

บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 105
4.1 การศึกษาวิเคราะห์การใช้กระแสไฟฟ้าภายในอาคาร..... 105
4.1.1 ผลการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในอาคาร..... 105
4.1.2 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์
กำลังไฟฟ้าสูงสุด,จำนวนพลังงานแสงอาทิตย์..... 105
4.1.3 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์
กำลังไฟฟ้าสูงสุด,จำนวนพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงาน.....
ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (สว่าง T5).....
เวียนทดแทนพลังงานเชิงพาณิชย์..... 107
4.1.4 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์
กำลังไฟฟ้าสูงสุด,จำนวนพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงาน.....
ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอด LED). 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.1.5 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด,จำนวนพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปลั๊กไฟ..... 109

4.1.6 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด,จำนวนพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงาน.... ไฟฟ้าทั้งหมด..... 110

4.1.7 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารระหว่างการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์(T5) เปรียบเทียบกับการใช้หลอดประหยัดพลังงาน (LED)..... 111

4.1.8 การศึกษาวิเคราะห์การเลือกระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นกรณีศึกษา..... 112

4.2 การวิเคราะห์เลือกระบบพลังงานแสงอาทิตย์..... 113

4.3 การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้า..... ระบบแสงสว่าง (หลอด LED) เทอม 1/2556..... 113

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 114

5.1 สรุปผลการวิจัย..... 114

5.2 ความคุ้มทุนในการติดตั้ง..... 120

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 121

บรรณานุกรม 122

ประวัติผู้เขียน 126

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี (2556).....	1
2.1	ค่าความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV,RTTV) และกำลังไฟฟ้าสว่างสูงสุด.....	9
2.2	รายละเอียดของหลอดไฟฟ้าระหว่างหลอด T8 และ T5.....	
	เปรียบเทียบการประหยัดไฟหลอด T8 และ T5	17
2.3	ระดับการป้องหันฝุ่นผงและความชื้นแสดงการเปรียบเทียบท่าความสว่าง”โรงงาน”	
	ตามมาตรฐาน CIE,IES และ BS.....	19
2.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างใน”อาคาร”ตามมาตรฐาน CIE,IESและ BS.....	22
2.5	เปรียบเทียบคุณสมบัติเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ.....	24
2.6	เปรียบเทียบความแตกต่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย	24
2.7	ของการไฟฟ้า (On Grid or Grid System)และระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่	31
2.8	เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (Off Grid or Stand Alone).....	36
2.9	การเปรียบเทียบแผงพลังงานแสงอาทิตย์.....	54
3.1	แสดงตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 1 / 2556.....	73
3.2	ตารางสรุปการเปิดใช้วาระงานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5).....	74
3.3	แสดงตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 2 / 2556.....	79
3.4	แสดงตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5).....	80
3.5	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศเทอม 1 / 2556.....	88
3.6	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างเทอม 1 / 2556.....	94
3.7	แสดงการคำนวณพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง(หลอด LED)ทดแทนหลอดT5 เทอม	
	1/2556.....	96
3.8	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบปลั๊กไฟ เทอม 1/2256.....	102
3.9	สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา.....	104
4.1	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เทอม 1/2256.....	106
4.2	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด T5) เทอม 1/2556.....	108
4.3	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) เทอม1/2556.....	109
4.4	แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบปลั๊กไฟฟ้า เทอม 1/2556.....	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.5 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคารทั้งหมด เทอม 1/2556..... 111

4.6 ตารางเปรียบเทียบอายุการใช้งานและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของหลอดและบัลลาสต์ชนิดต่างๆหลอด LED กับ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5)..... 112

5.1 รูปแบบและพื้นที่การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์..... 114

5.2 สรุปคุณสมบัติของอุปกรณ์ระบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์..... 114

5.3 คุ้มทุนการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์..... 120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.....	2
2.1	การดำเนินการเพื่อปฏิบัติตาม พรบ.การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 2 พ.ศ.2550	10
2.2	การแบ่งประเภทของหลอดไฟ.....	14
2.3	เปรียบเทียบขนาดของหลอด T12 T8 และ T5.....	16
2.4	เปรียบเทียบขนาด T5,T8 และ T12 (รูปซ้าย), ชุด Adapter เพิ่มความยาวและขนาดของขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิม (รูปขวา).....	17
2.5	เปรียบเทียบขนาดรูปการจัดวางโคมหลอด T5 และโคมหลอด TLD ในพื้นที่สำนักงาน	18
2.6	หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12,T8 และ T5.....	19
2.7	หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ LED	20
2.8	ขั้นตอนของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว.....	27
2.9	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline	28
2.10	ขั้นตอนของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก.....	28
2.11	ตัวอย่างของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึกแบบลดขั้นตอน.....	29
2.12	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly crystalline.....	29
2.13	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous Silicon Salar.....	30
2.14	ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous Silicon Salar.....	30
2.15	หน่วยของเซลล์ โมดูล และอาเรย์.....	31
2.16	อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.....	32
2.17	ส่วนประกอบหลักๆของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีแบตเตอรี่.....	34
2.18	ส่วนประกอบหลักๆของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแบตเตอรี่.....	35
2.19	แสดงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย.....	35
2.20	แสดงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย.....	36
2.21	อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์.....	38
2.22	วิธีการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์.....	39
2.23	รวมอุปกรณ์การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์กับหลังคาเมทัลชีท.....	40
2.24	การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดไม่เกิดบังเงา.....	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2.25	เส้นทางการเดินของดวงอาทิตย์ที่จังหวัดปทุมธานีที่ตำแหน่งเฉลี่ยทั้งปี	47
2.26	การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดด้านทิศใต้ที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด	48
2.27	เส้นทางดวงอาทิตย์ (SUN PATH DIAGRAM) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด (21 ธันวาคม ช่วงเวลา 12.00 น.)	48
2.28	เส้นทางดวงอาทิตย์ (Sun Path Diagram) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด (21 มีนาคม ช่วงเวลา 12.00 น.)	49
2.29	เส้นทางดวงอาทิตย์ (Sun Path Diagram) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด(21 ธันวาคม ช่วงเวลา 12.00 น.)	49
2.30	ภาพอาคาร Net Zero Energy กองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น	55
2.31	ภาพมุมสูงการติดตั้งแผงพลังงานแสง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิตและอาคารโดยรอบ	56
3.1	ที่ตั้งอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและอาคารโดยรอบ	59
3.2	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 1	60
3.3	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 2	61
3.4	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 3	62
3.5	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 4	63
3.6	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 5	64
3.7	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 6	65
3.8	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 7	66
3.9	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 8	66
3.10	ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ดาดฟ้า	67
3.11	รูปด้านอาคารทิศเหนือ	68
3.12	รูปด้านอาคารทิศตะวันออก	69
3.13	รูปด้านอาคารทิศใต้	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่

3.14 รูปด้านอาคารทิศตะวันตก..... 71
3.15 รูปตัดอาคารตามยาว..... 71
3.16 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 1..... 84
3.17 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 2..... 84
3.18 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 3..... 85
3.19 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 4..... 85
3.20 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 5..... 86
3.21 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 6..... 86
3.22 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 7..... 87
3.23 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศชั้นที่ 8..... 87
3.24 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นล่าง..... 90
3.25 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 2..... 90
3.26 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 3..... 91
3.27 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 4..... 91
3.28 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 5..... 92
3.29 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 6..... 92
3.30 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 7..... 93
3.31 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 8..... 93
3.32 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 1..... 98
3.33 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 2..... 98
3.34 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 3..... 99
3.35 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 4..... 99
3.36 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 5..... 100
3.37 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 6..... 100
3.38 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 7..... 101
3.39 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟชั้นที่ 8..... 101
3.40 การติดตั้งดวงโคมหลอด T5..... 103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.1	รูปแบบและพื้นที่การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์.....	115
5.2	แสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจำนวน 152 แผง.....	116
5.3	แสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจำนวน 120 แผง.....	116
5.4	แสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจำนวน 120 แผง.....	117
5.5	แปลนหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์.....	118
5.6	แสดงภาพสามมิติจำลองการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน.....	118
5.7	การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาด.....	119
5.8	แสดงภาพสามมิติจำลองการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาและแผงกันแดดอาคารเรียน.....	119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าประเทศไทยมีศักยภาพด้านพลังงานจากพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากที่ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 5-21 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 97-106 องศาตะวันออก ซึ่งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน (Tropical Zone) ใกล้เส้นศูนย์สูตร และการโคจรรอบดวงอาทิตย์ในรอบ 1 ปีมีลักษณะค่อนไปทางทิศใต้ โดยมีค่าความเข้มรังสีรวมของแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันประมาณ 5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน และค่าเฉลี่ยพลังแสงอาทิตย์สูงสุดต่อวัน 961-1,191 วัตต์ต่อตารางเมตร จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าที่ตั้งประเทศไทยมีความเหมาะสมสำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อศึกษาการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์จะเป็นประโยชน์สำหรับการช่วยประหยัดพลังงาน และยังเป็นการใช้พลังงานจากธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุดอีกด้วย(ด้วยเหตุนี้จึงได้มีความเป็นไปได้ในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานทดแทนในอาคารต่างๆให้ได้มีประสิทธิภาพสูงสุดกับอาคารที่ก่อสร้างแล้วหรืออาคารใหม่)

ที่มา : คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน (2561)

อาคารกรณีศึกษานี้เป็นอาคารทางราชการ สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองนโยบายของรัฐบาลเพื่อใช้สำหรับงานทางการศึกษา โดยรัฐบาลต้องจัดสรรงบประมาณแต่ละปีเพื่อเป็นค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอาคารทั้งค่าไฟฟ้า ค่าประปา ซึ่งมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้ เลือกอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เพื่อใช้ในการศึกษา เนื่องจากเป็นอาคารสถานศึกษาในระดับอุดมศึกษาที่มีการใช้งานอาคารทางด้านการเรียนการสอนมาก ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารปริมาณมากดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี (2556)

ประเภท	ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในเวลาต่อวัน (วัตต์ชั่วโมง)	สัดส่วน
ระบบปรับอากาศ	1,816,492	74%
แสงสว่าง	343,067	14%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 (ต่อ)

ปลั๊กไฟ	290,975	12%
รวม	**2,450,534**	100%

ที่มา : จากการสำรวจข้อมูลทางอาคารที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารข้อ3.2 หน้า 63-94

ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารจากระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 74 ของปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคารที่มีสัดส่วนที่สูงที่สุดรองลงมาคือระบบพลังงานแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นมีสัดส่วนร้อยละ 14,12 ตามลำดับ การประมาณค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของอาคารนี้จากปริมาณใช้ต่อวันจำนวน 2,450,534 วัตต์ชั่วโมง คิดเป็นค่าไฟฟ้า 4.50 บาท/1 กิโลวัตต์ชั่วโมง (Unit) ดังนั้นคิดเป็นจำนวน 2,646,577 บาทต่อปี

อาคารกรณีศึกษา อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และปฏิบัติการ เป็นอาคารที่ออกแบบมาเพื่อเป็นอาคารเรียนและปฏิบัติการทางคณะสถาปัตยกรรม สำนักงานห้องพักอาจารย์ เป็นอาคารที่มีความสูง 39.50 เมตร จำนวน 8 ชั้น พื้นที่ใช้สอย 11,946 ตารางเมตร เป็นอาคารที่ให้บริการด้านการเรียนการสอนโดยเป็นห้องเรียนประกอบด้วยห้องปฏิบัติการ ห้องบรรยาย ห้องคอมพิวเตอร์ รวมถึงห้องอาจารย์และบุคลากร เช่นห้อง คณบดี ห้องภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม ห้องภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม เป็นต้น และห้องบุคลากรปฏิบัติงาน เช่น ห้องสำนักงานทะเบียน ห้องสมุดมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากดวงโคมร้อยละ 14 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด

ภาพที่ 1.1 อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1 การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า

อาคารนี้มีโอกาสที่จะมีความร้อนสะสมจากแสงอาทิตย์เนื่องจากด้านเปลือกของอาคารจะเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสีทิศตะวันออก และทิศตะวันตก โดยที่บางช่วงไม่มีแผงบังแดด (Shading Device) มีผลให้ระบบปรับอากาศต้องใช้พลังงานมากขึ้น

ทางมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีมีนโยบายในการสนับสนุนการประหยัดพลังงานเพื่อลดภาระค่าใช้จ่าย และใช้พลังงานที่มีอยู่อย่างจำกัดให้คุ้มค่าที่สุด แต่ทั้งนี้การประหยัดพลังงานควรมีการศึกษากิจกรรมการใช้งานในอาคารนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง จึงจะถือว่าเป็นการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับผู้ใช้อาคาร

การประยุกต์ใช้พลังงานทางเลือกในอาคารโดยการผลิตไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นรูปแบบหนึ่งของการใช้พลังงานจากธรรมชาติที่จะช่วยในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในอาคาร นอกจากนั้นการศึกษาถึงการเปลี่ยนชนิดหลอดไฟส่องสว่างเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดขนาดพื้นที่ในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ศึกษาระบบและรูปแบบการนำแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในการติดตั้งอาคารอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งศึกษาการออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับองค์ประกอบทางด้านสถาปัตยกรรมคือระบบ Building Integrated Photovoltaic System (BIPV) ระบบ BIPV เป็นแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นส่วนประกอบวัสดุก่อสร้างทั่วไปเช่นเป็นส่วนของเปลือกอาคารและ วัสดุมุงหลังคา เป็นต้นและอีกระบบหนึ่งคือ Building-Applied Photovoltaic (BAPV) คือ การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มเติมเข้าไปกับตัวอาคารที่สร้างเสร็จสมบูรณ์ก่อนแล้วแบบบูรณาการ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาระบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในการติดตั้งประกอบกับอาคารอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

1.2.2 เพื่อศึกษาการออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับองค์ประกอบทางด้านสถาปัตยกรรมของอาคาร

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 การวิจัยนี้เลือกใช้อาคารประเภทสถานศึกษาระดับอุดมศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี เป็นกรณีศึกษา

1.3.2 ศึกษาระบบการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเฉพาะการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.3 ศึกษาเฉพาะเรื่องการใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับดวงโคมส่องสว่างในช่วงเวลาเรียน 8.30-12.00, 13.00-16.30 รวม 7 ชั่วโมงต่อ 1 วัน

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.4.1 ศึกษาการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารที่เป็นระบบส่องสว่างทั้งหมด 8 ชั้น โดยเก็บรวบรวมการใช้งานของอาคารจริงของแต่ละห้องของอาคารตามตารางสอนภาคการศึกษาที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 ในปี 2556

1.4.2 ศึกษาเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่างจากการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อหาขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ กรณีต้องใช้พื้นที่มากโดยหาแนวทางลดพลังงานไฟฟ้าด้วยการเปลี่ยนมาเป็นหลอด LED แทน

1.4.3 ศึกษาชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร

1.4.4 กำหนดรูปแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีแบตเตอรี่เพื่อสำรองหรือเก็บพลังงานสะสม ซึ่งระบบนี้จะจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรงมีความเสถียรและป้องกันฟ้าผ่า

1.4.5 ศึกษาพื้นที่การติดตั้ง (Site Location) แผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุดคือ การติดตั้งบนพื้นหลังคาที่โดนแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ผลของการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารต่างๆได้ที่มีลักษณะการใช้งานที่ใกล้เคียงกับอาคารเรียนที่ใช้เป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยนี้ และเป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่ อาคารควบคุมตาม พรบ. การอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2551 ที่ระบบการใช้พลังงานในอาคารบางระบบไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เมื่อติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์แล้ว เพื่อลดการใช้พลังงานรวมของอาคารที่จะสามารถทำการก่อสร้างอาคารใหม่ได้

1.5.2 จากการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าในการทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ส่งจ่ายจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตส่งผลลดเชื่อเพลิง น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน ที่นำมาผลิตกระแสไฟฟ้าที่กำลังจะหมดในอนาคต

1.5.3 นำเสนอแนะให้ภาครัฐสามารถผลิตและขายกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยงานของรัฐหรือรัฐวิสาหกิจด้วยกันได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้จริงและสามารถสร้างเป็นรายได้อย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มุ่งศึกษาการออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียนในประเทศไทย กรณีศึกษา อาคารเรียนสูง 8 ชั้น โดยมีแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์พลังงาน

(ที่มา : ศุทธา ศรีเผด็จ,กฎหมายอนุรักษ์พลังงานในอาคารฉบับใหม่,2554)

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.1 ความเป็นมาของกฎหมายด้านพลังงาน

หลังจากเกิดวิกฤตการณ์ขาดแคลนพลังงานครั้งที่ 2 ปี พ.ศ. 2522 รัฐบาลได้เร่งดำเนินการเพื่อกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพลงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) มุ่งเน้นการส่งเสริมการใช้พลังงานประสิทธิภาพของการใช้อุปกรณ์ ลดการสูญเสียพลังงานมีการสำรวจข้อมูลและจัดทำแผนการจัดการพลังงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในสาขาอุตสาหกรรม ต่อมาสาขาอาคารได้กำหนดในแผนพัฒนาฯฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530-2534) มุ่งเน้นไปในแนวทางของการจูงใจ ส่งเสริม สำรวจข้อมูลเบื้องต้น กำหนดกรอบนโยบายด้านพลังงาน ไม่มีแผน เป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงาน จึงไม่ประสบผลสำเร็จเป็นรูปธรรมเท่าที่ควร ขณะที่รัฐมีความจำเป็นจะต้องเร่งดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีการขาดดุลการค้าและต้องพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศมากกว่าร้อยละ 80 ดั้งนั้นในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2540) รัฐบาลจึงได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (The National Energy Conservation Promotion Act in 1992) เป็นกฎหมายด้านพลังงานฉบับแรก ทั้งสาขาอาคารและอุตสาหกรรม พร้อมกับได้ออกประกาศกระทรวงต่างๆ ให้มีการผลิตและ การใช้พลังงานอย่างประหยัด ตลอดจนการก่อให้เกิดการผลิต และการใช้เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีการกำกับช่วยเหลือเกี่ยวกับการใช้พลังงานโดยมีการกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน เป้าหมายและ แผนอนุรักษ์พลังงาน การตรวจสอบและวิเคราะห์การอนุรักษ์พลังงาน วิธีปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงาน การจัดตั้งกองทุน การป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงาน ตลอดจนการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับพลังงาน

การปฏิบัติเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคารได้แก่การดำเนินการ อย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้ คือ การลดความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคาร การปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งการรักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม การใช้วัสดุก่อสร้างอาคารที่จะช่วยอนุรักษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงาน ตลอดจน การแสดงคุณภาพของวัสดุก่อสร้างนั้นๆ การใช้แสงสว่างในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้ และการติดตั้ง เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน การใช้ระบบความคุมการทำงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ และ การอนุรักษ์พลังงานโดยวิธีอื่น ใน ปี พ.ศ.2538 ได้ออกพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมคือเป็นอาคารใดๆที่มีขนาดใหญ่มีการใช้ไฟฟ้าจำนวนมากเกินกว่า 1,000 กิโลวัตต์หรือปริมาณพลังงานทั้งหมดเทียบเท่าพลังงานความร้อนตั้งแต่ 20 ล้านเมกกะจุล ทั้งอาคารเก่าและอาคารใหม่ จะต้องดำเนินการสำรวจ และจัดทำรายงานการใช้พลังงานตามแนวทางข้างต้น

บทบัญญัติเดิมมีบางประการล้าสมัยไม่เหมาะสมกับสภาวการณ์ในปัจจุบัน สมควรแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถกำกับและส่งเสริมการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพและสามารถปรับเปลี่ยนแนวทางการอนุรักษ์พลังงานให้ทันต่อเทคโนโลยีดังที่ได้มีการปรับปรุงพัฒนา เกณฑ์ต่างๆ ในช่วงปี พ.ศ. 2538-2548 กำหนดมาตรฐานด้านประสิทธิภาพของการผลิตเครื่องจักรและอุปกรณ์ใหม่ การเก็บรักษาเงินและทรัพย์สินของกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานตลอดจนการมอบหมายให้บุคคลและนิติบุคคลตรวจสอบและรับรองการจัดการพลังงานการใช้พลังงานในเครื่องจักรหรืออุปกรณ์และคุณภาพวัสดุหรืออุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแทนพนักงานเจ้าหน้าที่มีไม่เพียงพอ และเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม ปัญหาและข้อผิดพลาดจากการวิเคราะห์เกณฑ์ประเมินบางค่าไม่ถูกต้อง เช่น ค่าถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV: Overall Thermal Transfer Value) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV: Roof Thermal Transfer Value) การวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิบังแดด (SC; Shading Coefficient) ของช่องเปิดไม่ถูกต้องในบางกรณี เช่นมีการบังแดดจากอาคารข้างเคียงส่งผลให้การประมาณค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารมีปริมาณสูงเกินจริง การประเมินเพื่อขอเงินช่วยเหลือในการปรับปรุงอาคารจึงไม่คุ้มค่าในการลงทุน และช่วงเวลาของการใช้งานของอาคารประเภทต่างๆไม่เหมือนกันอาคารบางอาคารใช้งานเฉพาะช่วงกลางวันบางอาคารใช้งานทั้งกลางวันและกลางคืนโดยเฉพาะอาคารที่ใช้งานช่วงเที่ยงวันถึงเที่ยงคืน การได้รับผลกระทบจากแสงอาทิตย์ที่แตกต่างกันการประเมินค่าความร้อนจากภายนอกของอาคารประเภทต่างๆ ใช้สมการประเมินค่าเหมือนกันหมดเป็นค่าที่ไม่ถูกต้อง จึงดำเนินการแก้ไข ปรับปรุง เป็นพระราชบัญญัติการส่งเสริมการนุรักษ์พลังงาน ฉบับที่ 2 พ.ศ.2550 (The National Energy Conservation Promotion Act in 2009) เป็นฉบับใหม่ มีผลบังคับใช้วันที่ 1 มิถุนายน 2551 ถึงปัจจุบัน

กลุ่มเป้าหมายที่รัฐมุ่งเข้าไปกำกับดูแล ส่งเสริม และสนับสนุนเพื่อให้เกิดการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามพระราชบัญญัตินี้จึงประกอบด้วย 3 กลุ่มคือ โรงงานควบคุม อาคารควบคุม และผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ

- เพื่อกำกับดูแล ส่งเสริม และสนับสนุนให้ผู้ที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายมีการอนุรักษ์พลังงานด้วยการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด บัญญัติ อยู่ในมาตรา 17-22 และ มาตรา 40-61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนการให้เกิดการผลิตและการใช้เครื่องจักร วัสดุ อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ อยู่ในมาตรา 23

- เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม โดยการจัดตั้ง “กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน” เป็นแหล่งเงินทุน

การอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะทำการก่อสร้างหรือดัดแปลง ในมาตรา 19 วรรคหนึ่ง ได้กำหนดให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติมีอำนาจออกกฎกระทรวงใหม่ในเรื่องดังต่อไปนี้

- กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารที่จะทำการก่อสร้างหรือดัดแปลงจะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานเป็นอาคารควบคุม กำหนดโดยแบ่งตามขนาดพื้นที่และประเภทของอาคาร ซึ่งต่างจากการแบ่งตามปริมาณการใช้พลังงานที่สูงเป็นอาคารขนาดใหญ่ในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ฉบับแรก กล่าวคือ การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกประเภท หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป และกำหนดประเภทของอาคารตามลักษณะการใช้งานที่ใกล้เคียงกัน เป็นอาคารควบคุมตามกฎกระทรวงนี้คือ

ประเภทที่ 1 สถานศึกษา สำนักงาน

ประเภทที่ 2 อาคารโรงมหรสพ อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า อาคารชุมนุมชน

ประเภทที่ 3 สถานพยาบาล อาคารโรงแรม อาคาสถานบริการ อาคารชุด

- กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน

2.1.2 เกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบ

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 การดำเนินการปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคารการควบคุมข้างต้นเป็นอาคารที่จะปรับปรุงหรืออาคารที่จะก่อสร้างใหม่ การดำเนินการได้ข้อสรุปที่ประกาศเป็นเกณฑ์ข้อบังคับ โดยต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารทุกเกณฑ์ดังนี้

2.1.3 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอุปกรณ์และระบบ

การกำหนดเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆ ระบบกรอบอาคาร ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบทำความร้อนในอาคาร เกณฑ์มาตรฐานค่าความถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารและหลังคาสูงสุด และค่ากำลังไฟฟ้าแสงสว่างสูงสุดของอาคารแต่ละประเภท มีค่ากำหนด แสดงตารางที่ 2.1 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารและหลังคาจะเป็นการออกแบบผนังทึบผนังกระจกในการเลือกวัสดุ และสัดส่วนของผนังทั้งสองสำหรับอาคารประเภทต่างๆ เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิการส่งผ่านความร้อนรวม (U-Value) และกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าอุณหภูมิแตกต่างของผนังกระจกอาคารแต่ละประเภทใหม่ต่างจากเดิมซึ่งกำหนดอาคารเก่าและอาคารใหม่มีค่าอุณหภูมิแตกต่างจากผนังกระจกเท่ากันคือ 5 °C

กำหนดค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศคือเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก (Unitary air-conditioners) และเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ (เครื่องทำน้ำเย็น Chiller) สำหรับส่วนอื่นของระบบปรับอากาศที่ใช้ไฟฟ้า เช่น ระบบระบายความร้อน ระบบส่งน้ำเย็น และส่งลมเย็น จะต้องมีพิกัดการออกแบบ ใช้ไฟฟ้ารวมกันไม่เกิน 0.5 kW/TON ข้อกำหนดค่าประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำของการทำน้ำร้อนและทำน้ำเย็นแบบดูดซึม (Absorption Chiller) การกำหนดประสิทธิภาพพลังงานของระบบอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน (Boiler) และเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม (Heat Pump Water Heater) กำหนดค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของหม้อกำเนิดไอน้ำในอาคารตามชนิดเชื้อเพลิง เครื่องทำน้ำร้อนแบบน้ำผ่าน Instantaneous water heater ไม่ต้องกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำเนื่องจากผู้ผลิตส่วนใหญ่ ผลิตคุณภาพสูงใกล้เคียงกับ 100 % อยู่แล้ว และค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊ม ที่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่

2.1.4 เกณฑ์ประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole Building Compliance

กรณีบางระบบไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เช่น อาคารบางอาคารต้องการออกแบบให้มีมุมมองจากภายในที่ดีโดยการเพิ่มสัดส่วนผนังกระจก ค่าเกณฑ์มาตรฐานการส่งผ่านความร้อนของกรอบอาคารไม่ผ่านเกณฑ์ความยืดหยุ่นในการออกแบบโดยการใช้เกณฑ์ประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ซึ่งต้องชดเชยปรับลดการใช้พลังงานในระบบอื่นๆ เพื่อให้ได้ค่าดัชนีการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐาน เทียบกับอาคารอ้างอิงที่คุณสมบัติต่าง ๆ เหมือนกับอาคารควบคุมที่ออกแบบ และมีการคำนวณให้เกณฑ์มาตรฐานระบบทุกระบบผ่านเกณฑ์มาตรฐาน หรือการใช้พลังงานหมุนเวียนเข้ามาชดเชยการใช้พลังงานในการลดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารให้ผ่านเกณฑ์ก็ได้

2.1.5 เกณฑ์การประเมินการใช้พลังงานของอาคารเมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนทดแทนพลังงานเชิงพาณิชย์

การใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคาร ให้ยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนในอาคารกรณีที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติสำหรับการส่องสว่างภายในอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารให้ถือเสมือนว่าไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยการออกแบบดังกล่าวต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้และจะต้องผ่านเกณฑ์ทั้งหมดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ต้องแสดงให้เห็นชัดเจนว่ามีการออกแบบสวิตช์ที่มีระบบเปิด ปิดหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ออกแบบใช้กับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารที่มีระยะกรอบอาคารไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของความสูงของหน้าต่างในพื้นที่นั้น ๆ

- กระจกหน้าต่าง ตามแนวกรอบอาคารข้างต้น จะต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

ค่าประสิทธิผลของสัมประสิทธิการบังแดด (SC_{eff} ; Effective Shading Coefficient) ไม่น้อยกว่า 3.0 และ กระจกที่ใช้มีค่าอัตราส่วนการส่งผ่านแสงต่อการส่งผ่านความร้อน (LSG; Light to Solar Heat Gain) เป็นอัตราส่วนของการส่งผ่านของแสงช่วงที่มองเห็นได้ต่อค่าสัมประสิทธิความร้อนรังสีดวงอาทิตย์ (SHGC; Solar Heat Gain Coefficient) มากกว่า 1.0

- พื้นที่ผนังทึบที่สลับกับพื้นที่หน้าต่างในบริเวณนั้นต้องไม่มากกว่าพื้นที่กระจก

การชดเชยโดยการลดจำนวนหลอดไฟฟ้าแสงสว่างในแนวกรอบอาคารออกไป และอาคารใดมีการผลิตไฟฟ้าโดยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์ สามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าชดเชยได้ และการใช้เครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ชดเชยการใช้พลังงานพาณิชย์ในการทำน้ำร้อนได้โดยหักลบออกจากค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ค่าต่างๆ (BEC; Building Energy Code Program) พัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้มีเครื่องมือช่วยในการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคารตามเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ตามที่กฎหมายกำหนดได้โดยง่าย

ตารางที่ 2.1 ค่าความร้อนรวมของกรอบอาคาร (OTTV, RTTV) และกำลังไฟฟ้าแสงสว่างสูงสุด

ประเภทของอาคาร / ลักษณะการใช้งาน	OTTV RTTV (W/m^2)	กำลังไฟฟ้าแสงสว่าง (W/m^2)
สำนักงาน สถานศึกษา	O-OTTV < หรือ = 50, O-RTTV < หรือ = 15	14
โรงมหรสพ อาคารชุมนุมชน ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า	S-OTTV < หรือ = 40, S-RTTV < หรือ = 12	18
โรงพยาบาล โรงแรม อาคารชุด	H-OTTV < หรือ = 30, H-RTTV < หรือ = 10	12

หมายเหตุ: O,S,H เป็นประเภทของการใช้งานของอาคารแสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของกรอบอาคารโดยใช้สมการคำนวณใหม่ที่แตกต่างกัน

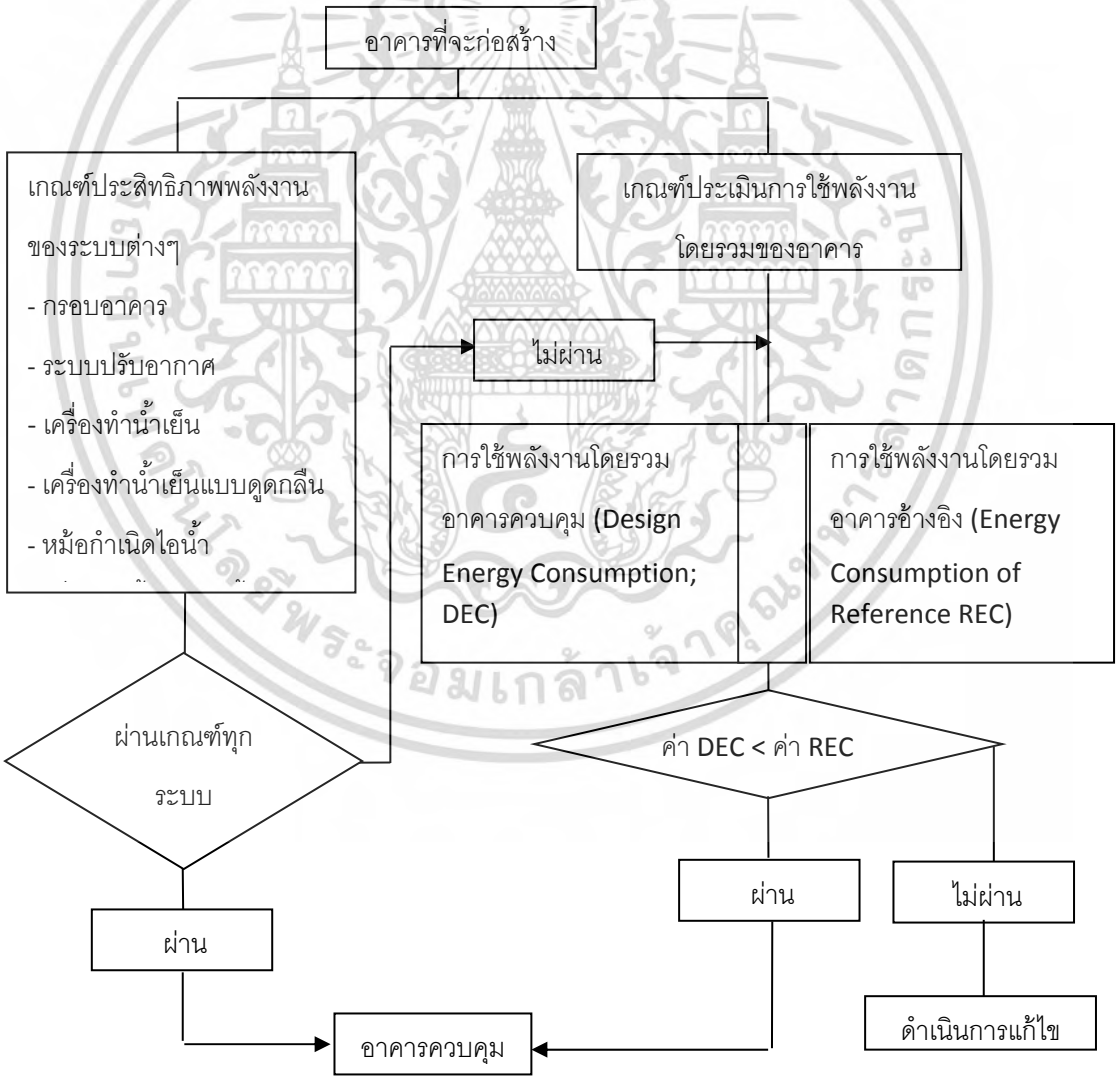
พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานฉบับที่ 2 พ.ศ. 2550 มีผลบังคับใช้ในปัจจุบันสำหรับอาคารควบคุมที่มีพื้นที่การก่อสร้างเกินกว่า 2,000 ตารางเมตร ต้องดำเนินการตามกฎหมายที่กำหนด คือ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานในการออกแบบต่างๆ คือ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของระบบหลัก คือ ระบบกรอบอาคาร ระบบแสงสว่าง ระบบการปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระบบการทำความร้อน ทุกระบบต้องผ่านเกณฑ์การปฏิบัติตามกฎหมาย แต่ถ้าระบบใดๆ ไม่ผ่านก็สามารถใช้วิธีการวิเคราะห์เกณฑ์ประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร โดยวิเคราะห์จากทุกระบบข้างต้นรวมกัน รวมกับการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารในการลดการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และเมื่อเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมผ่านเกณฑ์ อาคารนั้นก็จะปฏิบัติตามกฎหมาย และถ้าไม่ผ่านต้องทำการปรับปรุงและวิเคราะห์ค่าใหม่

การอนุรักษ์พลังงานในอาคารให้บรรลุเป้าหมาย รัฐต้องให้ความรู้ ช่วยเหลือส่งเสริม กำหนดแนวทางปฏิบัติ ซึ่งต้องอาศัยการประสานงานระหว่างกระทรวงพลังงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ ในการควบคุม ตรวจสอบ การออกแบบ และการก่อสร้างอาคารได้แก่ กระทรวงมหาดไทยฐานะผู้กำกับดูแล องค์กรวิชาชีพ สถาปนิก วิศวกร ในฐานะผู้ปฏิบัติการ รวมทั้งเจ้าของอาคาร และผู้ใช้อาคาร ควรดำเนินการให้เป็นไปตามพระราชบัญญัติฉบับนี้

ที่มา : ศุทธา ศรีเผด็จ, กฎหมายอนุรักษ์พลังงานในอาคารฉบับใหม่, 2554



ภาพที่ 2.1 ขั้นตอนการดำเนินการเพื่อปฏิบัติตาม พรบ. การส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน ฉบับที่ 2 พ.ศ.2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (ที่มา:ชำนาญ ห่อเกียรติ : เทคนิคการส่องสว่าง :กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540)

แสงเป็นพลังงานรูปแบบหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานชนิดอื่น เช่น พลังงานความร้อน พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า แสงเกิดจากคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถ แหล่งกำหนดแสงธรรมชาติที่สำคัญที่สุดคือ ดวงอาทิตย์ เมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศของโลกจะเกิดการหักเหและสะท้อนแสงก่อนที่จะลงมายังผิวโลก และเมื่อกระทบกับผิววัตถุใดๆ จะเกิดคุณสมบัติ 3 ประการ คือ การดูดกลืน การสะท้อน และการส่องผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชนิด

1. การดูดกลืน (Absorption) เป็นปรากฏการณ์ที่แสงถูกกลืนหายไปในตัวกลางและเกิดการเปลี่ยนรูปพลังงาน โดยทั่วไปจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อน

2. การสะท้อน (Reflection) เป็นพฤติกรรมที่แสงกระทบบนตัวกลางแล้วสะท้อนออกโดยที่ความถี่ของคลื่นแสงนั้นไม่เปลี่ยนไป ลักษณะการสะท้อนแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ การสะท้อนแบบเสมือนกระจกเงา (Secular Refection) และการสะท้อนแบบกระจาย (Diffuse Refection)

3. การส่องผ่าน (Transmission) เป็นปรากฏการที่แสงตกกระทบด้านหนึ่งของตัวกลางแล้วทะลุผ่านไปยังอีกด้านหนึ่ง

2.2.1 การใช้แสงจากธรรมชาติ

- สภาพท้องฟ้า (Sky Condition) ค่าความสว่างและความเจ้าของท้องฟ้าอันเนื่องมาจากแสงธรรมชาติที่เปลี่ยนตลอดเวลาเป็นผลเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ปริมาณของเมฆ และอนุภาคของอากาศ ฝุ่น ควัน หรือไอน้ำ โดยทั่วไปเราแบ่งสภาพท้องฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. Overcast Sky คือ สภาพท้องฟ้าที่ปกคลุมด้วยเมฆจนไม่สามารถมองเห็นแหล่งกำเนิดแสงหรือดวงอาทิตย์ได้

2. Clear Sky คือ สภาพท้องฟ้าโปร่งใส ไม่มีเมฆปกคลุม

3. Partly Cloudy Sky คือ สภาพท้องฟ้ามืด เมฆปกคลุมบางส่วน หาความสว่างของท้องฟ้านี้จะทำได้ยากเนื่องจากการแปรเปลี่ยนของเมฆที่มีตลอดเวลา สภาพท้องฟ้าที่ภาคกลางของไทยส่วนใหญ่จะมีสภาพท้องฟ้าเป็นแบบนี้

2.2.2 ความรู้พื้นฐานทางด้านแสงสว่าง

พื้นฐานทางด้านการส่องสว่างมีความจำเป็นที่ต้องเรียนรู้ก่อนที่จะเข้าไปดำเนินการในเรื่องการประหยัดพลังงานแสงสว่าง พื้นฐานการส่องสว่างที่กล่าวถึงในที่นี้ จะกล่าวเฉพาะสิ่งที่จำเป็นเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 ความส่องสว่างและความสว่าง

1. ความส่องสว่าง (illuminance) คือปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วย หรือ “ฟลักซ์” การส่องสว่างที่ตกกระทบพื้นที่หนึ่งหน่วยมีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (Lux,lx)

2. ความสว่าง (Luminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็น Candela / m^2 ปริมาณแสงที่เท่ากันเมื่อตกกระทบลงมาบนวัตถุที่มีสีต่างกันจะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน นั้นคือ "ลูมิแนนซ์" ต่างกัน สาเหตุที่ต่างกันก็เนื่องมาจากสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัตถุที่ต่างกัน

$$\text{ความสว่าง (Luminance)} = \frac{\text{ปริมาณแสง (lumen)}}{\text{พื้นที่ } (m^2)}$$

2.2.2.2 หลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ (ที่มา: โอม ปนาทกูล : แนวทางวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศกรณีศึกษา : อาคารมหากฎ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2547)

1. หลอดไฟฟ้า ที่มีใช้กันอยู่มีหลายชนิดด้วยกันหลอดแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติทางแสงละทางไฟฟ้าต่างกัน ในการเลือกหลอดไฟเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ต้องเลือกหลอดที่มีประสิทธิผล (Lumen / watt) สูง อายุการใช้งานนาน และคุณสมบัติทางแสงของหลอดด้วย แต่งานบางอย่างก็ต้องเลือกใช้หลอดที่ไม่ประหยัดพลังงาน ฉะนั้นการนำหลอดไปใช้งานต้องพิจารณาความเหมาะสมในการนำไปใช้

ประเภทของหลอดไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้แก่

1) หลอดอินแคนแดสเซนต์ (Incandescent) หรือหลอดมีไส้ เป็นหลอดที่มีประสิทธิผล (Effcacy) ต่ำมีอายุการใช้งานสั้นในเกณฑ์ประมาณ 1,000 - 3,000 ชม. หลอดประเภทนี้จะให้แสงสว่างที่เกิดจากการทำให้สายใยเล็กๆ ซึ่งทำด้วยลวดทังสเตนร้อน จนกระทั่งมันเรืองแสง แต่จะเกิดความร้อนมากกว่าแสงสว่าง คือ เป็นความร้อน 95 % แสงสว่าง 5 % มีอุณหภูมิสี ประมาณ 2,800 องศาเคลวิน แต่ให้แสงที่มีค่าความถูกต้องของสี 100 %

หลอดประเภทนี้ได้แก่

1. GLS
2. PAR , R
3. ทังสเตนฮาโลเจน
4. ฮาโลเจนแรงดันต่ำ
5. สตูดิโอ , หลอดไฟถ่ายรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) หลอดปล่อยประจุ (Discharge) เป็นหลอดที่ไม่ต้องใช้ไส้หลอด หลอดในตระกูลนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ หลอดความดันไอต่ำและหลอดความดันไอสูง

หลอดความดันไอต่ำ

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบ คือ Daylight Cool Whit และ Warm White ชนิดของหลอดชนิดนี้ที่ใช้กันทั่วไป คือ แบบ Linear ขนาด 18 และ 38 วัตต์ และ Circular 22 32 และ 40 วัตต์ และมีประสิทธิผลประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ ถือว่าสูงพอสมควรและประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ ซึ่งค่าประมาณ 10 - 15 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งาน 9,000 - 12,000 ชม.

- หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดปล่อยปรุจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบ คือ

1. Daylight
2. Cool White
3. Warm White

เช่นเดียวกันกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบที่ใช้งานกันมากคือ หลอดเดี่ยว มีขนาดวัตต์ 5 , 7 , 9, 11 วัตต์ และหลอดคู่ มีขนาดวัตต์ 10 , 13 , 18 , 26 วัตต์ เป็นหลอดที่พัฒนาขึ้นมาแทนหลอดอินแคนเดสเซนต์ และมีประสิทธิผลสูงกว่าหลอดอินแคนเดสเซนต์ คือประมาณ 50 - 80 (Lumen / Watt) และอายุการใช้งานประมาณ 5,000 - 8,000 ชั่วโมง (มากกว่าหลอดไส้ประมาณ 8 เท่า แต่การใช้พลังงานน้อยกว่าถึง 4 เท่า) ปัจจุบันมี 2 ชนิด คือ

1. หลอดคอมแพคบัคสาสต์ภายใน เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ย่อขนาดลงแล้วมีบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์รวมอยู่ภายในหลอด สามารถนำไปติดตั้งแทนที่หลอดไส้ได้ทันที

2. หลอดคอมแพคบัคสาสต์ภายนอก ตัวหลอดคล้ายกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 2 หลอดเชื่อมกัน ภายในคั่วหลอดจะมีสตาร์ทเตอร์อยู่ภายใน ซึ่งจะมีขาต่อสายโผล่ออกมาให้เห็น 2 ขา ในการต่อใช้งานจะต้องมีบัลลาสต์พิเศษและขาหลอดนำมาต่อร่วมด้วย

หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ หลอดประเภทนี้มีสีเหลืองจัดและประสิทธิผลสูงมากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด คือ มีประสิทธิผลประมาณ 120 - 200 Lumen / Watt แต่ความถูกต้องของสีน้อยที่สุด คือ มีความถูกต้องของสีเป็น 0 % ข้อดีของแสงสีเหลืองเป็นสีที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ดีที่สุด หลอดประเภทนี้จึงเหมาะเป็นไฟถนนและอายุการใช้งานประมาณ 16,000 ชม. หลอดมีขนาดวัตต์ 18 , 35 , 55 , 90 , 135 , และ 180 Watt.

หลอดความดันไอสูง

1. หลอดโซเดียมความดันไอสูง หลอดโซเดียมความดันไอสูงมีประสิทธิผลรองจากหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ คือ มีประสิทธิผลประมาณ 70 - 90 Lumen / Watt แต่ความถูกต้องของสีดีกว่าหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ คือ 20 % และมีอุณหภูมิสีประมาณ 2,500 เคลวิน เป็นอุณหภูมิสีต่ำเหมาะกับงานที่ไม่ต้องงการความส่องสว่างมาก เช่น ไฟถนน ไฟบริเวณ ซึ่งต้องการ

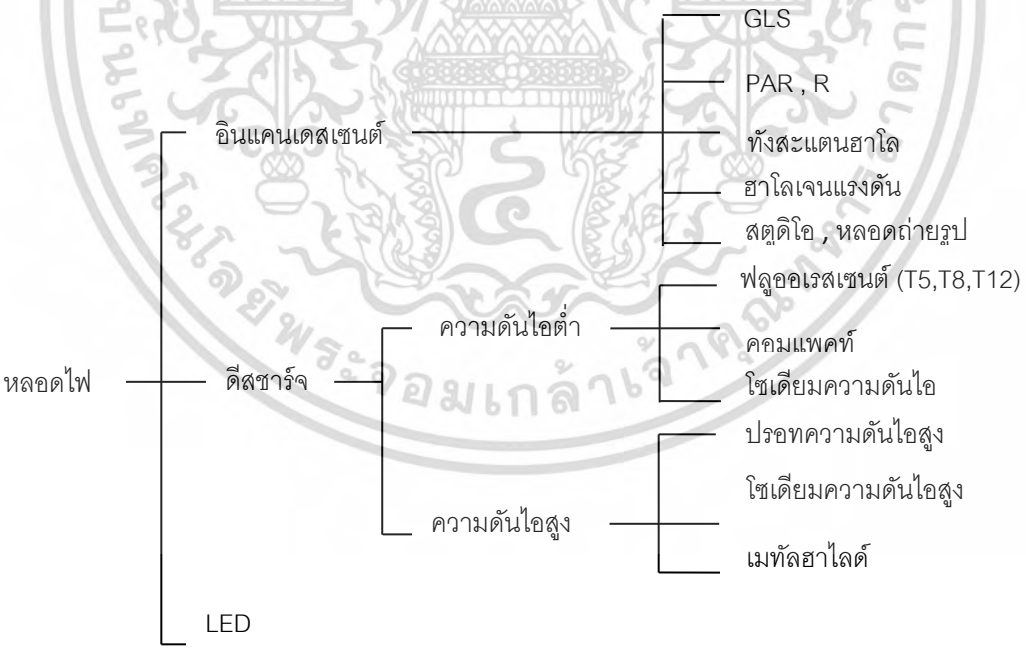
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความส่องสว่างประมาณ 5 - 30 lux และอายุการใช้งานประมาณ 24,000 ชม. มีขนาดวัตต์ 50, 70, 100, 150, 250, 400, 1,000 watt

2. หลอดปรอทความดันไอสูง หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "หลอดแสงจันทร์" และมีประสิทธิผลสูงพอกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ คือ มีประสิทธิผลประมาณ 50 -80 Lumen/Watt แสงที่ออกมามีความถูกต้องสีประมาณ 60 % ส่วนใหญ่ใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ เมื่อต้องการวัตต์สูงๆ ในพื้นที่ที่มีเพดานสูง อุณหภูมิประมาณ 4,000 - 6,000 เคลวิน แล้วแต่ชนิดของหลอด และอายุการใช้งานประมาณ 8,000 - 24,000 ชม. มีขนาดวัตต์ 50, 80, 125, 250, 400, 700 , และ 1,000 วัตต์

3. หลอดเมทัลฮาไลด์ ก็เหมือนกับหลอดปล่อยประจุอื่นๆ แต่มีข้อดีที่ว่ามีสเปตรัมแสงทุกสี ทำให้สีทุกชนิดเด่นภายใต้หลอดนี้ นอกจากความถูกต้องของสีสูงแล้ว แสงที่ออกมาก็อาจมีตั้งแต่ 3,000 - 4,500 เคลวิน (ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตต์) ส่วนใหญ่นิยมใช้กับสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ มีอายุการใช้งานประมาณ 6,000-9,000 ชม. และมีขนาดวัตต์ 100, 125 , 250, 300, 400, 7,000 และ 1,000 วัตต์

การแบ่งชนิดของหลอดดังกล่าวข้างต้น สามารถเขียนให้เป็นไดอะแกรม เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 การแบ่งประเภทของหลอดไฟฟ้า

ที่มา : http://www.tieathai.org/know/general/generalo.htm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกหลอดไฟฟ้า การเลือกใช้หลอดไฟฟ้าเพื่อใช้งานต้องพิจารณาหลาย ๆ องค์ประกอบร่วมกันก่อนที่จะนำไปใช้งาน

1) ค่าฟลั๊กซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) หมายถึง ปริมาณแสงสว่างหน่วยเป็น "ลูเมน" (Lumen)

2) ค่าประสิทธิผล (Efficacy) หมายถึง ปริมาณแสงที่ออกมาต่อวัตต์ที่ใช้ (Lumen / Watt) หลอดมีค่าประสิทธิผลสูงหมายความว่า หลอดนี้ให้แสงออกมามากแต่ใช้วัตต์ต่ำ

3) ความถูกต้องของสี (Color Rendering) หมายถึง สีที่ส่องไปถูกวัตถุให้ความถูกต้องสีมากน้อยเพียงใดมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หลอดที่มีค่าความถูกต้อง 100 % หมายความว่าเมื่อใช้หลอดนี้ส่องวัตถุชนิดหนึ่งแล้วสีของวัตถุที่เห็นไม่มีความเพี้ยนของสี

4) อุณหภูมิสี (Color Temperature) หมายถึง สีของหลอดเทียบเทียบได้กับสีที่เกิดเนื่องจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนมีอุณหภูมินั้น เช่น หลอดอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสีประมาณ 3,000 องศาเคลวิน

5) มุมองศาในการใช้งานหลอด (Burning Position) หมายถึง มุมองศาในการใช้งานหลอดสำหรับการติดตั้งหลอดตามคำแนะนำของผู้ผลิต

6) อายุการใช้งาน (Life Time) หมายถึงอายุการใช้งานของหลอดโดยเฉลี่ยของหลอดหน่วยเป็นชั่วโมง

2. การเลือกชนิดของหลอดไฟฟ้าที่เหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว

หลอดฟลูออเรสเซนต์ออกจะมีราคาสูงกว่าหลอดไส้ แต่หลอดฟลูออเรสเซนต์จะให้ความสว่างมากกว่าหลอดไส้ ประมาณ 4 - 5 เท่าตัว โดยใช้ไฟเท่ากัน และมีอายุการใช้งานยาวกว่าหลอดไส้ประมาณ 7 -8 เท่าตัว ฉะนั้น การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 40 วัตต์ 1 หลอด จะให้แสงสว่างเท่ากับการใช้หลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์ 2 หลอด

จะเห็นได้ว่าการใช้ "หลอดฟลูออเรสเซนต์" จะมีค่าไฟฟ้าถูกกว่าการใช้ "หลอดไส้" ประมาณ 4 เท่า

นอกจากนี้ หลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นใหม่ซึ่งเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง หรือมี่เรียกว่า "หลอดผอม" ให้กำลังแสงสว่างสูงเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา แต่กินไฟน้อยกว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่า ตัวหลอดจะเล็กกว่าหลอดธรรมดา มีขนาด 18 วัตต์ ใช้แทนขนาด 20 วัตต์ และขนาด 36 วัตต์ ใช้แทนขนาด 40 วัตต์ สามารถนำไปสวมเข้ากับขั้วและขาหลอดเดิมได้ทันทีโดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์และสตาร์ทเตอร์ หลอดชนิดดังกล่าวจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 10

"หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์" เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดใหม่มีลักษณะเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้เกิดการประหยัดพลังงาน โดยใช้แทนหลอดไส้ได้ มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ถึง 8 เท่า ใช้ไฟฟ้าน้อยกว่าหลอดไส้ 4 เท่า เป็นหลอดที่ประหยัดไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 75 ปัจจุบันมี 2 ประเภท 8nv ประเภทที่มีบัลลาสต์ละสตาร์ทเตอร์รวมอยู่ภายในหลอดสามารถนำไปใช้แทนหลอดไส้ชนิดเกลียวได้ทันทีโดยไม่ต้องเพิ่มอุปกรณ์อื่น มีหลายขนาดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาด 9 วัตต์ ให้แสงสว่างเท่ากับหลอดไส้ ขนาด 40 วัตต์
ขนาด 13 วัตต์ ให้แสงสว่างเท่ากับหลอดไส้ ขนาด 60 วัตต์
ขนาด 18 วัตต์ ให้แสงสว่างเท่ากับหลอดไส้ ขนาด 75 วัตต์
ขนาด 25 วัตต์ ให้แสงสว่างเท่ากับหลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ มีคุณสมบัติดีกว่าประหยัดค่าไฟฟ้าดังตัวอย่างการใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ภายในบ้านที่อยู่อาศัย หากใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดที่มีบัลลาสต์ภายใน ขนาด 13 วัตต์ 1 หลอด แทนหลอดไส้ ขนาด 60 วัตต์ จำนวน 1 หลอด จะประหยัดค่าไฟฟ้าได้ประมาณปีละ 142 บาท

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ อีกชนิดเป็นหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ภายนอก และมีหลักการเดียวกับหลอดคอทแพคบัลลาสต์ภายใน แต่หลอดคอทแพคบัลลาสต์ภายนอกสามารถเปลี่ยนหลอดได้ง่ายเมื่อมีการชำรุด ตัวหลอดมีลักษณะงอโค้งเป็นรูปตัวยู ภายในขั้วของหลอดจะมีสตาร์ทเตอร์อยู่ภายใรและมีบัลลาสต์ภายนอก การติดตั้งใช้งานต้องมีขาเสียบเพื่อใช้กับบัลลาสต์ที่แยกออก มีขนาด 5 วัตต์ 9 วัตต์ และ 11 วัตต์

มาตรการในการลดการใช้พลังงานในที่ทำงาน หรือที่พักอาศัย ที่ง่ายแก่การปฏิบัติ และให้ผลตอบแทนการลงทุนสูงที่สุดมาตรการหนึ่งก็คือการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า คือเปลี่ยนจากหลอดไส้เป็นหลอดตะเกียบ (Compact Fluorescent : CFL) และเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เรียกว่าหลอดผอม หรือ T8 มาเป็นหลอดชนิดผอมมาก หรือ T5

ภาพที่ 2.3 เปรียบเทียบขนาดของหลอด T12 T8 และ T5
ที่มา : http://image.free.in.th/v/2013/iv/140326035031.jpg

สาเหตุที่เรียกหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็น T นั้น เพราะว่าลักษณะของหลอดที่เป็นทรงคล้ายท่อ (Tubular) ส่วนตัวเลขข้างหลังนั้นจะหมายถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเป็นหุน ดังนั้น หลอด T5 ก็จะหมายถึงหลอดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 หุน (5/8) ส่วนหลอด T8 และ T12 ก็จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 หุน (8/8) และ 12 หุน (12/8 นิ้ว) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 เปรียบเทียบขนาด T5, T8 และT12 (รูปซ้าย), ชุด Adapter เพิ่มความยาวและขนาดของขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิม (รูปขวา)

ที่มา : http://image.free.in.th/v/2013/ii/140326054512.jpg

เทคโนโลยีใหม่นี้ที่เพิ่งมีการนำมาใช้ในประเทศไทย คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ซึ่งเดิมเราใช้หลอดอ้วน หรือ T12 ซึ่งใช้ไฟฟ้า 40 วัตต์ เมื่อประมาณสิบปีมาแล้ว สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ และ กฟผ. ได้กำหนดมาตรการให้มีการเลิกผลิตหลอดอ้วนและมาผลิตและจำหน่ายหลอดผอม หรือ T8 โดย T8 ใช้ไฟฟ้า 36 วัตต์ จึงลดการใช้ไฟฟ้าได้ 10 % ภายในสามปีประเทศไทยก็เลิกใช้หลอดอ้วนและใช้หลอดผอมจนทุกวันนี้ โดยเทคโนโลยีหลอดไฟฟ้าได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปเรื่อยๆ เริ่มมีการใช้หลอดผอมใหม่ หรือ T5 ที่ใช้ไฟฟ้าเพียง 28 วัตต์ ซึ่งเมื่อรวมบัลลาสต์แล้วใช้ไฟฟ้า 31 วัตต์ เทียบกับ 46 วัตต์สำหรับหลอด T8 รวมบัลลาสต์ จึงทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 30% แต่ปัญหา คือ ราคาติดตั้งค่อนข้างแพง

ส่วนการติดตั้งหลอด T5 เพื่อใช้ทดแทนหลอด T8 เดิมมีอยู่ เนื่องจากหลอดมีขนาดเล็กกว่าหลอด T8 ดังนั้นการที่จะทำการติดตั้งหลอดเข้าแทนที่หลอดเดิมนั้นจะต้องใช้ Adapter G13-G5 เพื่อเพิ่มความยาวและปรับขนาดของขั้วหลอดให้เข้ากับโคมชุดเดิมได้อย่างไม่ยาก และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิคสำหรับหลอด T5 ด้วย

ตารางที่ 2.2 รายละเอียดของหลอดไฟฟ้าระหว่างหลอด T8 และ T5

รายการ	หลอด T8	หลอด T5
ความยาวหลอด มม.	1,199 มม.	1,149
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง	26 มม.(8 หุน)	16 มม. (5หุน)
ขั้วหลอด	G13	G5
กำลังไฟฟ้าที่ใช้	36 วัตต์	28 วัตต์
ชนิดบัลลาสต์ที่ใช้	แกนเหล็ก,Low Los, อิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น
อุณหภูมิใช้งานที่มีประสิทธิภาพ	25 องศาเซลเซียส	35 องศาเซลเซียส
ประสิทธิภาพแสง	75-89 ลูเมนต์/วัตต์	90-104 ลูเมนต์/วัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

รายการ	หลอด T8	หลอด T5
อายุใช้งาน	8000-20000 ชม.	15000-20000 ชม.
ปริมาณแสง	2600-3300 ลูเมนต์	2400-2900 ลูเมนต์
ค่าดำรงลูเมนที่ 2,000 ชม.	88%	92%
ความถูกต้องสี (CRI)	70-80	82-85
ราคาต่อหลอด	36 บาท ยี่ห้อ Lamptan	69 บาท ยี่ห้อ Lamptan

ภาพที่ 2.5 เปรียบเทียบรูปการจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด TLD (หลอดนีออนPHILIPS รุ่น TLD) ในพื้นที่สำนักงาน

ที่มา : http://www2.dede.go.th/share/T5.pdf

ข้อดีของหลอดเบอร์ 5

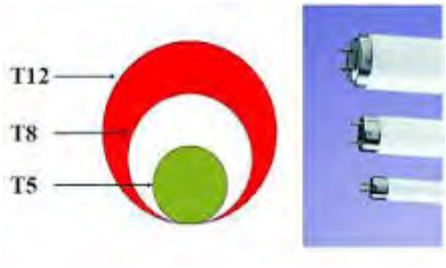
1. หลอดผอมใหม่ T5 ประหยัดไฟกว่า หลอด T8 กว่า 30% เนื่องจากหลอดผอมใหม่ T5 ประสิทธิภาพแสงสูงกว่าหลอด T8 ทำให้กินไฟน้อยกว่าที่ความสว่างเท่ากัน

2. หลอดผอมใหม่ T5 (28 วัตต์) ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เนื่องจากมีขนาดเล็กกว่า จึงใช้วัสดุและสารปรอทน้อยกว่าหลอดผอม T8 และหลอดอ้วน T12

3. หลอดผอมใหม่ T5 มีอัตราการคงแสงสว่างไว้ตลอดอายุการใช้งานของหลอดไฟ (Lumes maintenance) ประมาณ 95% เมื่อใช้งานไป 2,000 ชั่วโมง สูงกว่าหลอด T8 และ T12

แต่เนื่องจากต้นทุนในการติดตั้งหลอด T5 จะสูงกว่าหลอดเดิม ดังนั้นก่อนการตัดสินใจเลือกติดตั้งใช้งานหลอดไฟประเภทใด เราควรพิจารณาความคุ้มค่า ในที่นี้จะยกตัวอย่างการคำนวณเวลาคุ้มทุนง่ายๆ ในการเปลี่ยนใช้หลอด T5 ทดแทนหลอด T8 เดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12,T8 และ T5

ที่มา : http://www2.dede.go.th/share/T5.pdf

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบการประหยัดไฟหลอด T8 และ T5

รายการ	หลอดชุดเดิม T8	หลอดชุดเดิม T5	ประหยัดไฟ	ประหยัดพลังงาน
หลอดไฟ (วัตต์)	36 วัตต์	28 วัตต์	8 วัตต์	22%
บัลลาสต์ (วัตต์)	10 วัตต์	3 วัตต์	7 วัตต์	70%
รวม	46 วัตต์	31 วัตต์	15 วัตต์	33%

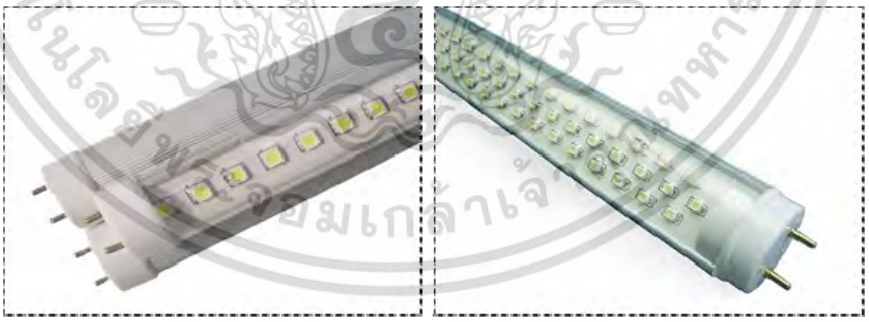
- คิดจุดคุ้มทุนโดยคิดจากต้นทุนค่าติดตั้ง 250 บาท ต่อชุด
- หลอดประหยัดไฟฟ้าได้ 15 วัตต์ ต่อชุด
- สมมุติการใช้งานประมาณวันละ 12 ชม.
- ค่าไฟฟ้า 3.5 บาทต่อหน่วย (kwh)
- จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้เท่ากับ (15x12x365/1000)x3.5 = 229.95 บาท/ปี ต่อหลอด
- ดังนั้นจึงมีระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 250/229.95 = 1.09 ปี

ข้อมูลจาก กฟผ.ฯ พบว่าในปัจจุบัน ประเทศไทยใช้ หลอด T8 อยู่ถึง 220 ล้านหลอด การเปลี่ยนหลอด T8 มาเป็น T5 ประหยัดค่าพลังงานได้สูงมาก โดยภายในสามปีเราอาจไม่ใช้หลอด T8 กันเลย จะลดความต้องการพลังไฟฟ้าได้ประมาณ 9,000 ล้านหน่วยต่อปี ซึ่งมีผลในการลดการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่คิดเป็นเงิน 35,000 ล้านบาท และประหยัดค่าไฟฟ้าปีละ 30,000 ล้านบาท

4. หลอด LED ย่อมาจาก Light Emitting Diode คือ ไดโอดเปล่งแสง ซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมาได้ แสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วย คลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน โดยหลอดLED สามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้า เพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่ประสิทธิภาพของแสงที่เปล่งออกมาสามารถให้ความสว่างได้สูง จึงมีข้อดีในเรื่องของการประหยัดไฟและให้พลังงานความร้อนต่ำ ข้อดีของหลอด LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ประหยัดค่าไฟได้ถึง 75% อายุการใช้งานนานกว่า 50,000 ชั่วโมง
- ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดภาวะเรือนกระจก
- หลอด LED ปล่อยความร้อนออกมาน้อยมาก ทำให้อาคารลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศ ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานได้มากขึ้น
- หลอด LED สามารถเปิด-ปิด ได้บ่อยครั้ง โดยไม่มีปัญหาขาดหรือเสียง่าย เหมือนหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา โดยหลอดLED ให้ความสว่างได้ทันทีเมื่อเปิดสวิทซ์
- หลอด LED มีอายุการใช้งานยาวนาน มากกว่า 50,000 ชั่วโมง หากเปิดใช้งานวันละ 10-12 ชม.สามารถใช้งานได้นานถึง 11ปี
- ให้แสงสว่างโดยปราศจากรังสี UV ซึ่งไม่มีผลทำให้สีของวัตถุ ภาพวาด ภาพเขียน ภาพถ่ายเสื่อมลง หรือทำให้พื้นผิวเสียหายได้
- ไม่ต้องใช้ บัลลาสต์ และ สตัทเตอร์
- หลอด LED มีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนมากกว่า ไม่เปราะบางเหมือนหลอดขดลวด หรือหลอดฟลูออเรสเซนต์ วัสดุทำจากอลูมิเนียม และพีซีอะคลิลิค จึงไม่แตกง่าย
- หลอด LED สามารถให้พลังงานแสงสว่างได้สูงถึง 70 ลูเมน/วัตต์ เมื่อเทียบกับหลอดไฟชนิดอื่น แสงของหลอด LED มีคุณภาพเหนือกว่ามาก (ในอนาคตอันใกล้พัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงถึง 150 ลูเมน/วัตต์ หรือมากกว่านั้น)
- หากชำรุด สามารถนำมาซ่อมแซมได้
- ช่วยลดภาวะโลกร้อน ไม่เพิ่มอุณหภูมิของโลกให้สูงขึ้น และช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์



ภาพที่ 2.7 หลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์ LED

ที่มา : (จาก http://frokled.com/) (1/3/5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โคมไฟ

ทำหน้าที่บังคับทิศทางของแสงให้ส่องไปในทิศทางที่ต้องการ ทำให้ประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าสูงมากขึ้น คุณภาพของโคมพิจารณาได้จากหลายองค์ประกอบตั้งแต่ อัตราส่วนจากแสงของโคม อุณหภูมิสะสมในโคม แสงบาดตา ความปลอดภัยของโคม วัสดุที่ใช้ทำโคม

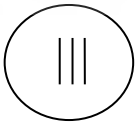
1) ความปลอดภัยของโคม ถือเป็นอันดับแรกที่ควรจะพิจารณา เพราะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้ใช้ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องขั้วต่อสายไฟซึ่งควรใช้ที่สามารถทนความร้อนได้ดี ขั้วรับหลอด โดยเฉพาะขั้วรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดฮาโลเจนความดันต่ำ ซึ่งต้องทนความร้อนสูงมาก ดังนั้นการเลือกวัสดุที่ใช้เพื่อให้เกิดความปลอดภัยไม่ให้เกิดไฟไหม้

ระดับการป้องกันอันตรายจากโคม (Class of Protection) โคมแต่ละรุ่นอาจถูกออกแบบมาไม่เหมือนกันในแง่การป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าของโคม ดังนั้นจึงมีการแบ่งระดับการป้องกันตามมาตรฐานยุโรปออกมาเป็น 3 อย่าง คือ

ระดับ 1 เป็นโคมที่มีการต่อตัวถังของโคมลงดิน จึงสามารถสัมผัสได้โดยไม่มีอันตราย และสัญลักษณ์เป็น

ระดับ 2 เป็นโคมที่มีการห่อหุ้มส่วนที่มีไฟฟ้าด้วยฉนวน ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงส่วนที่มีไฟได้ และสัญลักษณ์เป็น

ระดับ 3 เป็นโคมที่ใช้ศักดาไฟฟ้าต่ำมาก คือ น้อยกว่า 42 โวลท์ ดังนั้นจึงไม่มีอันตรายต่อมนุษย์ได้ และมีสัญลักษณ์เป็น



ดังนั้นถ้าหากพบสัญลักษณ์ดังกล่าวข้างต้นก็สามารถเข้าใจได้ดีขึ้นว่าโคมดังกล่าวถูกออกแบบและสร้างขึ้นมาเพื่อใช้งานอย่างไรเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งานเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ระดับการป้องกันฝุ่นผงและความชื้น (Degree of Protection) การออกแบบโคมจำเป็นต้องสามารถป้องกันฝุ่นผงหรือความชื้น ระดับการป้องกันดังกล่าวกำหนดกันด้วยค่า Ipxy (International Protection) ค่าตัวเลข x จะบอกขนาดของวัสดุขนาดเล็กที่สามารถป้องกันไม่ให้เข้าไปในโคมได้ ส่วนค่าตัวเลข y จะบอกขนาดของวัสดุขนาดเล็กที่สามารถป้องกันไม่ให้เข้าไปในตัวโคมได้ ส่วนค่าตัวเลข y จะบอกการป้องกันเรื่องน้ำ ตารางระดับการป้องกันฝุ่นผงและความชื้นเทียบกับระดับมาตรฐาน VDE 0711 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 ระดับการป้องกันฝุ่นผงและความชื้น

ระดับการป้องกัน	ความหมายค่าตัวแรก	ความหมายค่าตัวที่สอง
IP00	ไม่มีการป้องกัน	ไม่มีการป้องกัน
IP11	ป้องกันวัสดุ > 50 มม.	ป้องกันน้ำหยดทำมุม 0 องศาแนวดิ่ง
IP20	ป้องกันวัสดุ > 12 มม.	ไม่มีการป้องกัน
IP22	ป้องกันวัสดุ > 12 มม.	ป้องกันน้ำหยดทำมุม 15 องศาแนวดิ่ง
IP33	ป้องกันวัสดุ > 2.5 มม.	ป้องกันน้ำสาด (Splash)
IP40	ป้องกันวัสดุ > 1 มม.	ไม่มีการป้องกัน
IP50	ป้องกันผง	ไม่มีการป้องกัน
IP54	ป้องกันผง	ป้องกันน้ำพ่น (Spray)
IP55	ป้องกันผง	ป้องกันน้ำฉีด (Water Jet)
IP60	ป้องกันผงเข้าได้	ป้องกันน้ำฉีด (Water Jet)

ที่มา : http://www.tieathai.org/know/general/generalo.htm.

การวัดประสิทธิภาพของโคมสามารถบอกได้เป็น อัตราส่วนแสงจากโคม (Light Output Ratio) ซึ่งหมายถึงอัตราส่วนปริมาณแสงที่ออกจากโคมต่อปริมาณแสงที่ออกจากตัวหลอด ถ้าอัตราส่วนแสงจากโคมมีค่ามากก็หมายถึง ปริมาณแสงออกจากตัวโคมมีมาก นั่นคือประสิทธิภาพของโคมในการสะท้อนแสออกมาดี

3) อุณหภูมิสะสมในโคม มีผลต่อประสิทธิภาพของโคมมาก เพราะไปเกี่ยวพันกับลูเมนของหลอดไฟที่ได้ออกมา หลอดเมื่อใส่ในโคมถ้าไม่มีการระบายอากาศที่ดีทำให้ความร้อนสะสมในโคมทำให้โคมและหลอดร้อนขึ้น ลูเมนที่เปล่งออกมาจากหลอดก็น้อยลง บางครั้งลูเมนของหลอดตกลงถึง 25 - 40 %

การเลือกโคมต้องพิจารณาเรื่องการระบายอากาศในโคมด้วยซึ่งมักไม่ค่อยได้พิจารณากัน โดยแบ่งการทดสอบออกเป็นชนิดของหลอดต่าง ๆ และสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. สำหรับหลอดอินแคนเดสเซนต์ หลอดอินแคนเดสเซนต์เป็นหลอดไส้ในการใช้งานจะมีอุณหภูมิหลอดค่อนข้างสูงทำให้โคมมีอุณหภูมิสูงไปด้วยแต่อุณหภูมิแสงในหลอดจะไม่ลดลงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการทำงานองหลอดไม่ต้องอาศัยก๊าซในการทำงาน จึงไม่ได้รับผลกระทบจากความร้อนที่เพิ่มขึ้นมาก แต่ความร้อนนี้จะมีผลกับยุการใช้งานของหลอด เพราะยิ่งเกิดความร้อนมากขึ้นยิ่งทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

2. สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โคมสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะมีช่องเพื่อช่วยในการระบายอากาศอยู่ภายในฝ้า ในการพิจารณาแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

2.1) โคมที่ด้านหน้าเป็นโคมเปิด หมายถึง ไม่มีตัวกรองแสงปิดด้านหน้า เป็นโคมเปิดสามารถถ่ายเทความร้อนได้จากอากาศที่พัดผ่านด้านหน้า ดังนั้นปริมาณแสงจึงลดลงไม่มาก

2.2) โคมที่ด้านหน้าเป็นโคมปิด ถ้าเป็นโคมที่ด้านหน้ามีตัวกรองแสงปิดอยู่ การระบายอากาศจะเป็นไปได้ยาก และเมื่อเกิดความร้อนขึ้น จะทำให้ปริมาณแสงจากหลอดลดลงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และจะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

การใช้งานหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์จะมีลักษณะการวางหลอด 2 แบบ คือ การวางหลอดในแนวตั้ง และการวางหลอดในแนวนอน

- **การวางหลอดในแนวนอน** : หลอดที่วางในแนวนอนนั้นปริมาณแสงจะลดลงถึง 40 %ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตำแหน่งติดตั้งหลอดและผนังด้านบนของโคมว่ามีมากน้อยเพียงใด ยิ่งระยะห่างน้อยปริมาณแสงจะยิ่งลดลงมาก
- **การวางหลอดในแนวตั้ง** : นั้นเมื่อเปิดใช้งานปริมาณแสงจากหลอดจะลดลงอยู่ในช่วง 5 -10 % เพราะอากาศร้อนจะถูกพัดขึ้นไปด้านบนและออกจากโคมไป

สำหรับการใช้งานหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ที่มีบัลลาสต์อิเลคทรอนิกส์ภายในตัวนั้นในการทดสอบได้ใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ในโคมสำหรับหลอด GLS 100 วัตต์ ซึ่งผลที่ได้ไม่ต่างจากการใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์วางในแนวตั้งเท่าใดนักโดยปริมาณแสงที่ลดลงจะอยู่ในช่วง 5 -10 % เท่านั้น แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างสำหรับหลอด GLS 100 วัตต์ ที่มีช่องระบายอากาศด้านบนกับโคมสำหรับหลอด GLS ที่ปิดช่องระบายอากาศทั้งหมดแล้วจะพบว่าโคมที่ปิดช่องระบายอากาศทั้งหมดจะมีปริมาณแสงลดลงมากกว่า ซึ่งบางครั้งอาจมีค่าลดลงมากกว่าโคมที่ไม่ปิดช่องระบายอากาศถึง 6 %

3. ระบบการให้แสง

ระบบการให้แสงสว่างพื้นฐานที่ต้องใช้เพื่อการแยกออกได้เป็นระบบต่าง ๆ ดังนี้

1) แสงสว่างทั่วไป (General Light) คือ การให้แสงกระจายไปทั้งบริเวณที่ใช้งานซึ่งใช้กับความส่องสว่างที่มากเกินไป

2) แสงสว่างทั่วไป (General Light) คือ การให้แสงสว่างเป็นบางบริเวณที่ต้องการใช้แสงสว่างมาก เพื่อประหยัดพลังงาน

3) แสงสว่างเฉพาะที่ และแสงสว่างทั่วไป (General and Localized Light) คือ การให้แสงสว่างทั้งแบบทั่วไปทั้งบริเวณและเฉพาะบริเวณที่ที่ทำงาน ซึ่งมักจะใช้ทำงานที่ต้องการความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สว่างสูงซึ่งไม่สามารถให้แสงแบบแสงสว่างทั่วไปได้ เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก แต่ก็สามารถให้แสงแบบ แสงสว่างทั่วไปได้เพราะเปลืองค่าไฟฟ้ามาก แต่ก็สามารถให้แสงแบบแสงสว่างเฉพาะที่ได้เพราะเมื่อเงยหน้าจากการทำงานก็จะพบบริเวณข้างเคียงมืดเกินไปทำให้สายตาเสียได้

2.2.2.3 หน่วยมาตรฐานสำหรับการส่องสว่าง

หน่วยมาตรฐานสำหรับการส่องสว่าง มีการกำหนดโดยหน่วยงานแต่และแห่ง เช่น IES (USA) , BS (International Standard) ซึ่งขึ้นอยู่กับการใช้สอยและสภาพอากาศ ดังนั้น ค่าที่กำหนดอาจมีความแตกต่างกัน ส่วนค่ามาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดยไม่อิงประเทศใดประเทศหนึ่งนั้น ได้แก่ CIE (International Commission on Illumination) โดยที่ CIE กำหนดค่าความสว่างออกเป็น 3 ค่ากลาง เป็นค่าเฉลี่ย ส่วนอีก 2 ค่าใช้ในกรณีอื่นๆ คืออาจใช้ค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยหรือน้อยกว่าค่าเฉลี่ย ขึ้นอยู่กับสภาพต่าง ๆ

ตารางที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่าง "โรงงาน" ตามมาตรฐาน CIE , IES และ BS

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE/ LUX	IES (USA)/ LUX	BS/ LUX
งานทั่วไป	150 - 200 - 300	200 - 300 - 500	200
งานหยาบ	200 - 300 - 500	500 - 750 - 1000	300
งานละเอียดปานกลาง	300 - 500 - 750	1000 - 1500 - 2000	500
งานละเอียด	500 - 750 - 1000	2000 - 3000 - 5000	750
งานละเอียดมาก	1000 - 1500 - 2000	5000 - 7500 - 10000	1000

ที่มา : http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm.

ตารางที่ 2.6 แสดงการเปรียบเทียบค่าความสว่างใน "อาคาร" ตามมาตรฐาน CIE , IES และ BS

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE/ LUX	IES (USA)/ LUX	BS/ LUX
ห้องประชุม	300 - 500 - 750	200 - 300 - 500	750 W
ห้องเขียนแบบ	500 - 750 - 1000	500 - 750 - 1000	750 W
ห้องทำงานทั่วไป	300 - 500 - 750	200 - 300 - 500	500 W
ห้องคอมพิวเตอร์	300 - 500 - 750	200 - 300 - 500	500 W
ห้องสมุด	300 - 500 - 750	200 - 300 - 500	500 W
ร้านค้าในอาคารพาณิชย์	300 - 500 - 750	500 - 750 - 1000	500 W
เคาน์เตอร์	500 - 750	200 - 300 - 500	200 W
ห้องเก็บของ	200 - 300 - 500	100 - 150 - 200	150 S
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100 - 150 - 200	100 - 150 - 200	150 S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE/ LUX	IES (USA)/ LUX	BS/ LUX
ห้องน้ำ	100 - 150 - 200	100 - 150 - 200	150 S
ทางเดิน	50 - 100 - 150	100 - 150 - 200	100 S
บันได	100 - 150 - 200	100 - 150 - 200	150 F
ลิฟท์	100 - 150 - 200	100 - 150 - 200	150 F

ที่มา : http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm.

***หมายเหตุ มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความส่องสว่าง

ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความส่องสว่าง (W = Working Plane , S = Switch , F = Floor)

2.2.2.4 การส่องสว่างภายใน

1. ระบบการให้แสงสว่างหลัก คือ การออกแบบระบบแสงสว่างให้มีความส่องสว่างเพียงพอตามมาตรฐานเพื่อการใช้งานในแต่ละพื้นที่นั้น ๆ

2. ระบบการให้แสงสว่างรอง คือ การออกแบบให้มีแสงสว่างให้เกิดความสวยงามหรือเน้นเพื่อให้เกิดความสนใจ สบายตา และอารมณ์

การให้แสงสว่างที่ดี ควรมีทั้งระบบการให้แสงสว่างหลักและแสงสว่างรอง

ความส่องสว่างในโรงเรียน

1) โคมประเภทมีครีบ (Fin Louver) ใช้ในโรงเรียนเพราะให้แสงบาดตาน้อย

2) ห้องบรรยายควรจัดโคมและสวิตซ์ดังนี้

2.1) โคมฟลูออเรสเซนต์วางตามทิศทางการมองเห็น

2.2) ความส่องสว่างในห้อง 500 ลักซ์ และหน้าเวที 750 ลักซ์ การจัดสวิตซ์ให้ปิดเปิดโคมตามแนวยาวและกลุ่มโคมที่หน้าห้องด้วย

2.2.2.5 การคำนวณค่าความร้อนที่เกิดจากดวงไฟส่องสว่าง

ดวงไฟจากไฟประดิษฐ์จัดเป็นแหล่งกำเนิดความร้อยภายในอาคารที่สำคัญที่สุด ค่าความร้อนนี้ได้จากการคำนวณ แสดงถึงปริมาณการใช้ไฟฟ้าตามขนาดของหลอดที่ใช้ไฟฟ้าเป็นวัตต์จะมีผลโดยตรงต่อปริมาณความร้อนในห้อง

สูตร $Q = W \times \text{Use Factor} \times \text{Allowance Factor}$

Q = ค่าปริมาณความร้อน (Watt)

W = จำนวนวัตต์ของดวงไฟทั้งหมดในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Use Factor = อัตราส่วนของจำนวนวัตต์ของดวงไฟที่ใช้งานจริงต่อจำนวนวัตต์ของดวงไฟที่ติดตั้งทั้งหมดในพื้นที่โดยทั่วไปมีค่า = 1

Allowance Factor = ตัวคูณความร้อนที่เกิดจากอุปกรณ์ที่ใช้งานคู่กับดวงไฟมีค่า = 1.20

2.3 ระบบปลั๊กไฟฟ้า (Receptacle)

อุปกรณ์ที่ใช้ต่อกระแสไฟฟ้าชั่วคราวไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า มีลักษณะต่างๆ กัน แบ่ง ได้ 2 ชนิด คือ ชนิดเต้าเสียบ หรือปลั๊ก (Plug) และเต้ารับ (Socket - Outlet) ทั้งสองจะใช้ร่วมกัน เพื่อเป็นจุดรับไฟเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น โทรศัพท์ เตารีด พัดลม

1. เต้ารับไฟฟ้าทั่วไปต้องเป็นแบบมีขั้วสายดินในตัว ใช้ได้ทั้งขาเสียบแบบกลมและแบบแบน ใช้ติดตั้งฝังในผนังกำแพง แล้วแต่กรณีตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม

2. เต้ารับไฟฟ้าที่พื้น ต้องเป็นแบบ Low Tension ชนิดขาแบบกลมและแบบแบนพร้อมขั้วดินติดตั้งตามกำหนดในแบบพร้อมกล่องโลหะที่เหมาะสม

3. ต้องมีฉนวนไฟฟ้าเป็น Bakelite หรือวัสดุที่ดีกว่า โดยสามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 250 โวลท์และขั้วสัมผัสต้องมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่า 10 แอมแปร์

4. เต้ารับไฟฟ้าสำหรับกรณีพิเศษมีขนาด Ampere Rating ไม่น้อยกว่าที่ระบุในแบบ

5. Cover plate และ Metal Box ให้เป็นเช่นเดียวกับของสวิตช์ไฟฟ้าตามกำหนด

6. ให้ติดตั้งเช่นเดียวกับสวิตช์ไฟฟ้าตามระบุในข้อ 2 โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางเต้ารับเป็น 0.30 เมตร

2.4 พลังงานแสงอาทิตย์

เป็นพลังงานของแสงและพลังงานของความร้อนที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์ พลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ พลังงานที่เกิดจากแสงและพลังงานที่เกิดจากความร้อน พลังงานที่เกิดจากแสง รูปแบบการนำพลังงานของแสงอาทิตย์มาใช้งาน แบ่งอย่างกว้าง ๆ เป็น 2 รูปแบบ ขึ้นอยู่กับวิธีการในการจับพลังงานแสง การแปรรูปให้เป็นพลังงานอีกรูปหนึ่ง และการแจกจ่ายพลังงานที่ได้ใหม่นั้น รูปแบบแรกเรียกว่า แอคทีฟโซลาร์ เป็นการใช้วิธีการของ โฟโตโวลตาอิคส์ และ Solar thermal เปลี่ยนพลังงานของแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานความร้อนโดยตรง อีกรูปแบบหนึ่งก็คือ พาสซีฟโซลาร์ เป็นวิธีการใช้ประโยชน์ทางอ้อม ได้แก่ การออกแบบอาคารในประเทศหนาวให้รับแสงแดดได้เต็มที่ หรือ การติดตั้งวัสดุที่เก็บความร้อน (Thermal mass) เพื่อปรับสมดุลของอากาศในอาคาร หรือติดตั้งวัสดุที่มีคุณสมบัติกระจายแสงหรือการออกแบบพื้นที่ว่างให้ อากาศหมุนเวียนโดยธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%AA%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A2%E0%B9%8C

เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก คือ

แบบที่ 1. Mono-Crystalline หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้สร้างโดยการนำเอาซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.999% ไปหลอมละลายที่อุณหภูมิสูงถึง 1500 องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง6-8 นิ้ว) จากผลึกตั้งต้น (Seed crystal) ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ต่อไปก็จะนำแท่งผลึกเดี่ยวนี้ไปตัดเป็นแผ่นๆ เรียกว่า เวเฟอร์ หนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1000 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นก็จะเป็นขั้นตอนการทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟออกใช้ และขั้นสุดท้ายก็จะเป็นการเคลือบฟิลม์ผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด ดังรูปที่ 2.8 เป็นตัวอย่างของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

ภาพที่ 2.8 ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

ที่มา : www.nathitanetwork.com

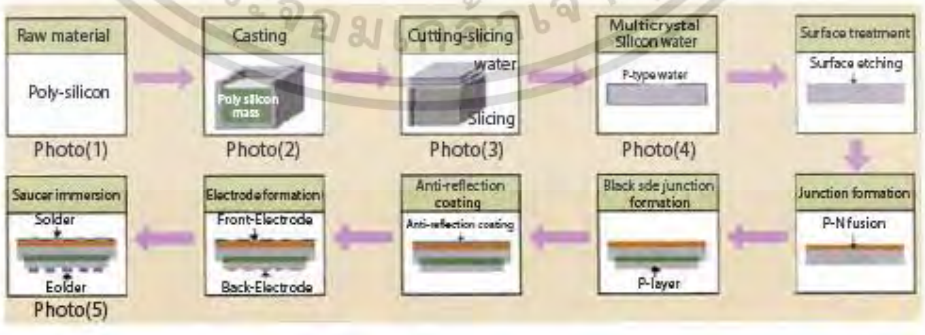
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.9 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline

ที่มา : http://media.yellowpages.co.th/olc250/olc/52360883/52360883_4.jpg

แบบที่ 2. Poly crystalline หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก

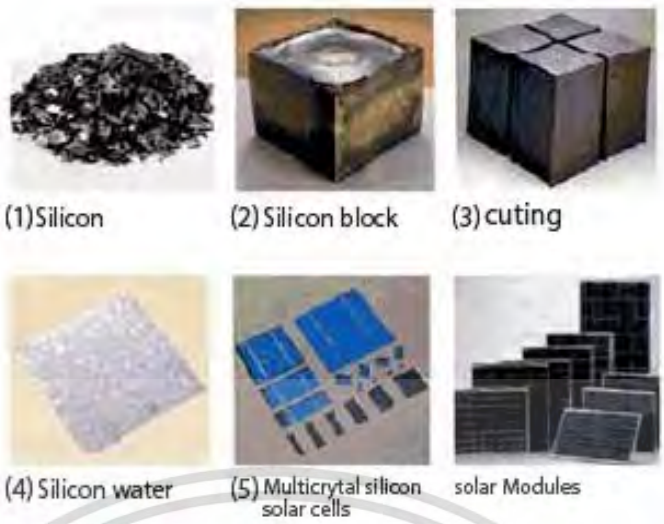
เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึกได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ซิลิคอนแบบหลายผลึกก็คือก้อนซิลิคอนที่เกิดจากการรวมตัวกันของชิ้นเล็ก ๆ (ขนาดระดับไมโครเมตร-มิลลิเมตร) ของผลึกเดี่ยวของซิลิคอน รูปที่ 10 เป็นการแสดงขั้นตอนการผลิตของโพลีซิลิคอน ด้านบนของรูปแสดงการผลิตแบบ cast โดยจะเทซิลิคอนที่หลอมละลายเข้าไปใน crucible แล้วปล่อยให้เย็นลงอย่างช้า ๆ ซึ่งก็จะได้ก้อน ingot ของซิลิคอนหลายผลึกที่มีรูปร่างตาม crucible ที่ใช้ หลังจากนี้การนำไปทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะคล้ายกับกรณีของแบบผลึกเดี่ยว คือ นำไปตัดเป็นเวเฟอร์หนาขนาด 300-400 ไมโครเมตร แล้วก็ทำ p-n junction ต่อไป ด้านล่างของรูปเป็นการสร้างแผ่นซิลิคอนหลายผลึกที่จะใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรงจากสารหลอมเหลวของซิลิคอน เรียกวิธีนี้ว่า ribbon โดยวิธีนี้จะช่วยลดขั้นตอนที่จะต้องหั่นเป็นแผ่นเวเฟอร์ในกรณีที่ใช้ ingot ตามภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.10 ขั้นตอนของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก

ที่มา : www.nathitanetwork.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างของการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึกแบบลดขั้นตอน
ที่มา : www.nathitanetwork.com

ภาพที่ 2.12 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly crystalline
ที่มา : http://www.t-how.com/wp-content/uploads/2013/02/Polycrystalline.jpeg

แบบที่ 3. Amorphous silicon หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส

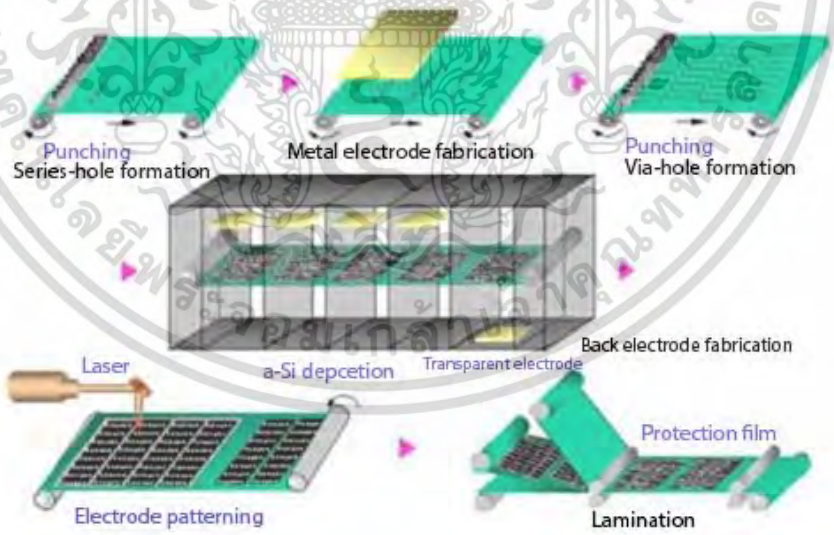
เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสมีวิธีการผลิตที่ต่างจากแบบผลึกโดยสิ้นเชิง โดยจะเป็นลักษณะของแผ่นฟิล์มบางไม่ใช่เวเฟอร์ ดังภาพที่ 2.14 แสดงให้เห็นขั้นตอนการผลิต เราจะสร้างแผ่นฟิล์มบางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรองโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งจะมีระบบนำก๊าซที่มีซิลิคอนติดอยู่ เช่น ก๊าซไซเลน (SiH4) ผ่านเข้าไปในท่อสูญญากาศ และตรงบริเวณที่วางแผ่นฐานรองก็จะมีการกระตุ้น เช่น โดยพลาสมาเพื่อส่งพลังงานให้ซิลิคอนแยกตัวออกจากก๊าซเข้าไปจับตัวกันบนแผ่นฐานรอง ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นแก้ว สเตนเลส หรือพลาสติก ที่ได้ทำการเคลือบชั้นตัวนำโปร่งแสงไว้ก่อน โดยมีอุณหภูมิบนแผ่นฐานรองประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

200-300 องศาเซลเซียส ซิลิคอนจะทับถมสะสมบนแผ่นเกิดเป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน ในขั้นตอนนี้หากเราใส่ก๊าซที่มีโบรอน เช่น B2H6 เข้าไปด้วย เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด p และถ้าหากใส่ก๊าซที่มีฟอสเฟต เช่น PH3 เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด n ซึ่งจะเห็นได้ว่า ด้วยวิธีนี้เราสามารถควบคุมการไหลของก๊าซเพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ pin อะมอร์ฟัสซิลิคอนขึ้นได้อย่างค่อนข้างง่ายดาย หลังจากได้ pin แล้ว เราก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้าให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์

ภาพที่ 2.13 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous Silicon Salar

ที่มา : http://www.t-how.com/wp-content/uploads/2013/02/Polycrystalline.jpeg



ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous Silicon Salar

ที่มา : http://thanchaging.wordpress.com/โครงการปัญหาพิเศษ/บทที่2ทฤษฎีและงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 เปรียบเทียบคุณสมบัติเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ

ประเภทของวัสดุ	โครงสร้าง	ประสิทธิภาพของเซลล์	ประสิทธิภาพของโมดูล
ซิลิคอน-แบบผลึก	ผลึกเดี่ยว	15-24 %	10-14 %
ซิลิคอน-แบบผลึก	ผลึกโพลี	10-17 %	9-12 %
ซิลิคอน-อะมอร์ฟัส	Amorphous Silicon Amorphous SiC Amorphous SiGe	8-13 %	6-9 %
สารประกอบอื่น	GaAs, CdTe , CuInSe2	18-30 % (GaAs) 10-15 % 10-15 %	NA

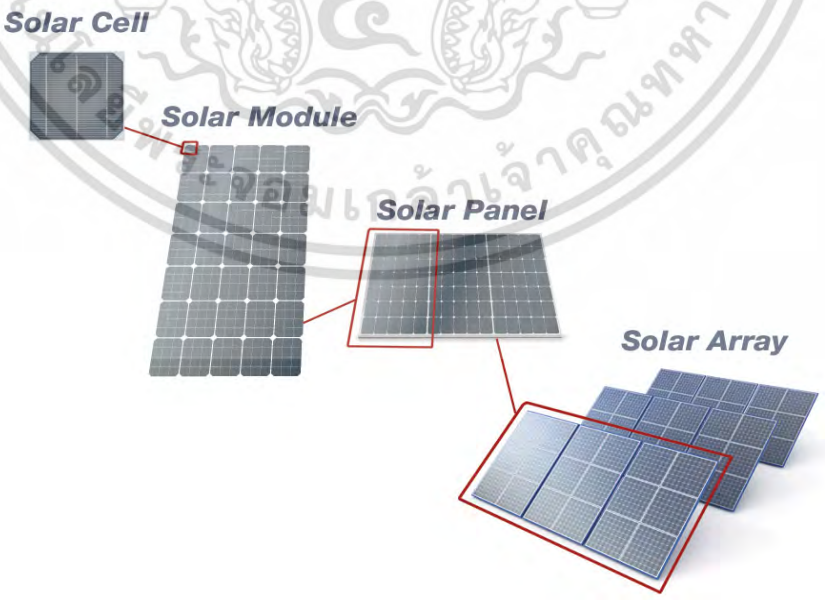
2.4.1 หน่วยของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

หน่วยของเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์เป็นคำศัพท์เฉพาะสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเรียกทับศัพท์จากภาษาอังกฤษ มีดังนี้

เซลล์ หมายถึง เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์(Cell)(หรือ 1 ชั้นแผ่นเล็กๆ)

โมดูล หมายถึง การนำเซลล์แสงอาทิตย์หายๆเซลล์มาต่อกันเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าปริมาณที่สูงขึ้น

อาเรย์ หมายถึง การนำโมดูลหลายๆ โมดูลมาต่อกันเป็นกลุ่ม



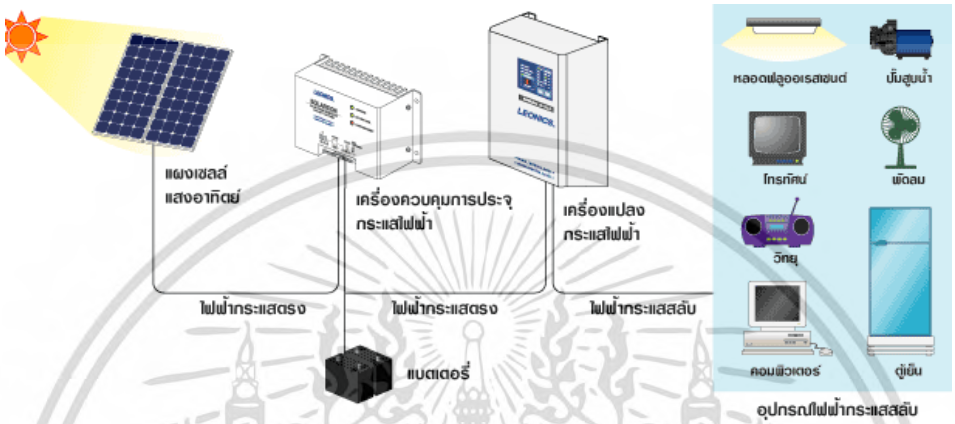
ภาพที่ 2.15 หน่วยของเซลล์ โมดูล และอาเรย์

ที่มา: http://etap.com/renewable-energy/photovoltaic-101.htm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไปจะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆอีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



ภาพที่ 2.16 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา :http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/pd_ecs_ses.php

2.4.2.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์(Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆเซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อแบบขนานจะเพิ่มพลังไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกัน ก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวัน ไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

2.4.2.2 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)

ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุคือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้วจะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า (และมักจะมีคุณสมบัติในการตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากรณีแรงดันของแบตเตอรี่ลดลงด้วย) ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 แบตเตอรี่ (Battery)

ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

2.4.2.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ Sine Wave Inverter ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และ Modified Sine Wave Inverter ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast

2.4.2.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection)

ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

2.4.2.6 MCCB (Molded case circuit breaker)

คือ เบรกเกอร์ไฟฟ้า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ควบคุมการตัด-ต่อวงจรด้านกระแสสลับ ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ เปิด-ปิด ด้วยมือและเปิดวงจรโดยอัตโนมัติ เมื่อมีกระแสไหลเกินหรือเกิดลัดวงจรโดยเบรกเกอร์จะอยู่ในภาวะ Trip

2.4.3 ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์

โดยทั่วไป ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มีสองประเภทหลักๆ ได้แก่

ประเภทที่ 1 เป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดต่อเชื่อมระบบสายส่งจากการไฟฟ้าเป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีแบตเตอรี่เพื่อสำรองหรือเก็บพลังงานสะสม ซึ่งระบบนี้จะจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรง แต่อุปกรณ์ไฟฟ้าต้องผ่านอุปกรณ์สำหรับการแปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสสลับ (Inverter) เพื่อต่อกับระบบไฟเพื่อจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆและมีความสามารถเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (On Grid หรือ Grid System) ได้อย่างปลอดภัย เป็นไปตามข้อกำหนดของทางการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ที่มา: http://solarsmileknowledege.com/system/ระบบโซล่าเซลล์ออนกริด

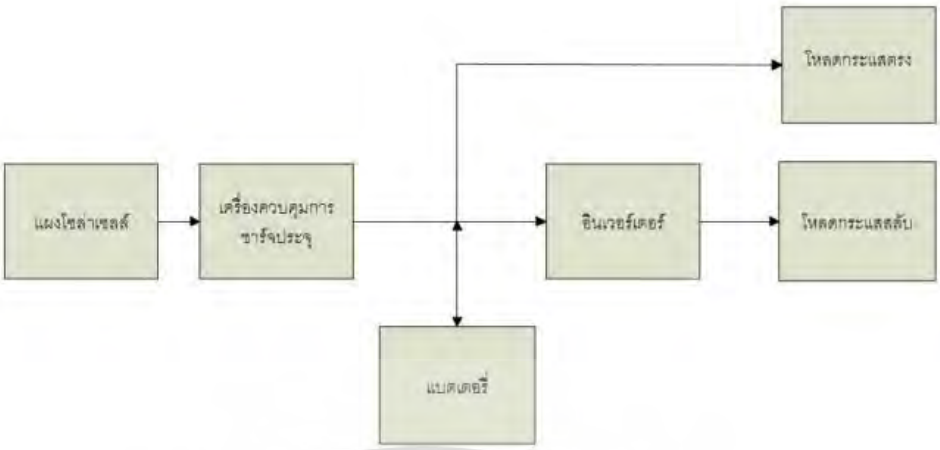
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.17 ส่วนประกอบหลักๆของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่มีแบตเตอรี่

ที่มา : https://solarsmileknowledge.com/system/ระบบโซล่าออนกริด

ประเภทที่ 2 เป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดไม่เชื่อมระบบสายส่งจากการไฟฟ้าเป็นระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแบตเตอรี่สำรอง ระบบนี้จะเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่แบตเตอรี่ก่อนจ่ายให้อุปกรณ์ไฟฟ้า มักจะใช้ในพื้นที่ที่ระบบจำหน่ายจากการไฟฟ้าฯ เข้าไม่ถึง หรือต้องการใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพียงอย่างเดียว โดยสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยตรง หรือผ่านอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) จากกระแสตรงเป็นกระแสสลับขนาดแรงดัน 220 โวลล์เพื่อใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปได้ แต่ระบบนี้ไม่เป็นที่นิยมและไม่แนะนำให้นำไปเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ(Off Grid , Stand Alone) นอกจากจะติดตั้งแผงโซล่าเซลล์แล้วยังสามารถนำอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้าชนิดกระแสตรงชนิดอื่นเข้ามาติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อใช้งานร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ เช่น กังหันลม กังหันน้ำ เป็นต้น เพื่อช่วยในการผลิตกระไฟฟ้าให้กับระบบ ระบบนี้มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับระบบที่ไม่มีแบตเตอรี่สำรอง แต่ในระบบนี้จะมีส่วนประกอบเพิ่มมาคือ แบตเตอรี่ และตัวควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

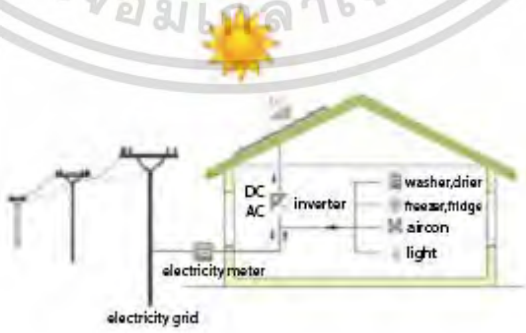


ภาพที่ 2.18 ส่วนประกอบหลักๆของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแบตเตอรี่
ที่มา : https://solarsmileknowledge.com/system/ระบบโซล่าออนกริด

หากแบ่งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ตามรูปแบบการเชื่อมต่อของระบบฯ เพื่อการใช้งาน สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ

1. เชื่อมต่อระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (On Grid หรือ Grid System)

จุดเด่นของระบบนี้ คือระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายและใช้พลังงานทั้ง 2 แหล่งร่วมกัน นั้นคือ การใช้พลังงานที่ผลิตได้จากระบบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากระบบจำหน่ายจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ระบบนี้เป็นที่นิยมสูงในพื้นที่ที่มีโครงข่ายระบบจำหน่ายเข้าถึง เนื่องจากมีเสถียรภาพสูงและเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า จากระบบจำหน่ายโดยการพึ่งพาพลังงานทดแทน เป็นประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและเป็นจุดเริ่มของการสร้างโครงสร้างระบบพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน

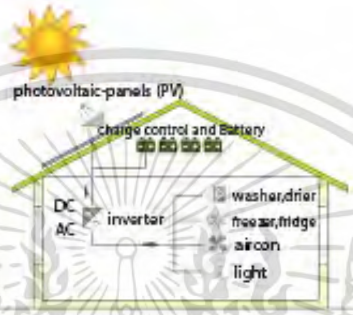


ภาพที่ 2.19 แสดงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย
ที่มา : http://www.solarhome.uni.th/solarsun.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไม่เชื่อมต่อระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ(Off Grid หรือ Stand Alone System)

จุดเด่นของระบบนี้คือ สามารถใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีโครงข่ายระบบจำหน่ายเข้าถึง ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ระบบนี้จะจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงแหล่งเดียว ดังนั้นอาจจะมีข้อจำกัดอยู่บ้างในเรื่องกำลังการผลิตพลังงานให้เพียงพอสำหรับการใช้งานโดยทั่วไป แต่เพียงพอสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่มากเนื่องจากระบบนี้มีต้นทุนสูง หากระบบมีขนาดใหญ่และยุ่งยากในระยะยาว เพราะต้องพึ่งพาการใช้แบตเตอรี่ในการสำรองพลังงาน



ภาพที่ 2.20 แสดงระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย
ที่มา : http://www.solarhome.uni.th/solarsun.html

2.4.4 ข้อเปรียบเทียบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (On Grid หรือ Grid Syetem) และระบบพลังแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Off Grid หรือ Stand Alone System)

ตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (On Grid or Grid System) และระบบพลังแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Off Grid or Stand Alone)

Off Grid หรือ Stand Alone Systen	On Grid หรือ Grid System
1 ใช้กระแสไฟฟ้าจาก PV Systems 100%	1. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านจาก PV Systems ที่ผลิตได้ ร่วมกับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ หรือ Grid
2. มีแบตเตอรี่	2. ไม่มีแบตเตอรี่
3.ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ	3. หากไฟจากการไฟฟ้าฯดับระบบจะหยุดการทำงานและดับไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

4.ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไฟ หากมีความต้องการใช้ไฟสูงระบบฯจะมีค่าใช้จ่ายสูง	4. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับความต้องการจะผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบฯ
5.จำเป็นต้องติดตั้งให้ผลิตได้เท่ากับปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด	5.ไม่จำเป็นต้องติดตั้งให้ผลิตได้เท่ากับปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด
6.หากปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการทำงานของระบบฯติดต่อกันเป็นเวลานาน จนแบตเตอรี่หมดประจุ อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านจะไม่สามารถทำงานได้	6. หากปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการทำงานของระบบฯติดต่อกันเป็นเวลานาน อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านยังคงสามารถทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากยังมีกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ จ่ายให้อยู่
7.อายุแบตเตอรี่โดยเฉลี่ย 3-5 ปี ต้องเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมบำรุง	7.ไม่มีแบตเตอรี่ จึงไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้
8.เหมาะสมสำหรับติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลจากระบบจำหน่าย(Grid)	8. ไม่สามารถติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลจากระบบจำหน่าย (Grid)ได้
9.ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าฯ	9.ต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าฯ

ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และ นพดล มณีรัตน์, บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ(2557)

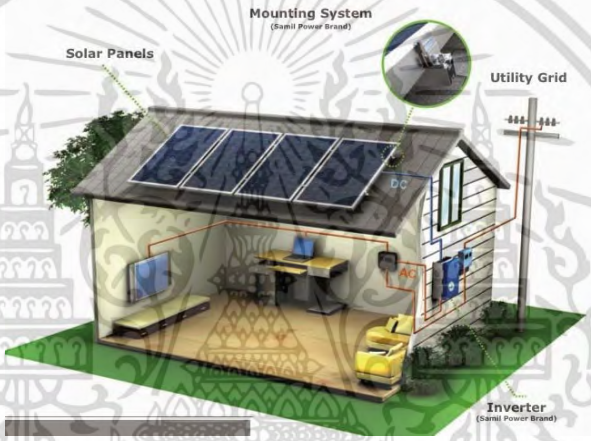
2.4.5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา (Roof Top Installation)

โซล่ารูฟท๊อป (Solar Roof Top) คือ การผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซล ที่เชื่อมต่อกับระบบการไฟฟ้า นครหลวงและภูมิภาค จะใช้อุปกรณ์เพียงแผงโซล่าเซล และ Inverter On Grid โดยหลักการแปลงไฟกระแสตรงจากแผงโซล่าเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อเชื่อมต่อเข้าระบบ การไฟฟ้าเพื่อทำการขายไฟคืน หรือลดค่าใช้จ่ายได้ ข้อดีของระบบโซล่า รูฟท๊อป คือสามารถลดค่าไฟฟ้า ใช้ไฟฟ้าฟรี เนื่องจากผลิตไฟฟ้าได้เองในตอนกลางวัน ใช้ไฟฟ้าฟรี ลดค่าไฟฟ้าได้ สำหรับผู้ประกอบการติดตั้งระบบไฟขนาดใหญ่ สามารถขายไฟคืนให้กับการไฟฟ้าได้ โดยติดต่อการไฟฟ้า จะต้องสมัครและยื่นเอกสาร พร้อมวิศวกรเซ็นต์รับรอง ในขณะที่ ข้อเสีย กรณีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ถึงแม้ว่าระบบโซลาร์เซลล์ยังจ่ายไฟปกติก็ตาม แต่กริดไทน์อินเวอร์เตอร์จะหยุดทำงาน โดยไม่จ่ายไฟเข้าสายส่ง เพื่อป้องกันไฟฟ้าดูดเจ้าหน้าที่การไฟฟ้า ซึ่งกำลังซ่อมระบบสายไฟฟ้าตามท้องถนน ดังนั้น การใช้งานระบบนี้ จะใช้ในพื้นที่ ที่มีไฟฟ้าเข้าถึงแล้ว ใช้เพื่อช่วยลดค่าไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งทางผู้ที่ต้องการติดตั้ง ต้องมีพื้นที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ และรู้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในตอนกลางวัน โดยดูจากหน่วยการใช้ไฟฟ้า ที่เสียค่าไฟฟ้าแต่ละเดือน เพื่อออกแบบกำลังการผลิต หาขนาดกริดไทอินเวอร์เตอร์ และจำนวนแผงโซลาร์เซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ที่เหมาะสมกับการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากที่สุดคือ การติดตั้งบนพื้นหลังคาที่โดนแสงตกกระทบตลอดทั้งวัน เนื่องจากเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆอีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

โครงสร้างของหลังคาบริเวณที่ใช้ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์นั้นจะต้องรับน้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์และอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 28 กิโลกรัม/ตารางเมตร ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง และรองรับน้ำหนักของช่างเมื่อทำการติดตั้งหรือซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างมั่นคง นอกจากนั้น ทิศทางการรับแสงและมุมของหลังคาที่มีความลาดเอียงพอเหมาะกับแผงโซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงเมื่อทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ รวมทั้งต้องสามารถติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงโซล่าเซลล์ได้อย่างแข็งแรง



ภาพที่ 2.21 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์
ที่มา : http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/pd_ecs_ses.php

2.4.6 การออกแบบอาคารผสานเซลล์แสงอาทิตย์ (Building Integrated Photovoltaic : BIPV) ในประเทศไทย

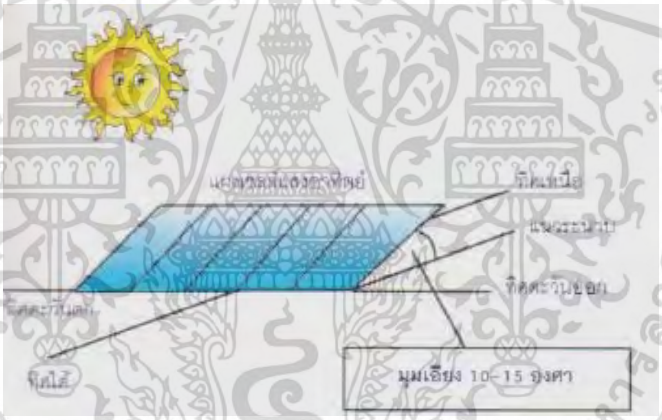
ระบบ ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อาคารแบบบูรณาการ (BIPV) เป็นโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในการเปลี่ยนเป็นวัสดุก่อสร้างทั่วไปในส่วนของ เปลือกอาคารเช่นหลังคาสกายไลท์ เป็นต้น ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนวัสดุที่เพิ่มขึ้นมักจะถูกรวมอยู่ในการก่อสร้างอาคารใหม่ในรูปแบบของเงินต้นหรือแหล่งที่มาเสริมพลังงานไฟฟ้า แม้ว่าอาคารที่มีอยู่อาจจะดัดแปลงด้วยเทคโนโลยีที่คล้ายกัน ประโยชน์ของระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบบูรณาการผ่านระบบไม่รวมกันมากขึ้น หรือการที่ค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสามารถชดเชยโดยการลดจำนวนที่ใช้ในวัสดุก่อสร้างและแรงงานที่ปกติจะถูกนำมาใช้ในการสร้างส่วนหนึ่งของอาคารที่โมดูล BIPV แทนที่ ข้อได้เปรียบเหล่านี้ทำให้ BIPV หนึ่งในกลุ่มที่เติบโตเร็วที่สุดของอุตสาหกรรมไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ นอกจากนั้นยังมีคำว่าBuilding-applied Photovoltaic (BAPV) หรือเป็นการแบบบูรณาการเข้าไปในอาคารหลังจากการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ ส่วนใหญ่ติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอาคารแบบบูรณาการเป็นจริง ซึ่งบางครั้งใช้ในการอ้างถึงระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งเพิ่มเติม ทั้งนี้ผู้ผลิตบางรายและผู้สร้างความแตกต่างการก่อสร้างใหม่ BIPV จาก BAPV
ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Building-integrated_ photovoltaic

2.4.7 วิธีการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

แผงพลังงานแสงอาทิตย์นั้นสามารถติดตั้งได้บนพื้นที่ว่าง ทั้งบนหลังคาบ้านบนหลังคาโรงจอดรถ บนหลังคาอาคารต่างๆ และบนพื้นดิน ซึ่งตำแหน่งที่ดีในการเลือกติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ต้องเป็นตำแหน่งที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวัน โดยต้องไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งของอื่นใดมาบดบังแสงอาทิตย์ และไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฝุ่นหรือไอระเหยจากน้ำมันมากเกินไป และสามารถติดตั้งได้กับหลังคาบ้านทุกประเภท ทั้ง หลังคาหน้าจั่ว หลังคาดาดฟ้าพื้นคอนกรีต หลังคามุงกระเบื้อง หลังคาเหล็กเมทัลชีท เพราะทางโรงงานผู้ผลิตแผงพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ตั้งใจออกแบบเลือกใช้วัสดุน้ำหนักเบา แต่แข็งแรงทนทาน กระจายน้ำหนักได้ดีเฉลี่ยน้อยกว่า 15 กิโลกรัมต่อตารางเมตร เพราะฉะนั้น จึงสามารถติดตั้งบนหลังคาบ้านทั่วไปได้



ภาพที่ 2.22 วิธีการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์
ที่มา : http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/virtual2/solar-cell/index3.html

การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือ เราต้องคำนึงถึงสถานที่ตั้งและภูมิประเทศเป็นหลัก สำหรับประเทศไทยนั้นตำแหน่งที่ตั้งจะอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ ดังนั้นหากต้องการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้ได้ผลดีที่สุด จะต้องหันหน้าแผงไปทางทิศใต้ โดยทำมุมกับพื้นราบ 10-15 องศา ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องเลือกสถานที่ที่สามารถให้แผงหันองศาหรือปรับทิศทางได้จากทางทิศเหนือไปจรดทิศใต้ รวมทั้งสถานที่ติดตั้งต้องไม่มีเงาไม้หรือสิ่งกีดขวางใดๆ มาบดบังในระหว่างวัน หรือปราศจากเศษใบไม้ที่จะหล่นมาปกปิดแผง และควรเป็นที่โล่งไม่มีเงามาบังและไม่อยู่ใกล้สถานที่เกิดฝุ่นอาจอยู่บนพื้นดินหรือบนหลังคาบ้าน สรุปในประเทศไทยควร

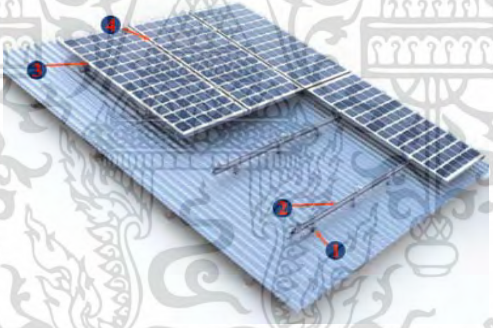
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วางแผงพลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความลาดเอียงประมาณ 13.5 องศาจากระดับแนวนอนและหันหน้าไปทางทิศใต้การวางแผง พลังงานแสงอาทิตย์ให้มีความลาดดังกล่าวจะช่วยให้พลังงานแสงอาทิตย์รับแสงอาทิตย์ได้ดีที่สุดและช่วยระบายน้ำฝนได้รวดเร็วอีกด้วย

ที่ ม า :http://www.inventor.in.th/home/] ,http://www.acexport.com/solar-cell/solar--panel-directions/

นอกจากนั้น การเตรียมพื้นที่บนหลังคาเพื่อการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ควรพิจารณาโครงสร้างของหลังคาบริเวณที่ใช้ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะต้องรับน้ำหนักของแผงพลังงานแสงอาทิตย์และอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 28 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง และต้องรองรับน้ำหนักของช่างเมื่อทำการติดตั้งหรือซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างมั่นคง รวมทั้งทิศทางการรับแสงและมุมของหลังคาที่มีความลาดเอียงพอเหมาะกับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงเมื่อทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ รวมทั้งสามารถติดตั้งโครงสร้างรองรับแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างแข็งแรงรวมทั้งการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นควรมีความสอดคล้องตามมาตรฐานการติดตั้งของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

2.4.7.1 การติดตั้ง แผงพลังงานแสงอาทิตย์กับหลังคาเมทัลชีท



ภาพที่ 2.23 รวมอุปกรณ์การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์กับหลังคาเมทัลชีท

การติดตั้งบนหลังคา เมทัลชีท แบบยิงสกูร (Metal Sheet Roof ,Bolt System)

1. L Feet /ขาตั้งแบบตัว L
2. Aluminiuam Rail /รางอะลูมิเนียม
3. End Clamp Solar Module / อุปกรณ์จับยึดด้านข้างแผงโซล่าเซลล์
4. Middle Clamp Solar Module /อุปกรณ์จับยึดระหว่างแผงโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

การติดตั้งรางอะลูมิเนียมแบบขวาง/ Solar Aluminium Rail Cross Connect

1. Aluminium rail /รางอะลูมิเนียม
2. Aluminium rail /รางอะลูมิเนียม
3. Rail cross connect /ชุดต่อรางอะลูมิเนียมแบบขวางกัน

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

การติดตั้งแบบปรับองศา / Solar Mounting Adjust Kit

1. Adjust Front Leg /ขาตั้งด้านหน้าปรับองศา
2. Adjust Rear Leg /ขาตั้งด้านหลังปรับองศา
3. Aluminium Rail /รางอะลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

Aluminium Rail /รางอะลูมิเนียม
สำหรับเป็นรางจับยึดแผงโซล่าเซลล์ วัสดุอะลูมิเนียมความยาว 4200mm

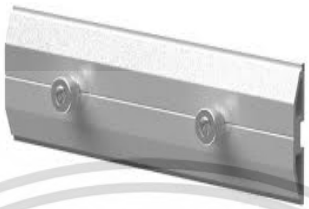
ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

End Clamp Solar Module /อุปกรณ์ยึดด้านข้างแผงโซล่าเซล
สำหรับจับยึดกรอบแผงด้านข้างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ วัสดุอะลูมิเนียม แบบปรับได้ตามความหนาของกรอบแผง Solarcell 35mm-60mm

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Middle Clamp Solar Module/อุปกรณ์จับยึดระหว่างแผง Solar Cell
สำหรับยึดกรอบแผง Solar Cell ที่ต่อกันวัสดุอะลูมิเนียม เลือกตามความหนาของกรอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 30mm-57mm



ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

Rail Splice Kit / ชุดต่อรางอลูมิเนียม
สำหรับต่อรางอลูมิเนียมเข้าด้วยกัน ในกรณีที่ต้องการต่อรางอลูมิเนียมให้ความขึ้น วัสดุอลูมิเนียม

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

L Feet / ขาตั้งแบบตัว Lขาตั้งแบบตัว L
สำหรับยึดกับหลังคาแบบกระเบื้อง เมทัลชีท หรืออื่นๆ และต่อร่วมกับรางอลูมิเนียม วัสดุอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

Rail Cross Connect / ชุดต่อรางอลูมิเนียมแบบขวาง

อุปกรณ์ต่อรางอลูมิเนียมแบบขวางกัน ทำให้สามารถต่อรางอลูมิเนียมขวางกันได้ ทำให้ติดตั้งราง อลูมิเนียมได้หลายรูปแบบ วัสดุอลูมิเนียม

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

Adjust Rear Leg / ขาตั้งด้านหลังปรับองศา

ขาตั้งด้านหลังโครงสร้างแผงโซล่าเซล และยึดติดกับรางอลูมิเนียม ทำให้สามารถปรับโครงสร้าง รองรับแผงโซล่าเซลตามมุมที่ต้องการได้ วัสดุอลูมิเนียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.23 (ต่อ)

Hanger Bolt / ขาตั้งแบบแขวนยึดกระเบื้องลอนคู่
ขาตั้งสำหรับยึดกระเบื้องลอนคุ่ และยึดติดกับรางอลูมิเนียม

ที่มา : บริษัท เทคตรอน จำกัด คลังสินค้า จ.พระนครศรีอยุธยา http://www.techtron.co.th/Product_Mounting.html

2.4.7.2 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาด

ติดตั้งที่กันสาดแนวผนังอาคารด้านทิศใต้ทำมุม 15 องศา โดยติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดมีความเหมาะสมติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้และเป็นส่วนประกอบอาคารแบบบูรณาการ (BIPV) จากเหตุผลดังนี้

1) เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณที่อยู่เหนือเส้นศูนย์สูตรทิศทางของแสงแดดตามฤดู กาลจะส่องเฉียงมาจาก ทางทิศใต้ มากกว่าทางทิศเหนือ

2) ช่วงเวลาที่ ดวงอาทิตย์ อยู่ใกล้ เส้นศูนย์สูตรของขั้วโลกมากที่สุดคืออยู่เหนือขึ้นไปในแนวดิ่งพอดีกับพื้นที่ที่อยู่ตรงบริเวณ แนวเส้น ศูนย์สูตร ประมาณวันที่ 21-23 มีนาคม และวันที่ 21-23 กันยายนของทุกปี สำหรับประเทศไทยซึ่งอยู่ ค่อนมาทางซีกโลกเหนือแล้ว ในช่วงเวลาดังกล่าวจะได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ โดยแสงแดดจะส่องเฉียงมาจากทาง ทิศใต้ทำมุมยก 15 องศาในตอนเที่ยงกับแนวดิ่ง

3) ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องมาจาก ทางทิศเหนือจะอยู่ระหว่าง ช่วงเดือนพฤษภาคม ถึงเดือน สิงหาคม ของทุกปี เดือนที่แสงแดดส่อง เฉียง มาจากทางทิศเหนือ มากที่สุดจะเป็นช่วงเดือนมิถุนายน ประมาณวัน ที่ 21-23 โดยจะทำมุมยอด 10 องศาในตอนเที่ยงกับแนวดิ่ง

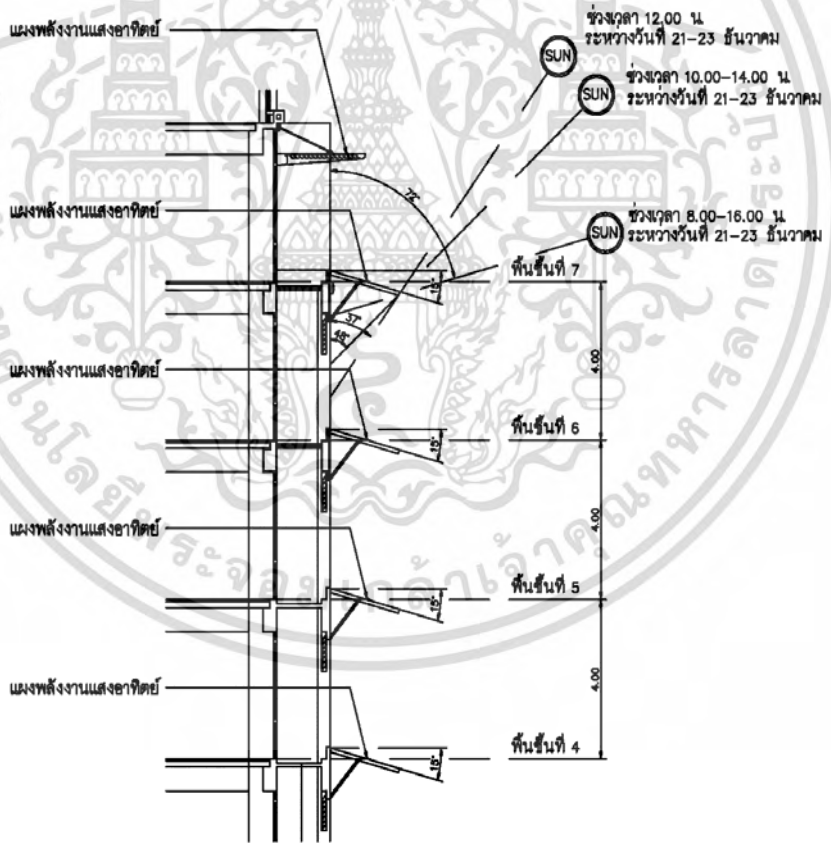
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ช่วงเวลาที่แสงแดดส่องมาทาง ทิศใต้ จะอยู่ระหว่างช่วงเดือน กันยายนถึงเดือนเมษายน ของปีถัด ไปทุกปี เดือนที่แสงแดดส่อง เฉียง มาจากทางทิศใต้ มากที่สุดจะเป็นช่วงเดือนธันวาคม ประมาณวันที่ 21-23 โดยจะทำมุมยอด 37 องศาในตอนเที่ยง ในเวลา 10.00 น.14.00 น. จะทำมุม 48 องศา และเวลา 8.00 น.,16.00 น. จะทำมุม 72 องศา

ที่มา : http://www.novabizz.com/cdc/sun.htm ixzz3tu3jN6Ry

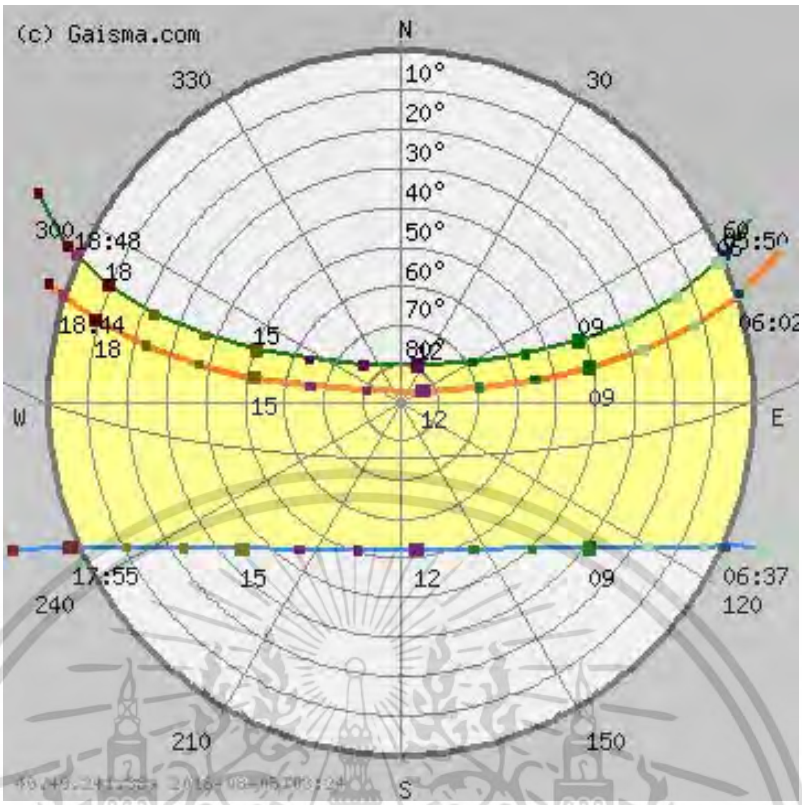
: วรากร สงวนทรัพย์, โครงการศึกษาการออกแบบอุปกรณ์บังแดดและตำแหน่งช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยประเภทห้องชุดในเขตกรุงเทพมหานคร (2552)

จากข้อสรุปข้างต้นจะเห็นได้ว่าอาคารที่ติดแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้โดยระยะห่างแผงพลังงานแสงอาทิตย์ทุกระยะ 4 เมตร ในแนวดิ่งจึงไม่เกิดบังเงากันมีความเหมาะสมในการติดตั้ง



ภาพที่ 2.24 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดไม่เกิดบังเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.25 เส้นทางการเดินของดวงอาทิตย์ที่จังหวัดปทุมธานีที่ตำแหน่งเฉลี่ยทั้งปี

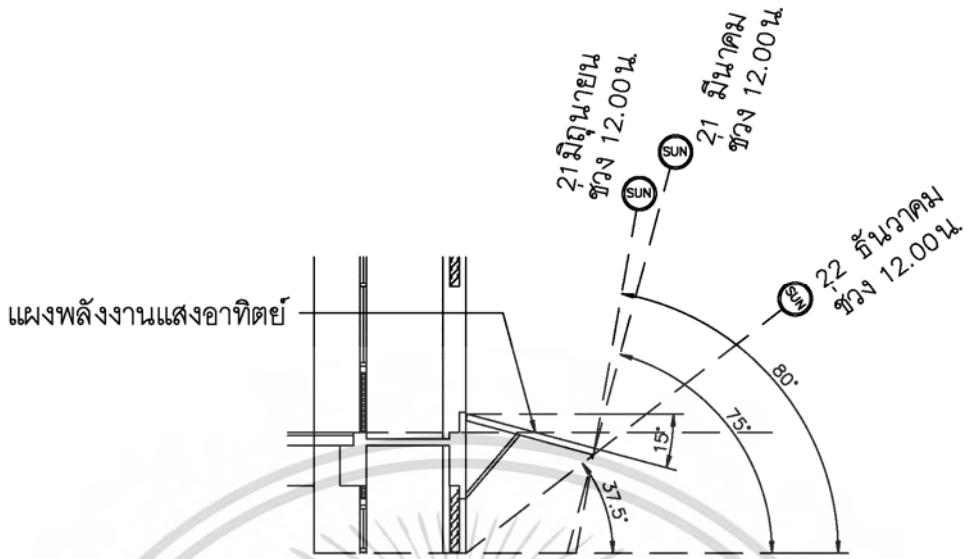
ที่มา : http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial(PDF)/Bay38%20Building%20Features.pdf

http://www.gaisma.com/en/location/bangkok.html

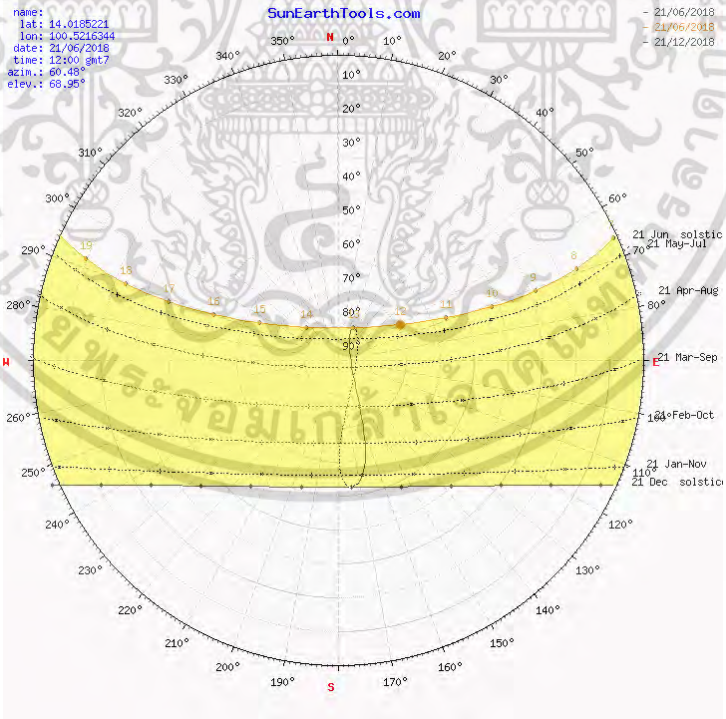
http://www.gaisma.com/en/dir/th-country.html

http://solardat.uoregon.edu/PolarSunChartProgram.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



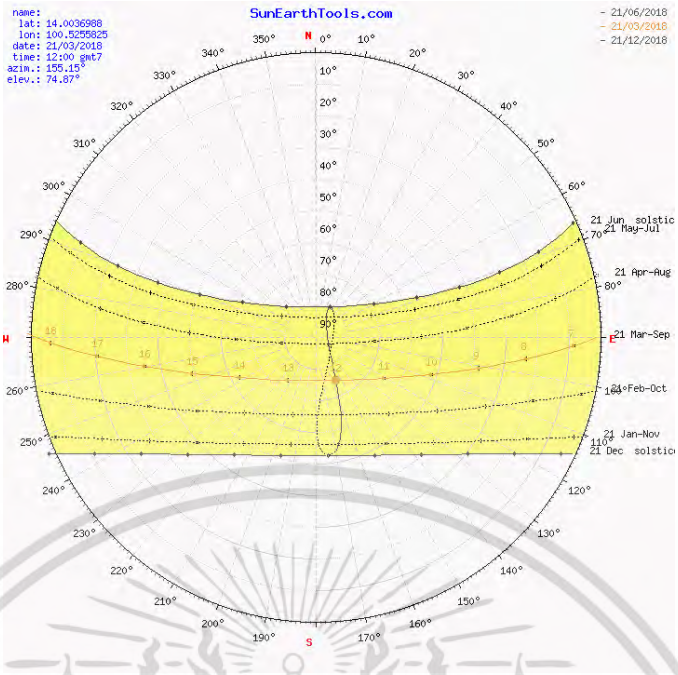
ภาพที่ 2.26 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาดด้านทิศใต้ที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด



ภาพที่ 2.27 เส้นทางดวงอาทิตย์ (Sun Path Diagram) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด(21 มิถุนายน ช่วงเวลา 12.00 น.)

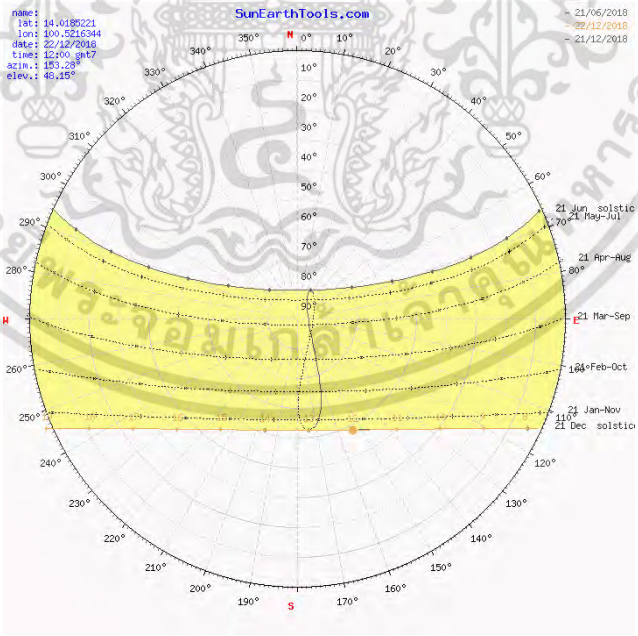
ที่มา : http://sunearthtools.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.28 เส้นทางดวงอาทิตย์ (Sun Path Diagram) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด(21 มีนาคม ช่วงเวลา 12.00 น.)

ที่มา : http://sunearthtools.com/



ภาพที่ 2.29 เส้นทางดวงอาทิตย์ (Sun Path Diagram) ของจังหวัดปทุมธานีที่ได้รับอิทธิพลแสงอาทิตย์มากที่สุด(21 ธันวาคม ช่วงเวลา 12.00 น.)

ที่มา : http://sunearthtools.com/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.8 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (On Grid หรือ Grid System)

การออกแบบการติดตั้งและการติดตั้ง คือการคำนวณของระบบฯ กำหนดพื้นที่ติดตั้ง ทิศมุมในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ การดำเนินการติดตั้งอย่างมีแบบแผน รูปแบบการติดตั้ง เป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าสอดคล้องกับมาตรฐานการติดตั้งของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท.

ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และ นพดล มณีรัตน์, บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ (2557)

: พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา, การใช้เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อการประหยัดพลังงาน (2559) อาคารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีที่ 15 ฉบับที่ 1

การหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ของระบบ On Grid

$$PV = \frac{Unit \times 1000}{\frac{P_{irr} \times C \times H \times I}{S_{irr}}}$$

เมื่อ PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (kw)

Unit = จำนวนหน่วยการใช้พลังงานฟ้าต่อวัน (kWh/day)

P_{irr} = พลังงานแสงที่ได้รับตลอดทั้งวันต่อพื้นที่(โดยเฉลี่ย4kWh/sq.m)

S_{irr} = ความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ยต่อพื้นที่(โดยเฉลี่ย0.8-0.9kWh/sq.m)

C = ค่าความสูญเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.95)

I = ค่าประสิทธิภาพของอินเวอเตอร์ (ประมาณ 0.95 เนื่องจากอินเวอเตอร์ประเภท Grid Connected ค่อนข้างมีประสิทธิภาพสูงกว่าอินเวอเตอร์ประเภท Off Grid)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาเซลล์ (Wp)

$$Wp = \frac{PV}{C \times H}$$

เมื่อ Wp = กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมด ตามค่า Wp ที่ระบุไว้ในคุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์ (kw)

PV = กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (kw)

C = ค่าความสูญเสียของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.95)

เนื่องจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่จำหน่ายโดยทั่วไปจะระบุพลังงานสูงสุด Wp จากมาตรฐานของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (STC: Standard Test Conditions) จึงต้องคำนวณค่ากำลังสูงสุดให้สอดคล้องกับค่ากำลังสูงสุดของ STC: Standard Test Conditions เพื่อให้ง่ายในการเปรียบเทียบและเลือกผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

สูตรการคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

$$\text{จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (N)} = \frac{Wp}{\text{Wp per panel}}$$

เพื่อใช้ในการออกแบบการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ในอาคารด้านการศึกษาต่อไป

2.5 การวิเคราะห์เลือกชนิดแผงพลังงานแสงอาทิตย์อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากการที่ได้ศึกษาการผลิตและคุณสมบัติแผงพลังงานแสงอาทิตย์โดยแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

2.5.1 Mono crystalline หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว

แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski Process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ Thin film
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วยแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด Thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
- ถ้าหาก แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ Inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

2.5.2 Poly crystalline หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึก

แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (Multi-Crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่าชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด Thin Film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

2.5.3 Amorphous silicon หรือเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัส

การผลิต โซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous Silicon (a-Si),Cadmium Telluride (CdTe),Copper Indium Gallium Selenide (CIS/CIGS) และ Organic Photovoltaic Cells (OPC)

ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้ แผงโซล่าเซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

ข้อดี

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอน
- ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้
- ถ้าคุณมีที่เหลือเฟือ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสีย

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ
- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ
- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน
  สรุป จากข้อดีและข้อเสียพิจารณาเลือก โพลีคริสตัลไลน์ เนื่องจากมีราคาปานกลาง ประสิทธิภาพปานกลางเหมาะสมที่จะนำไปเลือกใช้สำหรับอาคารกรณีศึกษาที่เป็นส่วนราชการมากที่สุด

ตารางที่ 2.9 การเปรียบเทียบแผงพลังงานแสงอาทิตย์

	ประสิทธิภาพ	**ประสิทธิภาพที่อุณหภูมิสูง**	**อายุการใช้งาน(ปี)**	**ราคา/วัตต์**	**Sheading**
โมโนคริสตัลไลน์	15-20%	ไม่ดี	25	แพงสุด	ไม่ดี
โพลีคริสตัลไลน์	13-16%	กลาง	> 20	กลาง	กลาง
อะมอร์ฟัส	7-13%	ดีสุด	< 20	ถูกสุด	ดีสุด

2.6 อาคารตัวอย่าง

2.6.1 อาคาร Net Zero Energy Building กองสื่อสารองค์กรณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กองสื่อสารองค์กรณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เป็นอาคารเก่า 2 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอย 315 ตารางเมตร ใช้ไฟฟ้าประมาณ 35,000 หน่วยต่อปี ได้รับอนุมัติจากมหาวิทยาลัยขอนแก่นให้ทีมวิจัยพัฒนาปรับปรุงเป็นอาคารต้นแบบที่สามารถใช้พลังงานสุทธิภายในอาคารเป็นศูนย์(Net Zero Energy Building) งบประมาณทั้งสิ้น 18 ล้านบาท เทคนิคการลดใช้พลังงานในอาคารได้แก่

1. การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์สำนักงานเป็นอุปกรณ์ชนิดประหยัดพลังงานเช่น เปลี่ยนคอมพิวเตอร์จาก PC เป็น Notebook เปลี่ยนจอ LCD เป็นจอ LED
2. การปรับปรุงผนังอาคารโดยติดตั้งฉนวนกันความร้อน
3. การปรับปรุงวัสดุมุงหลังคาให้เป็นสีอ่อนและตั้งตั้งฉนวนใยแก้วหนา 4 นิ้วใต้วัสดุมุงหลังคา
4. ลดพื้นที่กระจกและติดตั้งฟิลม์กรองแสงเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร
5. การติดตั้งอุปกรณ์นำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร
6. การปรับปรุงระบบปรับอากาศ โดยใช้ระบบ Variable Refrigerant Volume (VRF) มีคอมเพลสเซอร์ DC มอเตอร์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าระบบไฟฟ้าจากระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง และมีอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วรอบให้สัมพันธ์กับภาวะการทำความเย็นมีการติดตั้งแผงรังผึ้งระบายความร้อน (Cooling Pad) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อน
7. การเปลี่ยนใช้หลอด LED โดยให้ค่าแสงสว่างต่อพื้นที่เท่ากับ 3.36 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยยังมีแสงสว่างเพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ โดยปรับปรุงหลังคาให้มีความลาดเอียงไฟทางทิศใต้โดยสามารถผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ขนาด 20 กิโลวัตต์และผลิตไฟฟ้าได้ประมาณ 26,000 หน่วยต่อปี ผลการตรวจวัดจริงพบว่าอาคารใช้พลังงานตลอดปี 2556 เท่ากับ 28,420 หน่วย โดยระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตได้ 30,166 หน่วยต่อปี

ที่มา : https://www.kku.ac.th/news/v.php?q=0005826&l=th

ภาพที่ 2.30 ภาพอาคาร Net Zero Energy กองสื่อสารองค์กร มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2.6.2 Thammasat Smart City

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ปี 2560 ได้เข้าสู่โครงการ “ธรรมศาสตร์สมาร์ทซิตี้” ที่รวม 3 อย่างเข้าด้วยกัน 1.สิ่งแวดล้อม 2.คนในชุมชน 3.เทคโนโลยี 4.0 ภายใต้โครงการสนับสนุนการออกแบบเมืองอัจฉริยะ (SmartCities-Clean Energy) ของสำนักงานนโยบายและแผนงานพลังงานกระทรวงพลังงาน

Smart , Energy ผลิตพลังงานสะอาดใช้เอง โดยเปลี่ยนครั้งใหญ่คือการเปลี่ยนหลังคาให้เป็นจุดกำเนิดพลังงานไฟฟ้าโดยช่วงเดือนสิงหาคม 2559 ได้เปิดตัวโครงการติดตั้งระบบโซล่าร์รูฟท๊อป นับเป็นมหาวิทยาลัยแห่งแรกของเอเชียและอันดับที่ 4 ของมหาวิทยาลัยของโลก โดยผลิตไฟฟ้าได้ถึง 6 เมกะวัตต์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ศูนย์รังสิต ใช้ไฟฟ้าปีละ 70ล้านหน่วย คิดเป็นเงินประมาณ 300 ล้านบาทต่อปี โดยตั้งเป้าจะติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด 15 เมกะวัตต์ โดยเพิ่มอีก 9 เมกะวัตต์ จากของเดิมภายในปีนี้ ช่วงกลางวันสามารถผลิตไฟฟ้าจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยวันละ 7.5 หมื่นหน่วย ช่วยลดการใช้ไฟฟ้าได้ถึง 30-40 เปอร์เซ็นต์

โครงการดังกล่าวมีมูลค่า 700 ล้านบาท โดยมีบริษัทเอกชนเป็นผู้ลงทุนทั้งหมดทำสัญญาซื้อขายระยะเวลา 21 ปี ราคาค่าไฟฟ้าเท่ากับการซื้อไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และเพื่อเป้าหมายภายใน 3 ปี จะใช้ไฟฟ้าของ กฟผ. เพียงครึ่งเดียวได้แก่ “ผลิต 35% ประหยัด 25% จากเป้าหมายจึงเป็นแผนดังนี้

1. Smart Building จะสร้างแต่อาคารประหยัดพลังงานเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปรับปรุงตึกเก่าตามมาตรฐานอาคารเขียวไทย

2. Design Strategy แบ่งออกเป็น 4 รูปแบบ 1.เทคโนโลยีดึงลมเข้าสู่อาคารและระบายความร้อนระดับบนของอาคาร 2.ดึงแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารที่มีช่วงหลังคากว้าง 3.ใช้บังแดดเข้าสู่ช่องเปิดโดยตรง แต่แสงเข้าสู่อาคารทางอ้อม 4.ปล่อยลมระดับพื้นหรือระดับตัวคน เพื่อลดการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

3. การติดตั้ง Sunshade และ Building Control เพื่อควบคุมแสงแดดเข้าสู่อาคารอย่างเหมาะสม ปลูกต้มไม้หรือการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่เปลือกอาคารรับแดดเพื่อช่วยผลิตไฟฟ้า

4. Smart Mobility โครงการรถ Solar Bus ที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจำนวน 6 แผงให้พลังงาน 1,860 วัตต์สามารถวิ่งได้ตลอดทั้งวัน โดยปี 2562 มีเป้าหมายเพิ่มรถอีก 24 คัน เพื่อลดการใช้รถส่วนตัวนักศึกษาและลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซน์สู่ชั้นบรรยากาศได้มากอีกด้วย

ภาพที่ 2.31 ภาพมุมสูงการติดตั้งแผงพลังงานแสง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ที่มา : https://greennews.agency/?p=15008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการศึกษา

อาคารเรียนและสถานศึกษาเริ่มมีการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์มากขึ้นทั้งเป็นนโยบายและมีงบสนับสนุน จากหน่วยงานของรัฐบาลเช่น กระทรวงพลังงาน เป็นต้น

จากแผนอนุรักษ์พลังงาน 21 ปี พ.ศ.2558-2559 (Energy Effidency Plan,EEP 2015) ของประเทศไทยกำหนดให้มีการออกแบบอาคารทั่วไปเป็นอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงพลังงาน ว่าด้วยกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ซึ่งมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระบบดังนี้

1. ระบบกรอบอาคาร (OTTV,RTTV)
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (LPD)
3. ระบบปรับอากาศ
4. อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน
5. การใช้พลังงานหมุนเวียน

ดังนั้นการวิจัยจึงหาตัวอย่างแนวทางในการออกแบบติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับอาคารเรียนใบประเทศไทย เป็นกรณีศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับแผนอนุรักษ์พลังงาน 21 ปี และควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพเป็นรูปธรรมชัดเจนนำไปสู่จุดมุ่งหมายดังนี้

1. วิจัย การผลิตใช้พลังงานแสงอาทิตย์และให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ระยะคืนทุนเร็วขึ้น

2. วิจัย ค้นคว้าเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศ ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

3. วิจัย ค้นคว้าพฤติกรรมการใช้งานของคนไทยอย่างเหมาะสม

4. วิจัย ค้นหว้าพัฒนาโปรแกรมและบุคลากรต่างๆในการจำลองใช้โปรแกรมเรื่องพลังงานให้ทำงานง่ายขึ้นมีประสิทธิภาพและเชื่อถือได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อาคารกรณีศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (Rajamangala University Of Technology Thanyaburi) ได้รับการสถาปนาขึ้นในพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล เมื่อวันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2548 โดยรวม 2 หน่วยงานหลักเข้าไว้ด้วยกัน คือ ศูนย์กลางสถาบันเทคโนโลยีราชมงคลและวิทยาเขตปทุมธานี จัดการศึกษาระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม เกษตรศาสตร์ บริหารธุรกิจ คหกรรมศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาศาสตร์ เทคโนโลยีสื่อสารมวลชน ศิลปศาสตร์ วิทยาลัยการแพทย์แผนไทยและสาขาวิชาทาง ด้านนาฏศิลป์และดุริยางค์

และวิทยาเขตปทุมธานี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีมีสถานที่ตั้ง 2 แห่ง คือ ศูนย์กลางมหาวิทยาลัย ตำบลรังสิต อำเภอธัญบุรี และวิทยาเขตปทุมธานี ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี

อาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปัจจุบันเปิดสอน 2 สาขาวิชา

1. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม (Bachelor Of Architecture Program Architecture) หลักสูตร 5 ปีปกติ

2. สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน (Bachelor Of Architecture Program In Interior Architecture) หลักสูตร 5 ปีปกติ

3.1 ข้อมูลทางสถาปัตยกรรม

3.1.1 ทิศทางที่ตั้งอาคารและสภาพแวดล้อมโดยรอบ

อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ตั้งอยู่ในบริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี รูปอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ความยาว 60.00x51.00 เมตร แนวอาคารวางอยู่ในทิศตะวันออก-เหนือ บริเวณโดยรอบเป็นอาคารและรั้วมหาวิทยาลัย

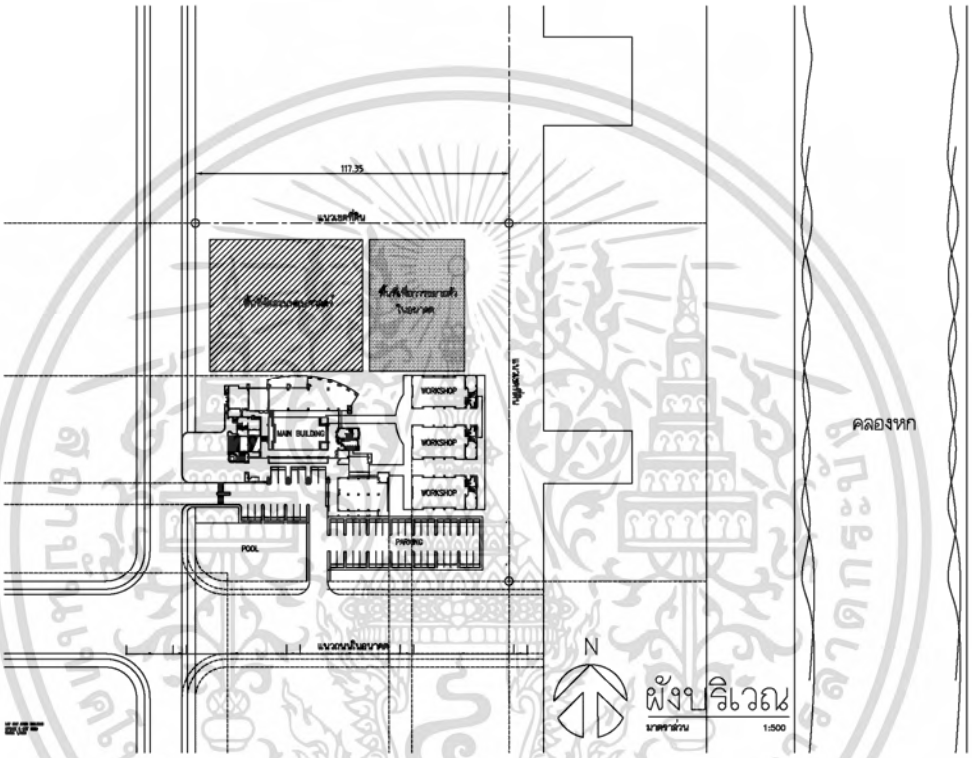
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศเหนือ ติดกับอาคารคณะนาฏศิลป์และดุริยางค์สูง 9 ชั้น

ทิศตะวันออก ติดกับทางสัญจรรอบรั้วมหาวิทยาลัย

ทิศตะวันตก ติดกับถนนหลักในโครงการตรงข้ามเป็นอาคารศิลปะประจำชาติความสูง 3 ชั้น

ทิศใต้ ติดกับอาคารเรียนคณะบริหารธุรกิจความสูง 9 ชั้น



ภาพที่ 3.1 ที่ตั้งอาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีและอาคารโดยรอบ

3.1.2 ผังพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร

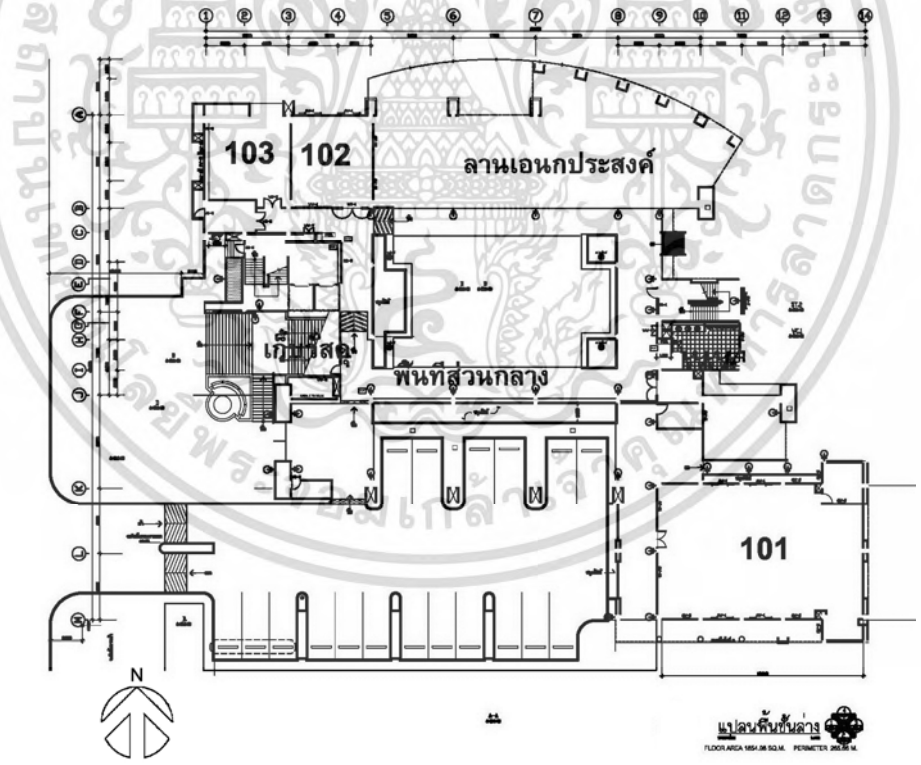
อาคารนี้มีจุดหมายในใช้สอยด้านการเรียนการสอนรวมถึงห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับงานด้านสถาปัตยกรรมของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์โดยจะเน้นไปทางการสอนในห้องปฏิบัติการเป็นสำคัญ ซึ่งจะแบ่งส่วนสำคัญเป็น 4 ส่วนได้แก่ ส่วนห้องสำนักงานและห้องพักอาจารย์ ส่วนห้องบรรยาย ส่วนห้องตรวจงานและห้องปฏิบัติการ สุดท้ายส่วนห้องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 1 - 8 ประกอบด้วยห้องดังนี้

พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 1

- บันไดหลักอยู่ด้านทิศตะวันตกขึ้นจากชั้นล่างไปยังชั้นที่ 2
- ด้านทิศใต้เป็นลานจอดรถยนต์ 17 คัน และรถจักรยานยนต์นักศึกษา
- ห้อง 101 คือห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมเป็นส่วนอาคารโครงสร้างแยกออกมาจากอาคารหลัก โดยเป็นหลังคาโครงเหล็ก
- ช่วงกลางอาคารหลักเป็นห้องโถงโล่งเป็นลานกิจกรรมจากชั้นล่างโล่งจนถึงหลังคา
- บันไดหลักมีทั้งด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก ลิฟท์ 2 ตัวจะติดกับบันไดหลักด้านทิศตะวันตก
- ด้านทิศเหนือเป็นลานอเนกประสงค์เปิดโล่ง
- ห้องน้ำอยู่ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเพื่อให้โดนแดดช่วงบ่าย

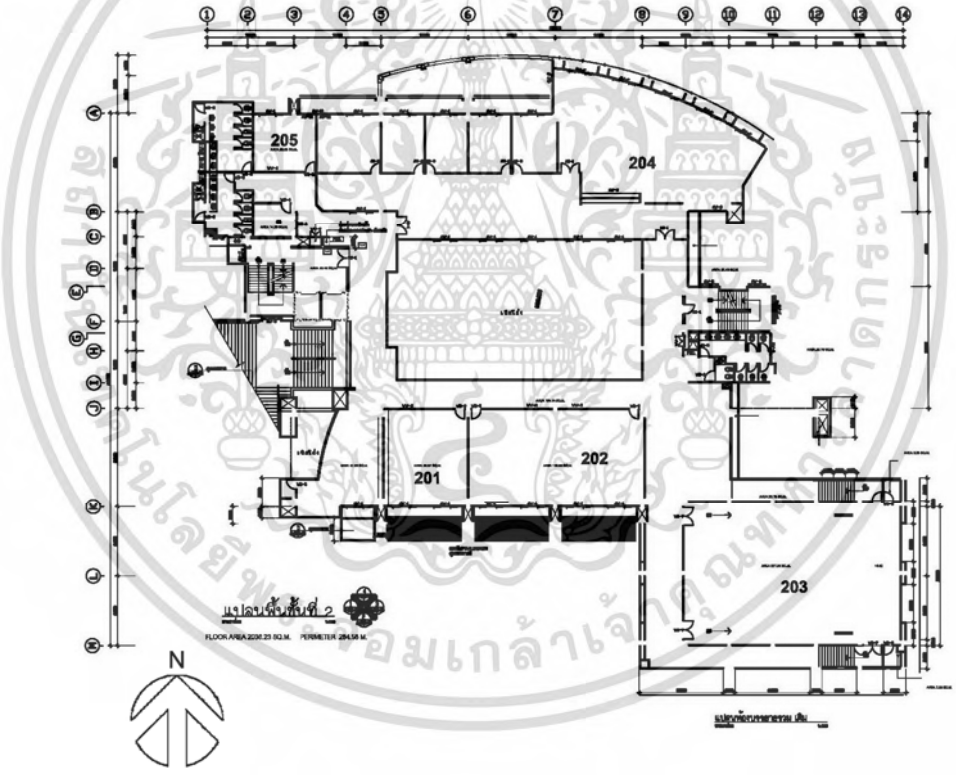


ภาพที่ 3.2 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 2

- จากบันไดหลักเดินขึ้นมาจะมีทางเดินรอบพื้นที่เปิดโล่งอยู่กลางอาคารตั้งแต่ชั้นล่างจนถึงหลังคา เพื่อระบายอากาศและรับแดดจากหลังคา SKY LIGHT
- ด้านทิศเหนือเป็นห้องคณะผู้บริหารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์,รองคณะบดี,อาจารย์และเจ้าหน้าที่
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเจ้าหน้าที่และมีทางเดินเชื่อมไปห้องประชุมที่ทิศตะวันออกเฉียงใต้
- ด้านทิศตะวันตกบันไดหลักเป็นระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศไปยังทิศตะวันออกที่เป็นระเบียงเปิดโล่งเช่นกัน

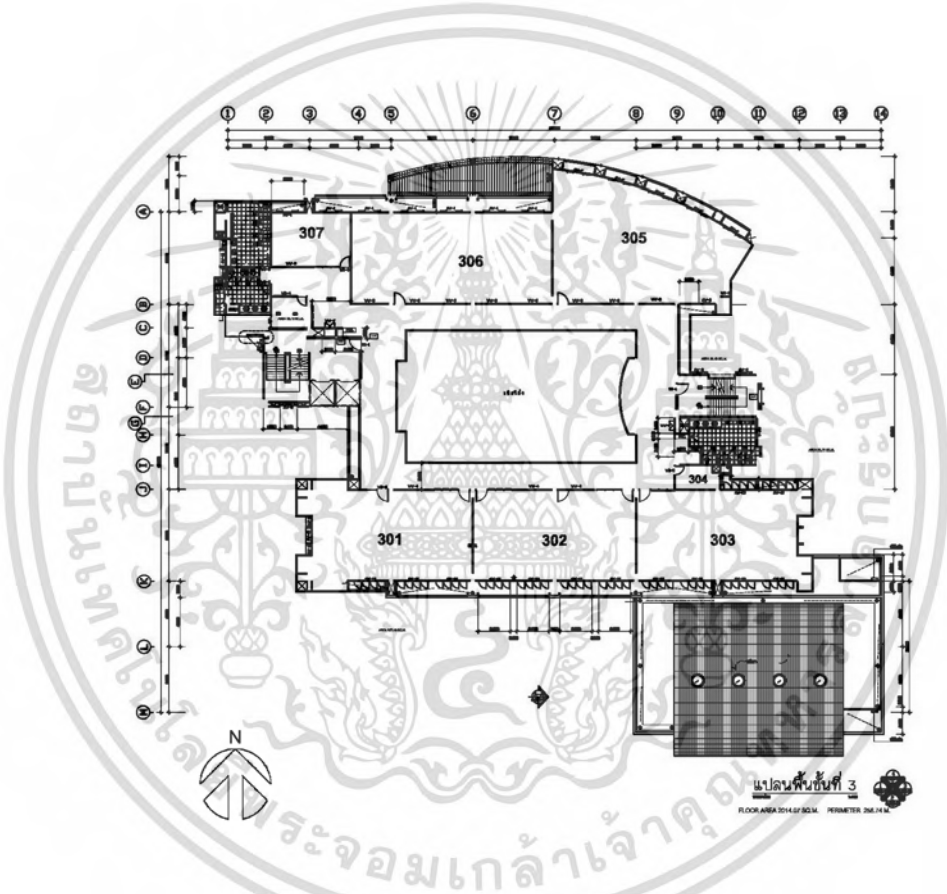


ภาพที่ 3.3 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 3

- ด้านทิศเหนือเป็นห้องบุคลากร,อาจารย์คณะสถาปัตยกรรมภายในและสถาปัตยกรรมร่วม
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเรียนปฏิบัติการเรียน
- ช่วงกลางอาคารเปิดโล่งจากชั้นล่างถึงหลังคา โดยมีทางเดินเชื่อมรอบพื้นที่เปิดโล่ง
- ด้านทิศตะวันตกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ
- ด้านทิศตะวันออกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ

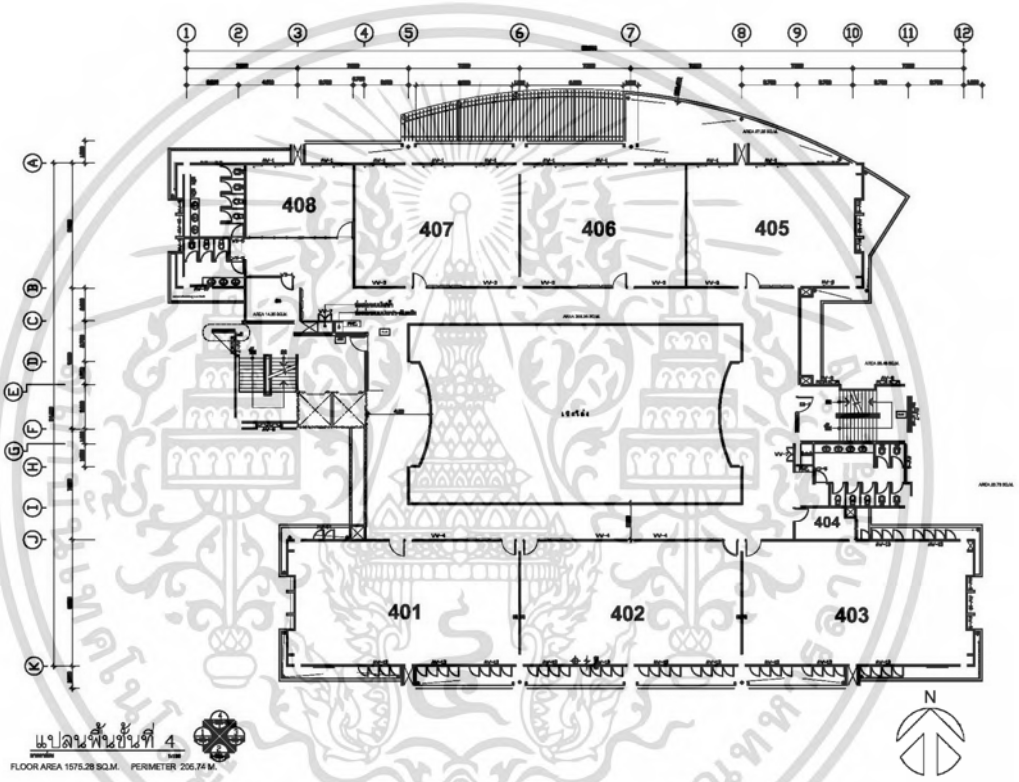


ภาพที่ 3.4 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 4

- ด้านทิศเหนือเป็นห้องเรียนปฏิบัติการเรียน
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเรียนปฏิบัติการเรียน
- ช่วงกลางอาคารเปิดโล่งจากชั้นล่างถึงหลังคา โดยมีทางเดินเชื่อมรอบพื้นที่เปิดโล่ง
- ด้านทิศตะวันตกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ
- ด้านทิศตะวันออกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ

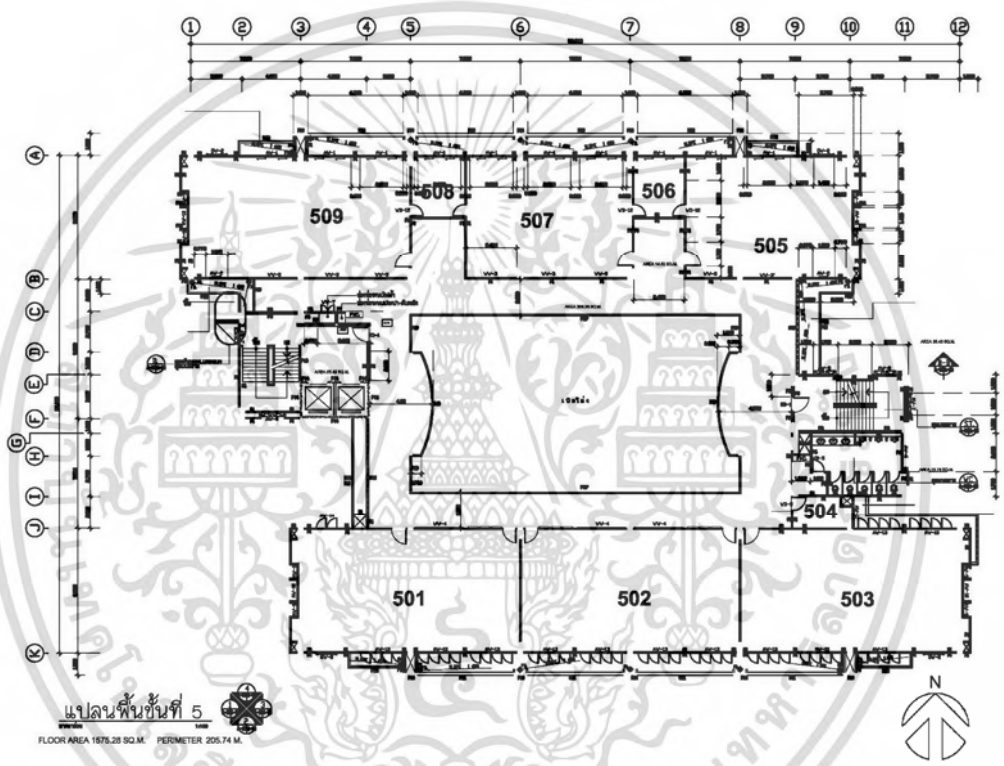


ภาพที่ 3.5 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 5

- ด้านทิศเหนือเป็นห้องเรียนปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเรียนปฏิบัติการเรียน
- ช่วงกลางอาคารเปิดโล่งจากชั้นล่างถึงหลังคา โดยมีทางเดินเชื่อมรอบพื้นที่เปิดโล่ง
- ด้านทิศตะวันตกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ
- ด้านทิศตะวันออกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ

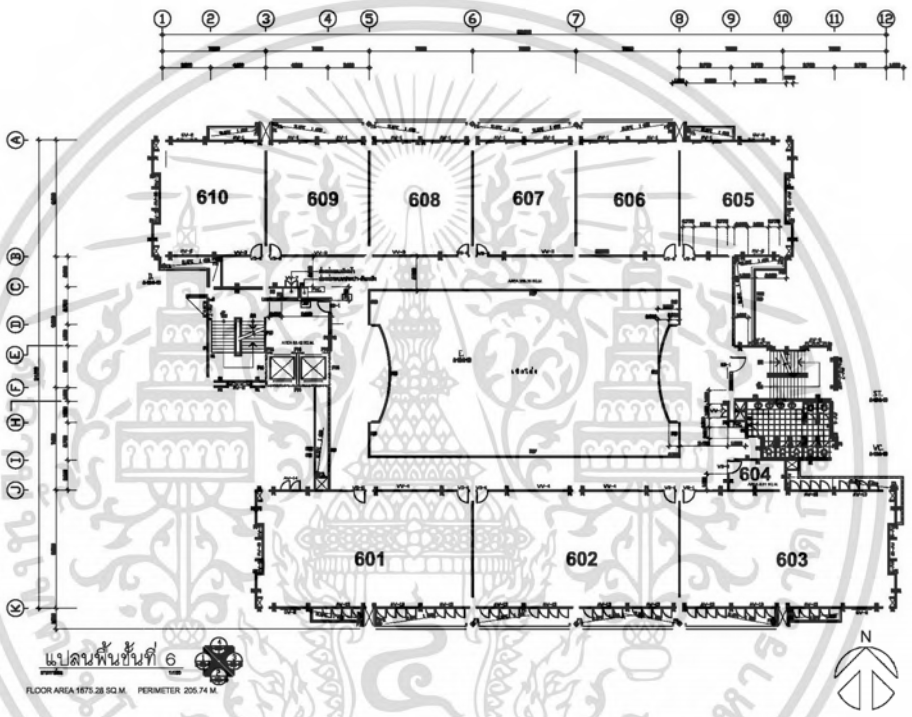


ภาพที่ 3.6 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

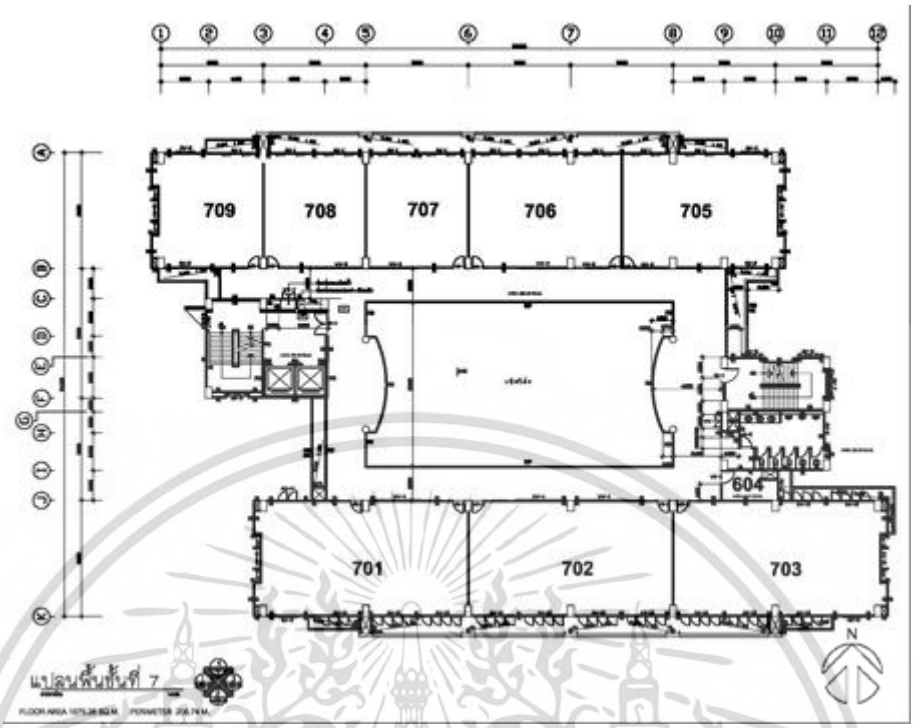
พื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 6-8

- ด้านทิศเหนือเป็นห้องเรียนปฏิบัติการคอมพิวเตอร์
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเรียนปฏิบัติการเรียน
- ช่วงกลางอาคารเปิดโล่งจากชั้นล่างถึงหลังคา โดยมีทางเดินเชื่อมรอบพื้นที่เปิดโล่ง
- ด้านทิศตะวันตกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ
- ด้านทิศตะวันออกเป็นบันไดหลัก,ลิฟท์,ห้องน้ำและระเบียงเปิดโล่งระบายอากาศ

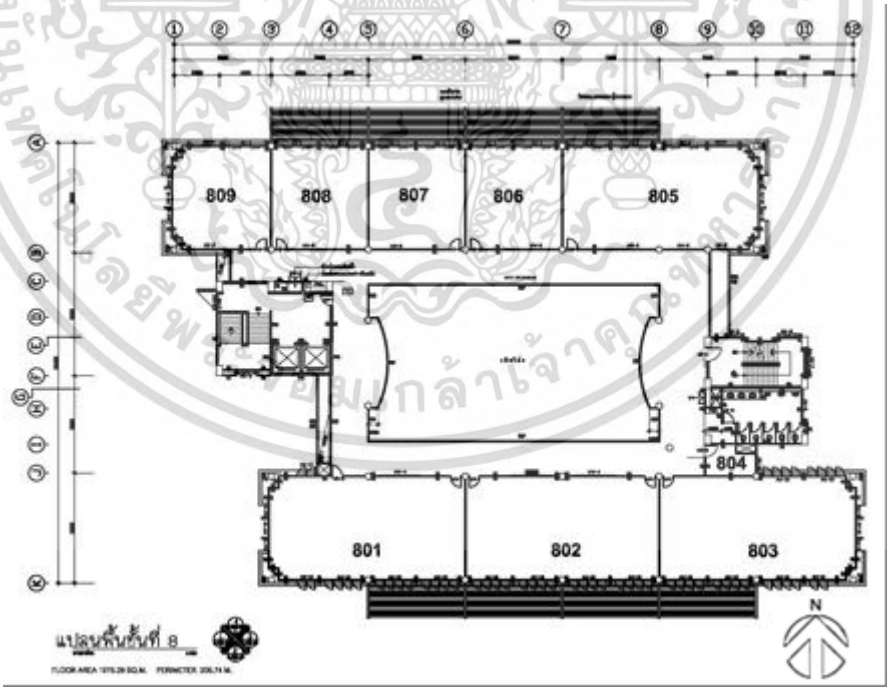


ภาพที่ 3.7 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 7

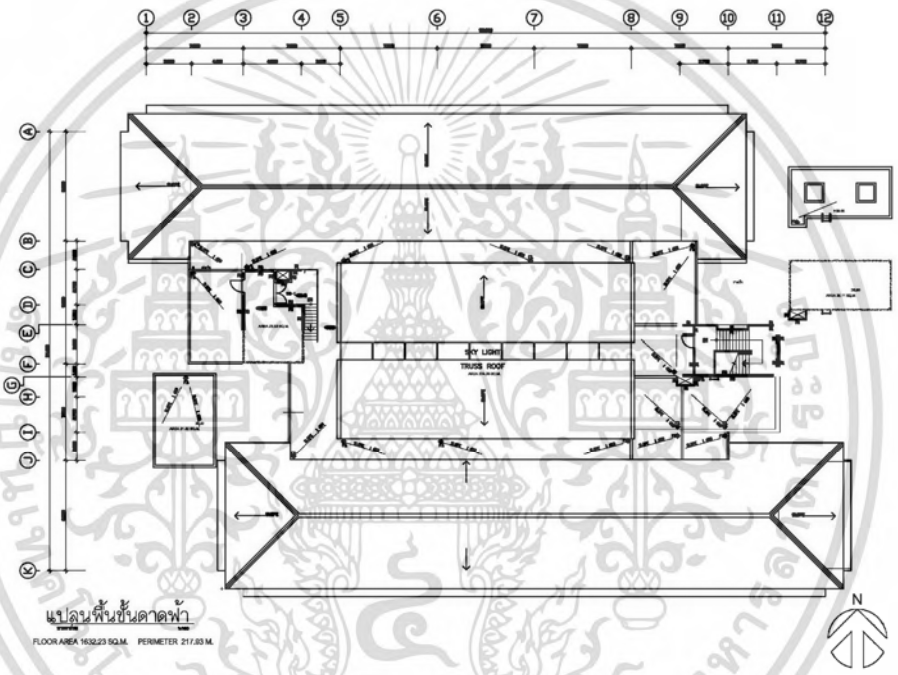


ภาพที่ 3.9 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังคา

- มีทางเดินขึ้นดาดฟ้า,ด้านทิศตะวันออกโดยมีถังเก็บน้ำอยู่เหนือซุ้มบันได
- ด้านทิศใต้เป็นห้องเครื่องลิฟท์
- ช่วงกลางอาคารที่เปิดโล่งถึงหลังคามีหลังคาเหล็กคุมโดยหลังคาช่วงกลางเป็น SKY LIGHT เพื่อให้ได้รับแสงแดดส่องสว่างตอนกลางวัน
- ด้านทิศเหนือ-ทิศใต้ เป็นหลังคาปั้นหยาคุมโดยมีหลังคา ค.ส.ล เชื่อมถึงกัน



ภาพที่ 3.10 ผังพื้นที่ใช้สอยชั้นดาดฟ้า

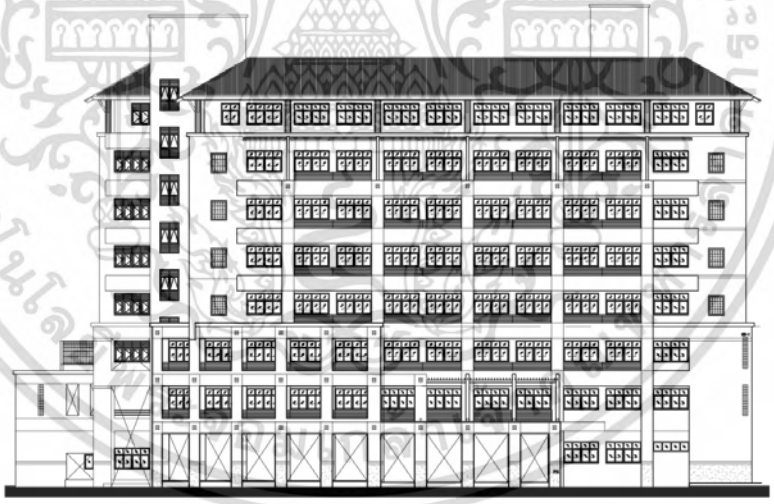
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 รายละเอียดกรอบอาคาร

พบว่าผนังโดยส่วนใหญ่ของอาคารเป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูน ทาสี มีหน้าต่างอลูมิเนียม และระเบียง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ด้านทิศเหนือ

- ชั้นที่ 1 เปิดโล่งลานอเนกประสงค์เพื่อระบายอากาศภายในอาคารและแสงธรรมชาติ
- ชั้นที่ 2-6 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียม โดยมีกันสาด ค.ส.ล ตลอดแนว
- ชั้นที่ 7 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียม โดยติดกันสาดอลูมิเนียม 4 ช่วงเสาเพื่อความสวยงามและบังแสงแดด
- ชั้นที่ 8 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียม โดยมีกันสาดจากชายคาตลอดแนว



ภาพที่ 3.11 รูปด้านอาคารทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านทิศตะวันออก

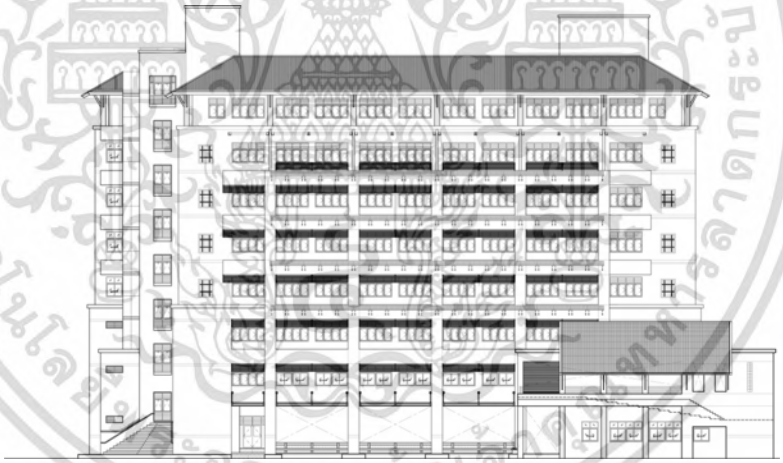
- เป็นด้านหลังอาคารเน้นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบเรียบทาสี
- ด้านซ้ายเป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียม
- ถัดจากผนังห้องสมุดเป็นช่องเปิดโล่งระบายอากาศ 3 จุด เพื่อเปิดโล่งลานกิจกรรมช่วงกลางอาคาร
- ชั้นที่ 2-3 ด้านซ้ายเป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียมของห้องประชุม ถัดมาเป็นช่องเปิดโล่งระบายอากาศ 2 จุด และผนังโค้งก่ออิฐมวลเบา หน้าต่างอลูมิเนียมตลอดแนวด้านขวามือ
- ชั้นที่ 4-8 ผนังส่วนใหญ่ก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสีและช่องแสง มีช่องเปิดโล่งชั้นที่ 4 ถึงชั้นที่ 8 เพื่อระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติเข้าสู่ตัวอาคาร

ภาพที่ 3.12 รูปด้านอาคารทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านทิศตะวันใต้

- ด้านซ้ายเป็นบันไดเมนชั้นล่างขึ้นชั้นที่ 2
- ตลอดช่วงเสาเปิดโล่งผ่านลานกิจกรรมไปลานอเนกประสงค์ ที่ด้านทิศเหนือเพื่อระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติ
- ด้านขวาเป็นส่วนอาคารแยกออกมาจากอาคารใหญ่คือห้องสมุดชั้นล่างและห้องประชุมชั้นที่ 2
- ชั้นที่ 2-6 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียมโดยมีกันสาด ค.ส.ล ตลอดแนว
- ชั้นที่ 7 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียมโดยมีกันสาด ค.ส.ล ตลอดแนว
- ชั้นที่ 8 เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบปูนเรียบทาสี ติดตั้งหน้าต่างอลูมิเนียมโดยมีกันสาด ค.ส.ล ตลอดแนว



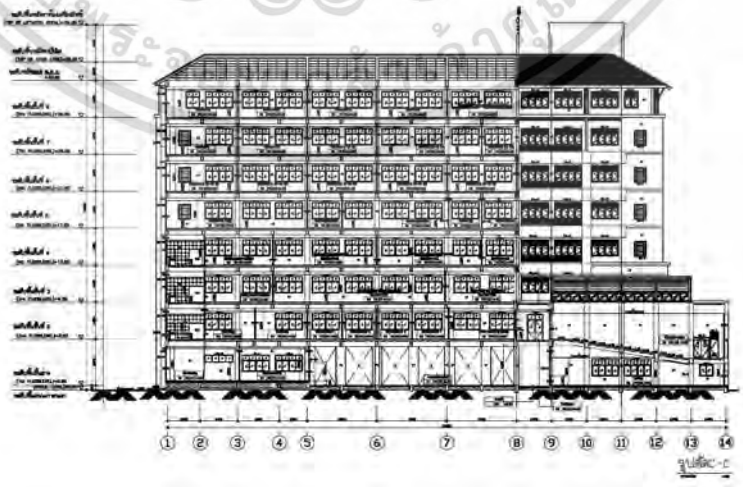
ภาพที่ 3.13 รูปด้านอาคารทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านทิศตะวันตก

- เป็นด้านหน้าอาคารมีบันไดเมนขึ้นจากชั้นล่างขึ้นชั้นที่ 2 เหนือบันไดเมน เป็นระเบียงเปิดโล่งจากชั้นที่ 2 ถึงชั้นที่ 8 เพื่อระบายอากาศและรับแสงธรรมชาติ
- ผนังชั้นที่ 2-8 ส่วนใหญ่เป็นก่ออิฐมวลเบา ติดช่องแสง เนื่องจากเป็นทิศตะวันตกแดดจะแรงมากช่วงบ่าย และด้านหน้าอาคาร ถนนภายในที่ไม่มีอาคารช่วยบังแดดจึงทำให้ด้านนี้จะได้รับแดดแรงมากช่วงบ่าย
- ระหว่างบันไดเมนแบ่งแยกโพเดียมออกเป็น 2 ฝั่งและหลังคาเป็น 2 จั่วเพื่อให้ดูแล้วเกิดการสมดุล

ภาพที่ 3.14 รูปด้านอาคารทิศตะวันตก



ภาพที่ 3.15 รูปตัดอาคารตามยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

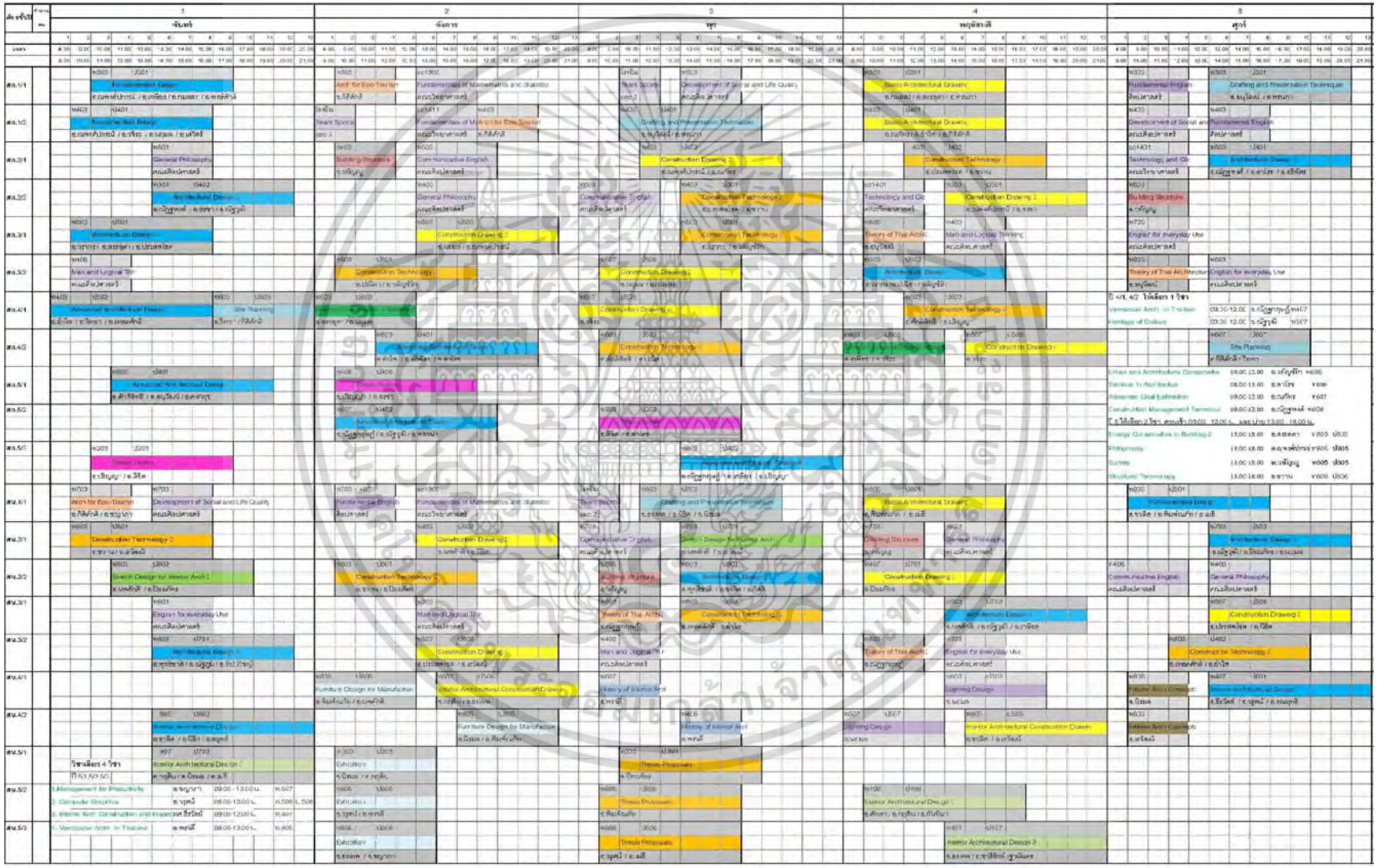
3.2 ข้อมูลทางอาคารที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

3.2.1 ช่วงเวลาการใช้งานภายในอาคาร

อาคารเรียนคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์เป็นอาคารที่เปิดการใช้งานตามเวลาราชการ คือ ตั้งแต่เวลา 8.30–16.00 น. โดยเฉพาะสำหรับส่วนเจ้าหน้าที่สำนักงานและฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภายในอาคาร ส่วนอาคารเรียนการใช้งานจะถูกกำหนดโดยตารางสอนแต่ละแผนกของคณะ ซึ่งอาคารเรียนจะจัดให้อยู่ด้านทิศใต้ตั้งแต่ชั้นที่ 3 -8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 1/2556



จากตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 1/2556 สรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่างเทอม 1/2556 ตามตารางประกอบดังนี้

ตารางที่ 3.2 ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)					
วันจันทร์			วันอังคาร		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
Development of Social and Life Quality	303	3	Arch for Eco-Tourism	303	3
Drafting and Presentation Techniques	403	2	Arch for Eco-Tourism	403	3
	401	5			
Construction Drawing 2	402	5	Building Structure	403	3
	403	2			
Communicative English	503	4	Communicative English	503	4
Construction Technology 2	301	5	General Philosophy	403	3
	403	2			
Construction Technology 3	503	2	Construction Drawing 3	507	2
	501	5		506	5
Construction Drawing 3	507	2	Construction Technology 3	503	2
	506	5		501	5
Construction Drawing 4	507	2	Energy Conservation in Building1	603	5
	505	5			
Construction Technology 4	603	2	Advanced Architectural Design 1	503	2
	502	5		401	6
Thesis Topics	203	7	Thesis Topics	406	7
Advanced Architectural Design 3	803	2	Advanced Architectural Design 3	507	2
	802	6		402	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)					
วันจันทร์			วันอังคาร		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
Drafting and Presentation Techniques	603	2	Fundamental English	703	1
	702	5		407	2
Communicative English	703	4	Construction Drawing 2	803	2
				502	5
Sketch Design for Interior Arch 2	703	2	Construction Technology 2	803	2
	701	5		601	5
Building Structure	805	3	Man and Logical Thin	303	3
Architectural Design 2	805	3	Construction Drawing 3	803	2
	802	6		601	5
Theory of Thai Archi2	803	3	Furniture Design for Manufacture	805	5
Construction Technology 3	805	2	Interior Architectural Construction Drawing	507	2
	602	5		506	5
Man and Logical Thin	406	3	Furniture Design for Manufacture	203	5
History of Interior Arch	607	3	Exhibition	203	5
History of Interior Arch	406	3	Exhibition	605	5
Thesis Proposals	303	2	Exhibition	606	5
	801	5			
Thesis Proposals	605	7			
Thesis Proposals	606	7			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)					
วันพุธ			วันพฤหัสบดี		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
Development of Social and Life Quality	303	3	Basic Architectural Drawing	303	2
				301	5
Drafting and Presentation Techniques	403	2	Basic Architectural Drawing	403	2
	401	5		401	5
Construction Drawing 2	402	5	Construction Technology 2	403	2
	403	2		402	5
Communicative English	503	4	Construction Drawing 2	303	2
				501	5
Construction Technology 2	403	2	Theory of Thai Archi2	605	3
	301	5			
Construction Technology 3	503	2	Man and Logical Thinking	403	3
	501	5			
Construction Drawing 3	507	2	Architectural Design 4	503	2
	506	5		502	5
Construction Drawing 4	507	2	Construction Technology 4	503	2
	505	5		602	5
Construction Technology 4	603	2	Energy Conservation in Building1	603	5
	502	5			
Thesis Topics	203	7	Construction Drawing 4	507	2
				506	5
Advanced Architectural Design 3	803	2	Basic Architectural Drawing	805	2
	802	6		601	5
Drafting and Presentation Techniques	603	2	Building Structure	703	3
	702	5			
Communicative English	703	4	General Philosophy	803	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)					
วันพุธ			วันพฤหัสบดี		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
Sketch Design for Interior Arch 2	703	2	Construction Drawing 2	407	2
	701	5		701	5
Building Structure	805	3	Architectural Design 4	503	2
				702	5
Architectural Design 2	603	2	Theory of Thai Archi2	803	5
	601	5			
Theory of Thai Archi2	803	3	English for everyday Use	703	3
Construction Technology 3	805	2	Lighting Design	603	5
	602	5			
Man and Logical Thin	406	3	Lighting Design	507	5
History of Interior Arch	607	3	Interior Architectural Construction Drawing	805	2
				505	5
History of Interior Arch	406	3	Interior Architectural Design 3	406	8
Thesis Proposals	303	2	Interior Architectural Design 3	407	8
	801	5			
Thesis Proposals	605	7			
Thesis Proposals	606	7			

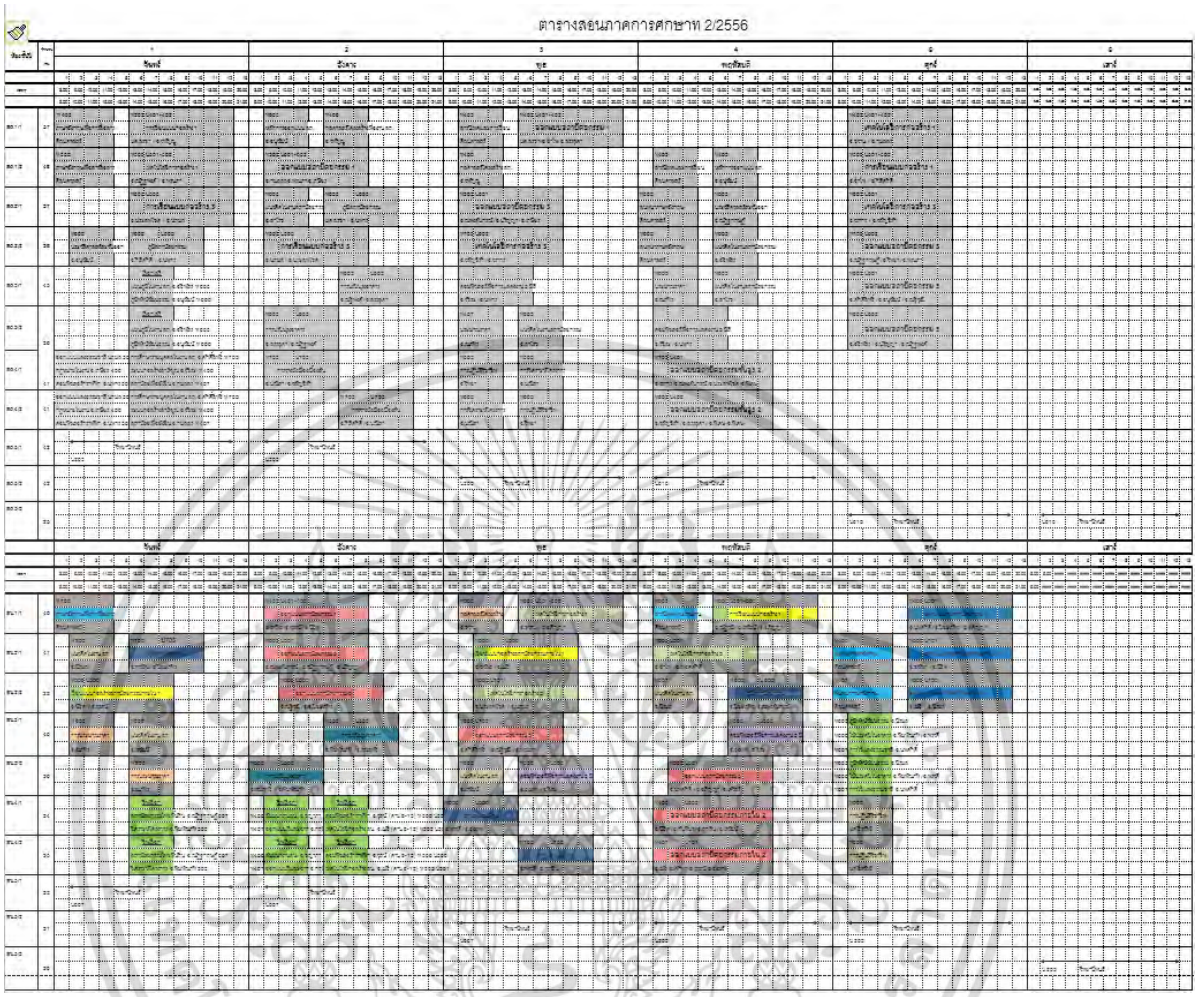
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)		
วันศุกร์		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
Fundamental English	303	3
Drafting and Presentation Techniques	303	2
	401	5
Development of Social and Life Quality	403	3
Fundamental English	403	3
Architectural Design 2	503	2
	401	5
Building Structure	503	3
English for everyday Use	703	3
Theory of Thai Architecture 2	603	3
English for everyday Use	603	3
Site Planning	607	5
Fundamentals Design	803	2
	501	5
Architectural Design 2	703	2
	502	5
Communicative English	406	4
General Philosophy	406	3
Construction Drawing 3	507	2
	506	5
Construction Technology 3	803	2
	402	5
Interior Arch Concepts	805	3
Interior Architectural Design 1	407	2
	601	6
Interior Arch Concepts	603	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 2/2556



จากตารางสอนรวมภาคการศึกษาที่ 1/2556 สรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2/2556 ตามตารางประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)					
วันจันทร์			วันอังคาร		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร	403	4	หลักการออกแบบ	805	3
การเขียนแบบก่อสร้าง 1	401	3	กลศาสตร์โครงสร้างเพื่องาน	406	3
	402	2			
ภาษาอังกฤษเพื่อสารสื่อสาร	503	4	ออกแบบสถาปัตยกรรม 1	303	1
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 1	503	3		601	3
	503	3		602	3
การเขียนแบบก่อสร้าง 3	505	7			
ประวัติศาสตร์ตะวันออก	603	3	แนวคิดในงานสถาปัตยกรรม	605	3
ภูมิสถาปัตยกรรม	603	5	ภูมิสถาปัตยกรรม	603	5
แผนภูมิในงาน	605	3	การเขียนแบบก่อสร้าง 3	505	7
ภูมิทัศน์วัฒนธรรม	606	3	การปรับปรุงอาคาร	803	5
ออกแบบแสงธรรมชาติ	303	4	การปรับปรุงอาคาร	803	5
กฎหมายในงาน	406	4	การวางผังเมืองเบื้องต้น	703	5
คอมพิวเตอร์กราฟิก	507	4	การวางผังเมืองเบื้องต้น	703	5
การศึกษารายบุคคลในงาน	703	5	ออกแบบสถาปัตยกรรม 1	403	1
ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป	406	5		401	3
สถาปัตย์เพื่อยั่งยืน	407	7		402	3
ออกแบบแสงธรรมชาติ	303	4	ออกแบบสถาปัตยกรรม 3	603	1
กฎหมายในงาน	406	4		502	6
คอมพิวเตอร์กราฟิก	507	4	การปรับปรุงอาคาร	503	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)					
วันจันทร์			วันอังคาร		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
การศึกษารายบุคคลในงาน	703	5	การปรับปรุงอาคาร	503	3
ระบบก่อสร้างสำเร็จรูป	406	5	สัมมนางานสน.	406	3
สถาปัตย์เพื่อยั่งยืน	407	5	คอมพิวเตอร์กราฟิก	506	3
ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร	703	4	ออกแบบเวทีและฉาก	407	3
แนวคิดในงาน สถ.	803	3	เทคโนโลยีก่อสร้าง สน.	303	1
ภูมิสถาปัตยกรรม	703	5		301	2
เขียนแบบก่อสร้างสถาปัตยกรรมภายใน 1	506	7	สัมมนางานสน.	406	3
การประมาณราคา	805	3	คอมพิวเตอร์กราฟิก	506	3
แนวคิดในงาน สถ.	608	3	ออกแบบเวทีและฉาก	407	3
การประมาณราคา	805	3	เทคโนโลยีก่อสร้าง สน.	303	1
สถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่น	607	3		301	2
วิเคราะห์โครงการ	303	3			
สถาปัตยกรรมไทยพื้นถิ่น	607	3			
วิเคราะห์โครงการ	303	3			
รวม		55	รวม		27

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)					
วันพุธ			วันพฤหัสบดี		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
สารนิเทศและการเขียน	403	3	สารนิเทศและการเขียน	403	3
ออกแบบสถาปัตยกรรม 1	403	1	หลักการออกแบบ สถ.	403	3
	401	3	สนทนาภาษาอังกฤษ	503	4
	402	3	ประวัติศาสตร์ตะวันออก	503	3
กลศาสตร์โครงสร้าง สถ.	406	3	สนทนาภาษาอังกฤษ	603	4
ออกแบบสถาปัตยกรรม 3	303	1	แนวคิดในงานสถาปัตยกรรม	603	3
	601	6	ประมาณราคา	609	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)					
วันพุธ			วันพฤหัสบดี		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 3	703	1	แนวคิดในงานสถาปัตยกรรม	803	3
	602	6	คอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงงาน 3 มิติ	505	5
คอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงงาน 3 มิติ	505	5	ออกแบบสถาปัตยกรรมขั้นสูง 2	703	1
ประมาณราคา	407	3		401	7
	803	3	ออกแบบสถาปัตยกรรมขั้นสูง 2	803	1
การปฏิบัติวิชาชีพ	503	3		402	7
การวิเคราะห์โครงการ	503	3	สารนิเทศและรายงาน	805	3
การวิเคราะห์โครงการ	603	3	การเขียนแบบก่อสร้าง 1	805	1
การปฏิบัติวิชาชีพ	603	3		501	1
กลศาสตร์โครงสร้าง	805	3		502	5
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 1	805	1	เทคโนโลยีการก่อสร้าง 3	605	1
	501	1		301	6
	502	5	แนวคิดในงาน สถ.	607	3
เขียนแบบก่อสร้างสถาปัตยกรรมภายใน 1	506	7	ภูมิสถาปัตยกรรม	803	5
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 3	803	1	คอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงงาน 3 มิติ	505	5
	701	6	ออกแบบสถาปัตยกรรม 5	303	1
ออกแบบสถาปัตยกรรม 5	803	1		801	6
	702	6	ออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน 2	406	1
แนวคิดในงาน สถ.	605	3		606	6
คอมพิวเตอร์เพื่อการแสดงงาน 3 มิติ	505	5	ออกแบบสถาปัตยกรรมภายใน 2	407	2
ตกแต่งแบบไทย	606	5		701	6
ตกแต่งแบบไทย	703	5			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

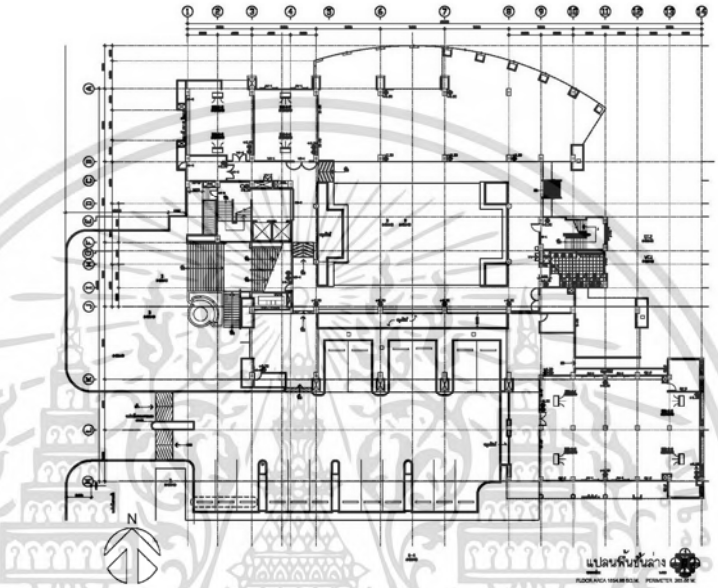
ตารางสรุปการเปิดใช้งานระบบไฟฟ้าส่องสว่าง เทอม 2 ปี 2556 (T5)		
วันศุกร์		
รายวิชา	เลขห้อง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 1	303	3
	401	3
	402	3
การเขียนแบบก่อสร้าง 1	503	1
	501	3
	502	3
เทคโนโลยีการก่อสร้าง 3	603	1
	601	6
ออกแบบสถาปัตยกรรม 3	703	1
	602	6
ออกแบบสถาปัตยกรรม 5	803	1
	601	6
ออกแบบสถาปัตยกรรม 5	805	1
	802	6
ออกแบบร่างสถาปัตยกรรม 1	403	1
	301	6
สนทนาภาษาอังกฤษ	406	4
ออกแบบร่างสถาปัตยกรรมภายใน 1	503	1
	701	6
สนทนาภาษาอังกฤษ	407	4
ออกแบบร่างสถาปัตยกรรมภายใน 1	603	1
	702	6
ภูมิทัศน์วัฒนธรรม	605	3
ไม้ประดับในอาคาร	606	3
การใช้แสงธรรมชาติ	607	3
ภูมิทัศน์วัฒนธรรม	605	3
ไม้ประดับในอาคาร	606	3
การใช้แสงธรรมชาติ	607	3
การปฏิบัติวิชาชีพ	303	3
การปฏิบัติวิชาชีพ	608	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

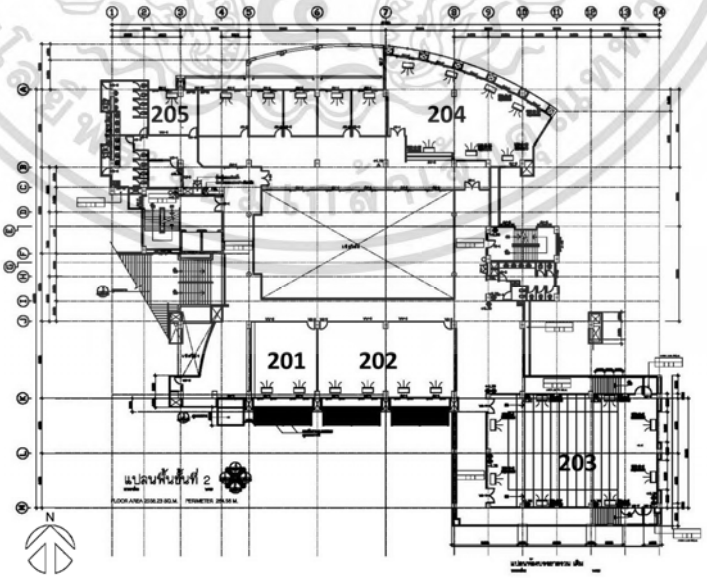
3.2.2 ระบบปรับอากาศ

1. พื้นที่เฉพาะห้องที่ติดระบบปรับอากาศได้แก่ ห้องเรียน ห้องพักอาจารย์ ห้องสมุด ห้องประชุม เป็นต้น

2. ภายในห้องทั้งหมดติดตั้งเครื่องปรับอากาศระบบแยกส่วน (Split Type Air Condition) โดยแยกเป็น ตั้งแต่ 12,000,18,000, 24,000 บีทียู

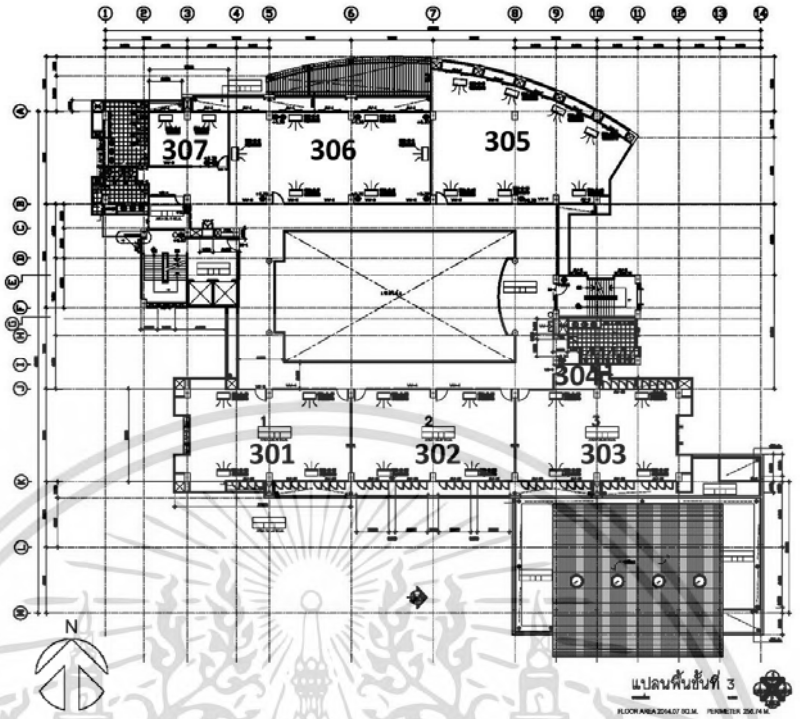


ภาพที่ 3.16 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 1

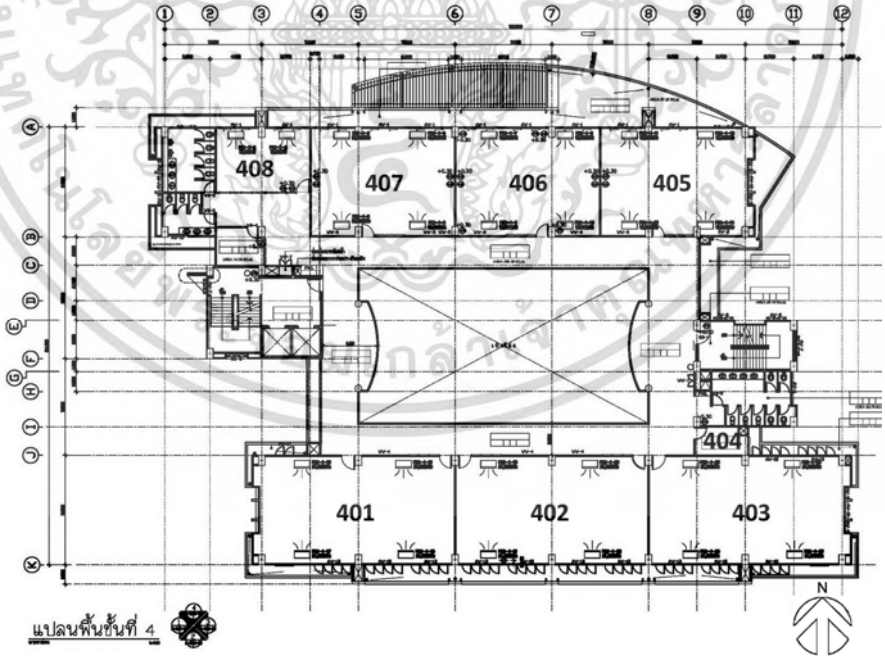


ภาพที่ 3.17 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

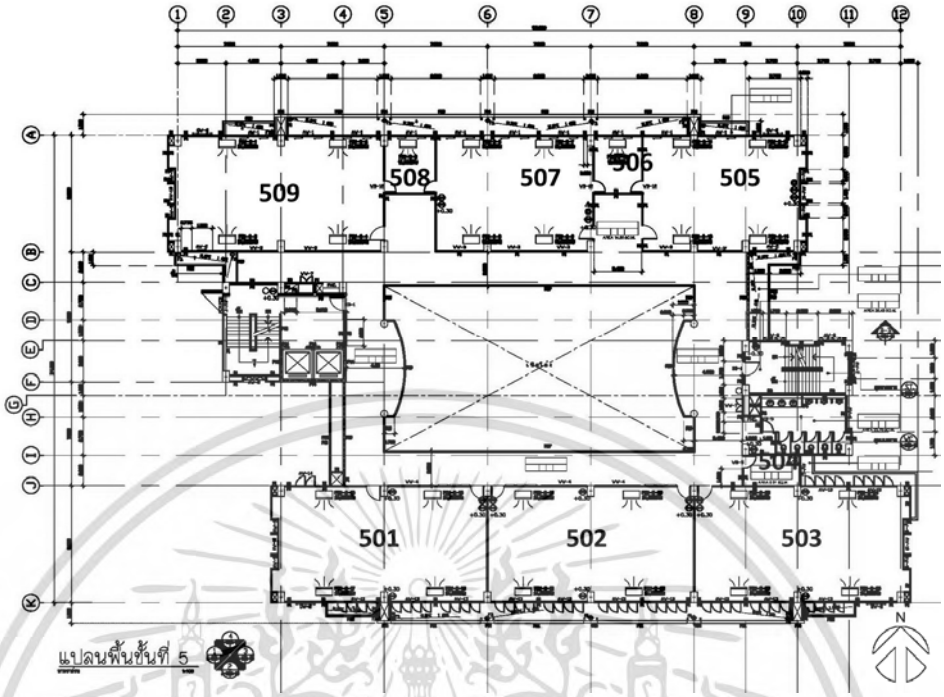


ภาพที่ 3.18 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 3

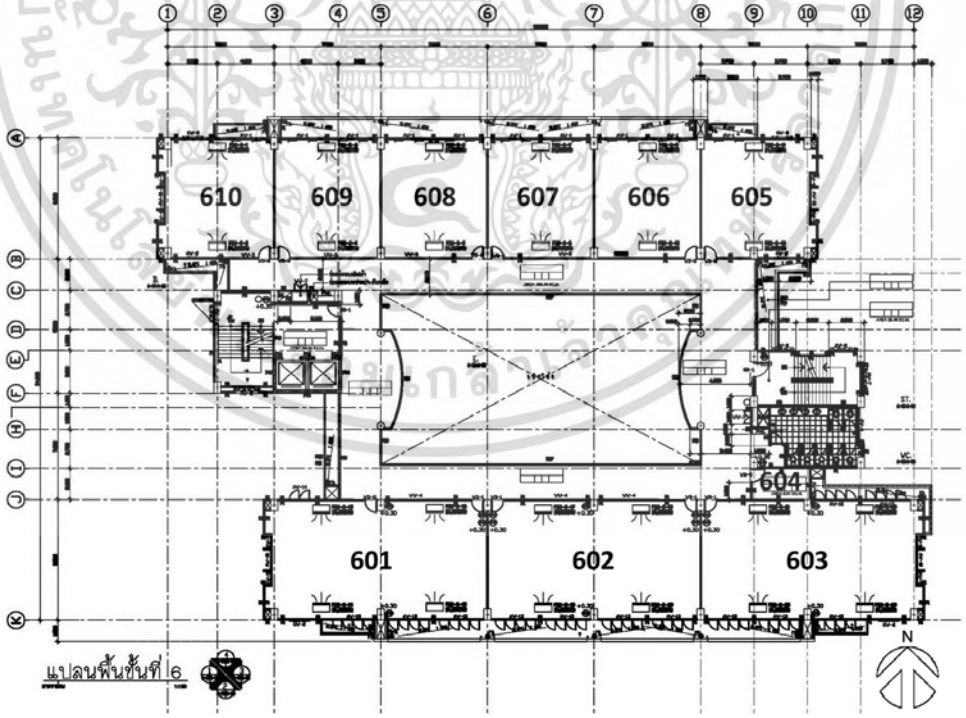


ภาพที่ 3.19 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

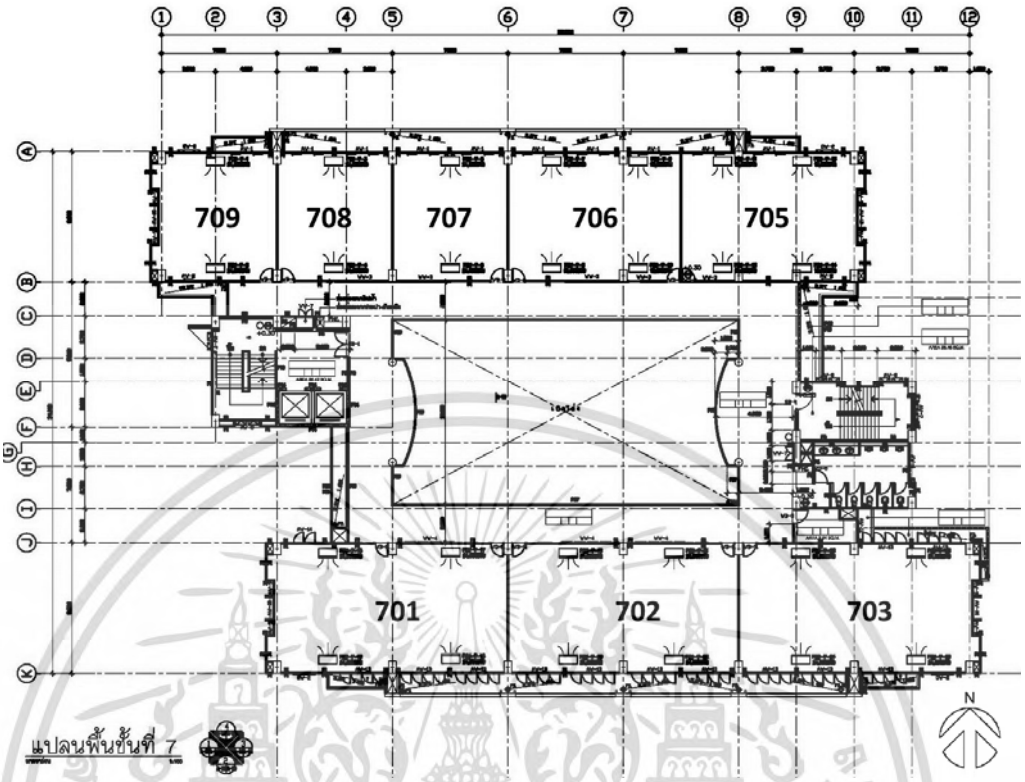


ภาพที่ 3.20 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 5

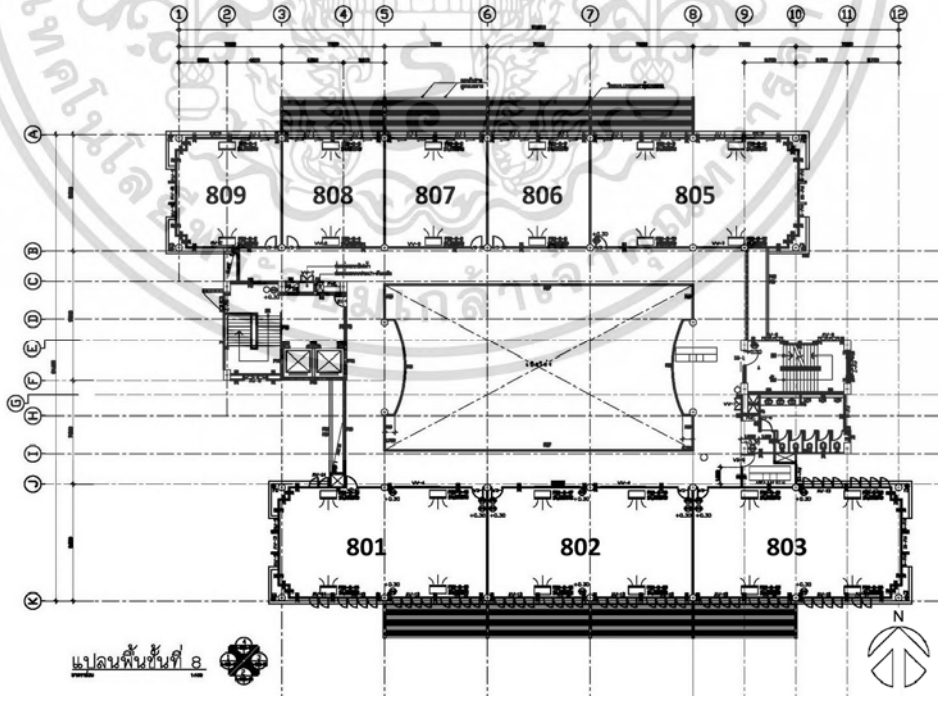


ภาพที่ 3.21 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.22 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 7



ภาพที่ 3.23 แปลนติดตั้งระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เทอม 1/2556

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เทอม 1 ปี 2556									
เลขห้อง	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวน เครื่องปรับอากาศ	(บีทียู) = วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
	ชั้นที่ 1								
101	ห้องสมุด	4	36000 = 3,420	8	109,440	5	547,200	2,188,800	26,265,600
102	ห้องแสดงผลงาน	2	24,000 = 2,290	7	32,060	5	160,300	641,200	7,694,400
103	ห้องเก็บวัสดุ	2	24,000 = 2,290	3	13,740	5	68,700	274,800	3,297,600
-	ลานเอนกประสงค์	-	-	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 2								
201	ห้องสำนักงานทะเบียน	2	18,000 = 1,720	7	24,080	5	120,400	481,600	5,779,200
202	ห้องประชุม	2	18,000 = 1,720	7	24,080	5	120,400	481,600	5,779,200
203	ห้องบรรยายรวม	8	24,000 = 2,290	7	128,240	5	641,200	2,564,800	30,777,600
204	ห้องคณบดี	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
	ห้องรองคณบดี 1	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
	ห้องรองคณบดี 2	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
	ห้องรองคณบดี 3	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
	ห้องรองคณบดี 4	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
	ห้องสำนักงานเลขานุการคณะ	7	18,000 = 1,720	7	84,280	5	421,400	1,685,600	20,227,200
205	ห้องพักอาจารย์พิเศษ	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 3								
301	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	4	183,200	732,800	8,793,600
302	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
303	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	4	36,640	5	183,200	732,800	8,793,600
304	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-	-	-	-
305	ห้องภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม	7	18,000 = 1,720	7	84,280	5	421,400	1,685,600	20,227,200
306	ห้องภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน	6	18,000 = 1,720	7	50,400	5	252,000	1,008,000	12,096,000
307	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	2	12,000 = 1,200	7	16,800	5	84,000	336,000	4,032,000
	ชั้นที่ 4								
401	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	4	183,200	732,800	8,793,600
402	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	4	183,200	732,800	8,793,600
403	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	5	229,000	916,000	10,992,000
404	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-	-	-	-
405	ห้องภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม	4	18,000 = 1,720	7	48,160	5	240,800	963,200	11,558,400
406	ห้องภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม	4	18,000 = 1,720	7	48,160	5	240,800	963,200	11,558,400
407	ห้องภาควิชาออกแบบชุมชน	4	18,000 = 1,720	7	48,160	5	240,800	963,200	11,558,400
408	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	2	12,000 = 1,200	7	16,800	5	84,000	336,000	4,032,000
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 5								
501	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	5	229,000	916,000	10,992,000
502	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	7	64,120	5	320,600	1,282,400	15,388,800
503	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	5	229,000	916,000	10,992,000
504	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-	-	-	-
505	ห้องคอมพิเตอร์	4	18,000 = 1,720	5	34,400	2	68,800	275,200	3,302,400
506	ห้องควบคุม	1	12,000 = 1,200	6.25	7,500	4	30,000	120,000	1,440,000
507	ห้องคอมพิเตอร์	4	18,000 = 1,720	2	13,760	4	55,040	220,160	2,641,920
508	ห้องควบคุม	1	12,000 = 1,200	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
509	ห้องโสตทัศน (ใหญ่)	4	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 6								
601	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5.2	47,632	5	238,160	952,640	11,431,680
602	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	3.5	32,060	2	64,120	256,480	3,077,760
603	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	6.6	60,456	5	302,280	1,209,120	14,509,440
604	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-			
605	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	5	22,900	3	68,700	274,800	3,297,600
606	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	6	27,480	2	54,960	219,840	2,638,080
607	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	3	13,740	1	13,740	54,960	659,520
608	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
609	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
610	ห้องบรรยาย 30-40 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 7								
701	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5	45,800	3	137,400	549,600	6,595,200
702	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	4.66	42,685.60	3	128,057	512,227	6,146,726
703	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	4.2	38,472	5	192,360	769,440	9,233,280

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

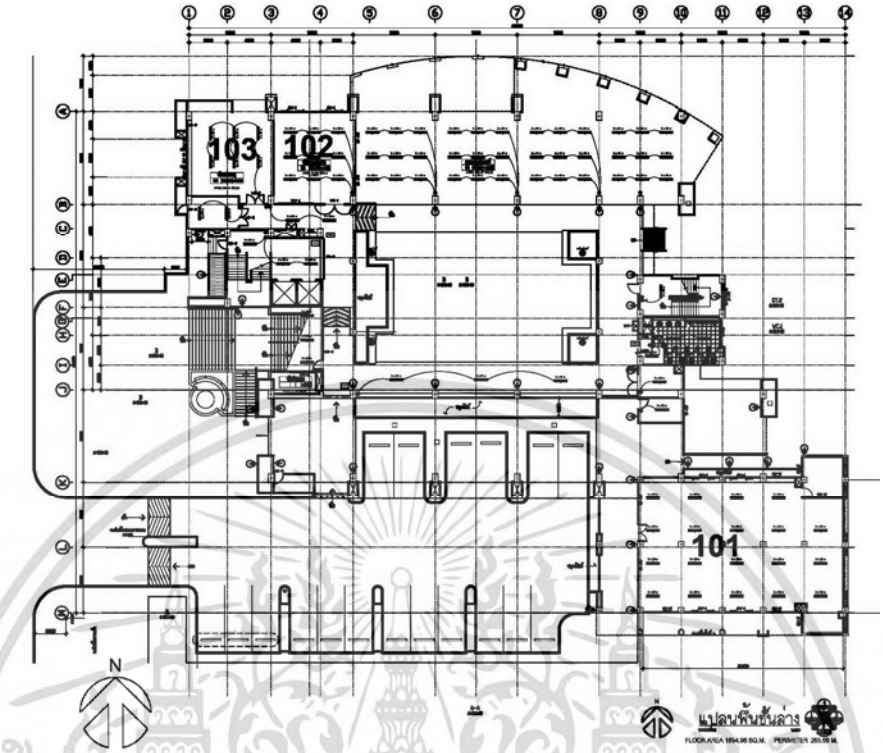
การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เทอม 1 ปี 2556									
เลขห้อง	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวน เครื่องปรับอากาศ	(บีทียู) = วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
704	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-	-	-	-
705	ห้องบรรยาย 60 คน	4	18,000 = 1,720	-	-	-	-	-	-
706	ห้องบรรยาย 60 คน	4	18,000 = 1,720	-	-	-	-	-	-
707	ห้องบรรยาย 35 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
708	ห้องบรรยาย 35 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
709	ห้องบรรยาย 35 คน	2	24,000 = 2,290	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 8								
801	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	5.5	50,380	2	100,760	403,040	4,836,480
802	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	6	54,960	2	109,920	439,680	5,276,160
803	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	4	24,000 = 2,290	4.20	38,472	5	192,360	769,440	9,233,280
804	ห้องเก็บของ	-	-	-	-	-	-	-	-
805	ห้องปฏิบัติการทางสภาวะแวดล้อมในอาคาร	4	24,000 = 2,290	3.40	31,144	5	155,720	622,880	7,474,560
806	ห้องเก็บงาน	2	24,000 = 2,290	3	13,740	5	68,700	274,800	3,297,600
807	ห้องตรวจงาน	2	24,000 = 2,290	7	32,060	5	160,300	641,200	7,694,400
808	ห้องตรวจงาน	2	24,000 = 2,290	7	32,060	5	160,300	641,200	7,694,400
809	ห้องเก็บงาน	2	24,000 = 2,290	3	13,740	5	68,700	274,800	3,297,600
	พื้นที่ส่วนกลาง	-	-	-	-	-	-	-	-
	รวมทั้งสิ้น				1,816,492		8,048,176.80	32,192,707.20	386,312,486.40

3.2.3 ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง

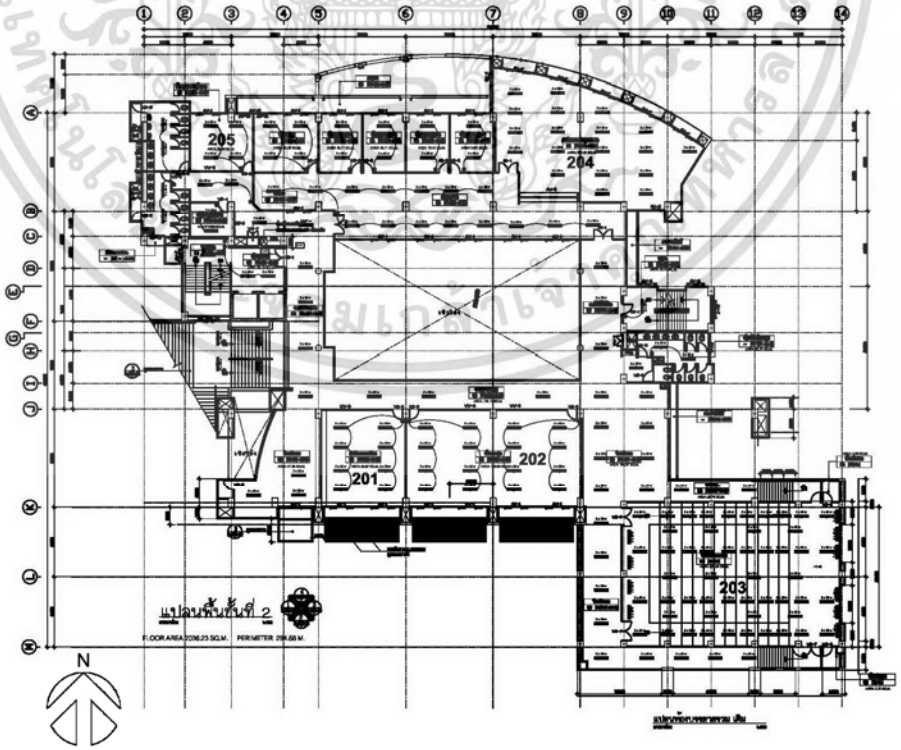
1. พื้นที่ส่วนกลาง ทางสัญจร โถงจะถูกควบคุมระบบแสงสว่างเป็นส่วนเดียวกันโดยใช้โคมไฟชนิดสะท้อนแสง (Aluminium Louvre With Mirror Reflector) โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ขนาด 28 วัตต์ จำนวน 2 หลอด / โคม

2. พื้นที่เฉพาะที่ควบคุมระบบแสงสว่างตามการใช้พื้นที่นั้นๆ ได้แก่ ห้องเรียน ห้องพักอาจารย์ ห้องเก็บของ ห้องสมุด ห้องน้ำโดยใช้โคมไฟชนิดสะท้อนแสง โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ขนาด 28 วัตต์ จำนวน 2 หลอด / โคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

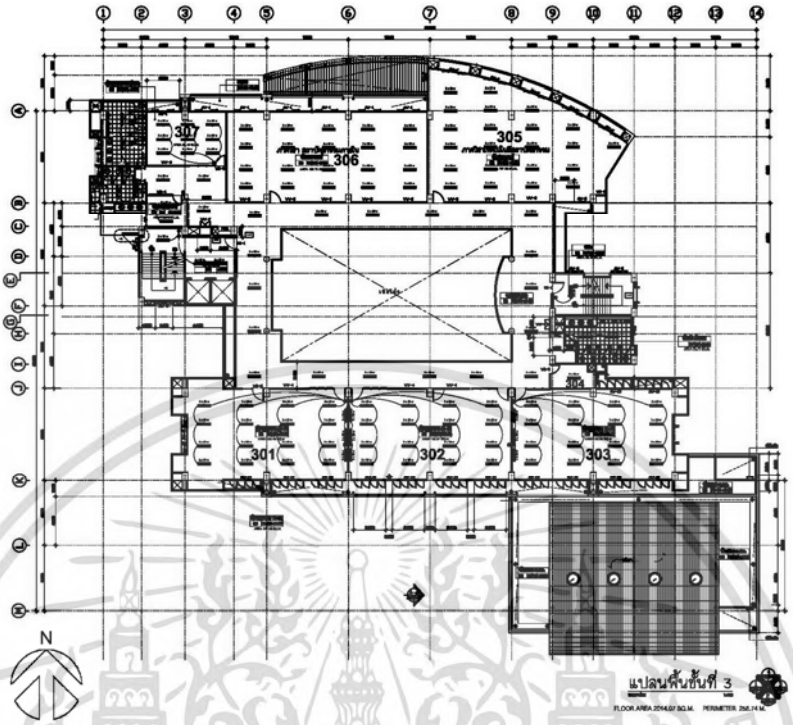


ภาพที่ 3.24 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นล่าง

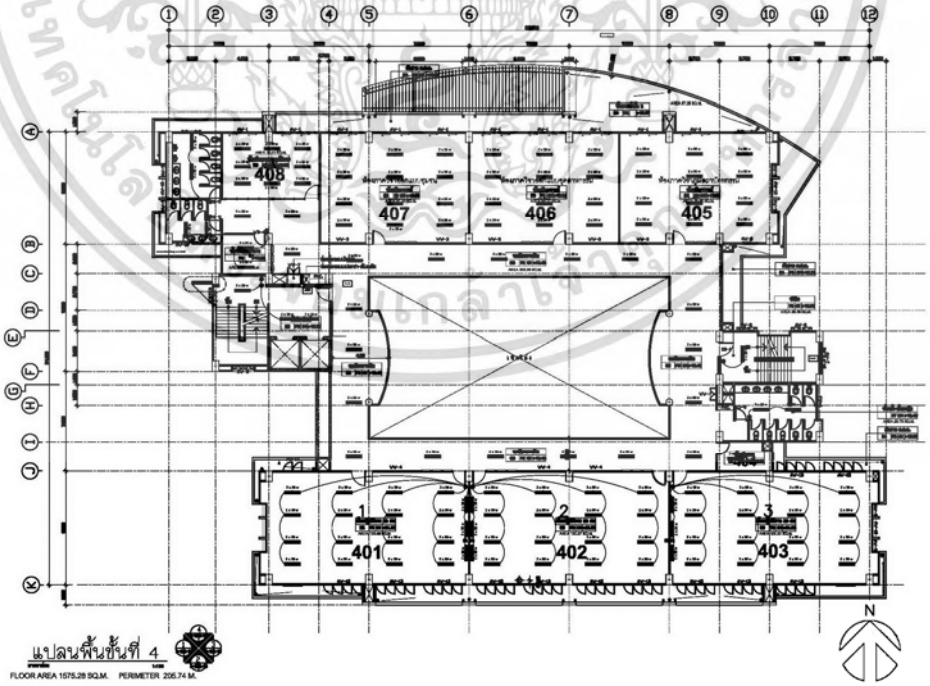


ภาพที่ 3.25 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

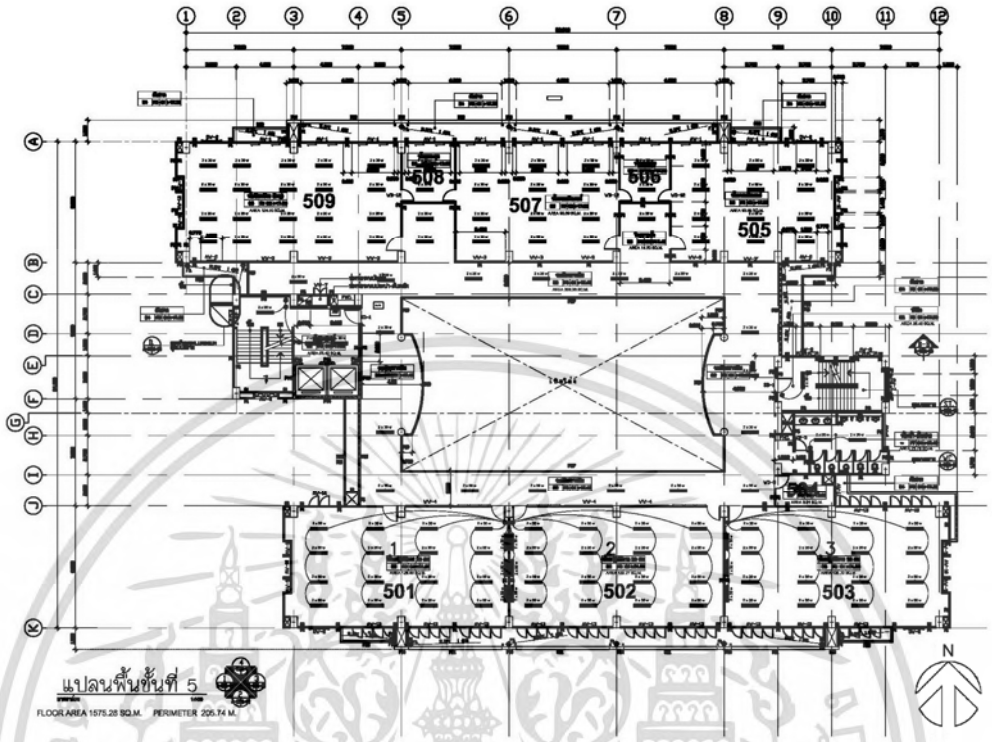


ภาพที่ 3.26 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 3

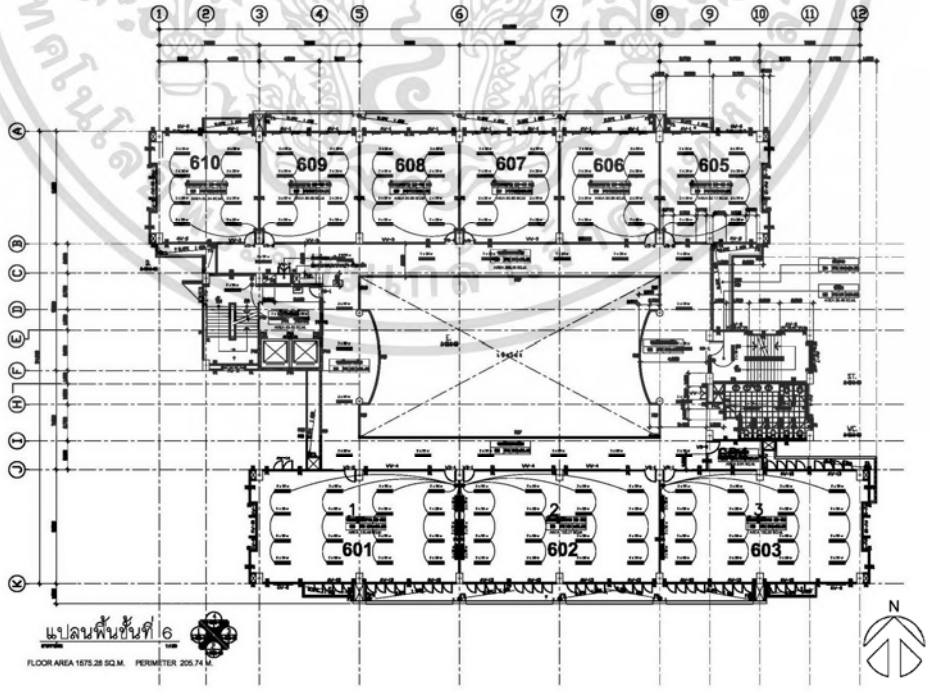


ภาพที่ 3.27 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

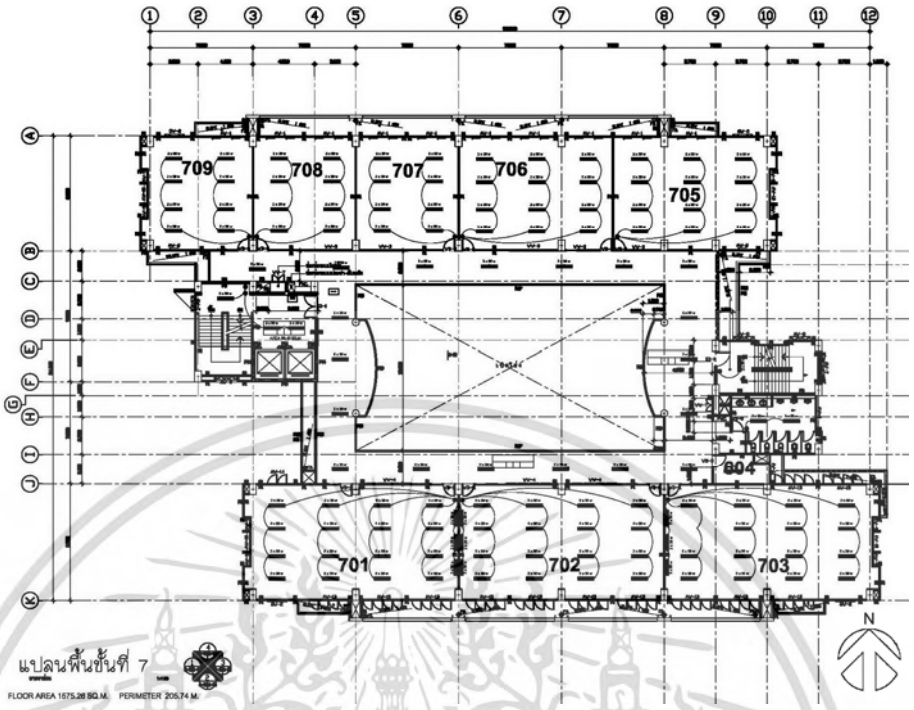


ภาพที่ 3.28 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 5

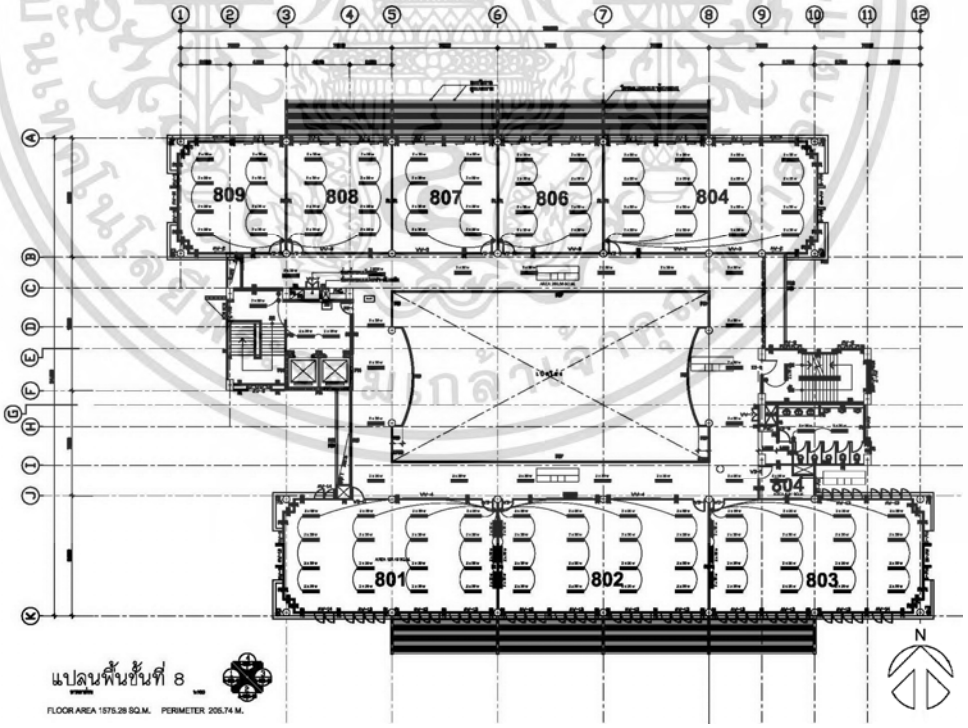


ภาพที่ 3.29 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.30 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 7



ภาพที่ 3.31 แปลนไฟฟ้าและดวงโคมชั้นที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง เทอม 1/2556

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (T5)										
เลขห้อง	ห้อง/พื้นที่ใช้ไฟ	จำนวนหลอด	หลอด T5 (วัตต์)	ชนิดบัลลาสต์	เปิดใช้งาน	กำลังไฟฟ้า	เปิดใช้งาน	กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า
		(หลอด)	(วัตต์)	อิเลคทรอนิกส์(วัตต์)	(ชม./วัน)	วัตต์ชั่วโมง	วัน/สัปดาห์	วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	วัตต์ชั่วโมง /เดือน	วัตต์ชั่วโมง /ปี
	ชั้นที่ 1									
101	ห้องสมุด	40	28	3	8	9,920	5	49,600	198,400	2,380,800
102	ห้องแสดงผลงาน	18	28	3	7	3,906	5	19,530	78,120	937,440
103	ห้องเก็บวัสดุ	18	28	3	3	1,674	5	8,370	33,480	401,760
-	ลานเอนกประสงค์	72	28	3	7	15,624	5	78,120	312,480	3,749,760
-	พื้นที่ส่วนกลาง	36	28	3	7	7,812	5	39,060	156,240	1,874,880
	ชั้นที่ 2									
201	ห้องสำนักงานทะเบียน	8	28	3	7	1,736	5	8,680	34,720	416,640
202	ห้องประชุม	8	28	3	7	1,763	5	8,815	35,260	423,120
203	ห้องบรรยายรวม	112	28	3	7	24,304	5	121,520	486,080	5,832,960
204	ห้องคณบดี	8	28	3	7	1,736	5	8,680	34,720	416,640
	ห้องรองคณบดี 1	4	28	3	7	868	5	4,340	17,360	208,320
	ห้องรองคณบดี 2	4	28	3	7	868	5	4,340	17,360	208,320
	ห้องรองคณบดี 3	4	28	3	7	868	5	4,340	17,360	208,320
	ห้องรองคณบดี 4	4	28	3	7	868	5	4,340	17,360	208,320
	ห้องสำนักงานเลขานุการคณะ	38	28	3	7	8,246	5	41,230	164,920	1,979,040
205	ห้องพักอาจารย์พิเศษ	8	28	3	7	1,736	5	8,680	34,720	416,640
-	พื้นที่ส่วนกลาง	154	28	3	7	33,418	5	167,090	668,360	8,020,320
	ชั้นที่ 3									
301	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	4	23,560	94,240	1,130,880
302	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	-	-	-	-	-	-
303	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	4	4,712	5	23,560	94,240	1,130,880
304	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
305	ห้องภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม	44	28	3	7	9,548	5	47,740	190,960	2,291,520
306	ห้องภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน	40	28	3	7	8,680	5	43,400	173,600	2,083,200
307	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	18	28	3	7	3,906	5	19,530	78,120	937,440
	ชั้นที่ 4									
401	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	4	23,560	94,240	1,130,880
402	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	4	23,560	94,240	1,130,880
403	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	5	29,450	117,800	1,413,600
404	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
405	ห้องภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม	24	28	3	7	5,280	5	26,400	105,600	1,267,200
406	ห้องภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม	24	28	3	7	5,280	5	26,400	105,600	1,267,200
407	ห้องภาควิชาออกแบบชุมชน	24	28	3	7	5,280	5	26,400	105,600	1,267,200
408	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	18	28	3	7	3,906	5	19,530	78,120	937,440
-	พื้นที่ส่วนกลาง	68	28	3	7	14,756	5	73,780	295,120	3,541,440
	ชั้นที่ 5									
501	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	5	29,450	117,800	1,413,600
502	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	7	8,246	5	41,230	164,920	1,979,040
503	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	5	29,450	117,800	1,413,600
504	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
505	ห้องคอมพิเตอร์	24	28	3	5	3,720	2	18,600	74,400	892,800
506	ห้องควบคุม	4	28	3	6.25	775	4	3,100	12,400	148,800
507	ห้องคอมพิเตอร์	24	28	3	2	1,488	4	5,952	23,808	285,696
508	ห้องควบคุม	4	28	3	7	868	5	4,340	17,360	208,320
509	ห้องโสตทัศน (ใหญ่)	40	28	3	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	58	28	3	7	12,586	5	62,930	251,720	3,020,640

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เทรม 1 ปี 2556 (T5)										
เลขห้อง	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวนหลอด (หลอด)	หลอด T5(วัตต์) (วัตต์)	ชนิดบัลลาสต์ อิเลคทรอนิกส์(วัตต์)	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
	ชั้นที่ 6									
601	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5.2	6,125.65	5	30,628	122,513	1,470,156
602	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	3.5	4,123	2	8,246	32,984	395,808
603	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	6.6	7,774.80	5	38,874	155,496	1,865,952
604	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
605	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	5	2,480	3	7,440	29,760	357,120
606	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	6	2,976	2	5,952	23,808	285,696
607	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	3	1,488	1	1,488	5,952	71,424
608	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	-	-	-	-	-	-
609	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	-	-	-	-	-	-
610	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	28	3	-		-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	52	28	3	7	11,284	5	56,420	225,680	2,708,160
	ชั้นที่ 7									
701	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5	5,890	3	17,670	70,680	848,160
702	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	4.66	5,489.48	3	16,468	65,874	790,485
703	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	4.2	4,947.60	5	24,738	98,952	1,187,424
704	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
705	ห้องบรรยาย 60 คน	24	28	3	-	-	-	-	-	-
706	ห้องบรรยาย 60 คน	24	28	3	-	-	-	-	-	-
707	ห้องบรรยาย 35 คน	16	28	3	-	-	-	-	-	-
708	ห้องบรรยาย 35 คน	16	28	3	-	-	-	-	-	-
709	ห้องบรรยาย 35 คน	16	28	3	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	50	28	3	7	8,050	5	40,250	161,000	1,932,000
	ชั้นที่ 8									
801	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	5.5	6,497	2	12,994	51,976	623,712
802	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	6	7,068	2	14,136	56,544	678,528
803	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	28	3	4.20	4,947.60	5	24,738	98,952	1,187,424
804	ห้องเก็บของ	2	28	3	3	186	5	930	3,720	44,640
805	ห้องปฏิบัติการทางสภาวะแวดล้อมในอาคาร	32	28	3	3.40	3,372.80	5	16,864	67,456	809,472
806	ห้องเก็บงาน	16	28	3	3	1,488	5	7,440	29,760	357,120
807	ห้องตรวจงาน	16	28	3	7	3,472	5	17,360	69,440	833,280
808	ห้องตรวจงาน	16	28	3	7	3,472	5	17,360	69,440	833,280
809	ห้องเก็บงาน	16	28	3	3	1,488	5	7,440	29,760	357,120
	พื้นที่ส่วนกลาง	50	28	3	7	9,800	5	49,000	196,000	2,352,000
	รวมทั้งสิ้น					343,067.93		1,599,744	6,398,974.76	76,787,697.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 แสดงการคำนวณพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) ทดแทนหลอด T5 เทอม 1/2556

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (LED)									
เลขห้อง	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวนหลอด (หลอด)	หลอด LED (วัตต์)	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
	ชั้นที่ 1								
101	ห้องสมุด	40	20	8	6,400	5	32,000	128,000	1,536,000
102	ห้องแสดงผลงาน	18	20	7	2,520	5	12,600	50,400	604,800
103	ห้องเก็บวัสดุ	18	20	3	1,080	5	5,400	21,600	259,200
-	ลานเอนกประสงค์	72	20	7	10,080	5	50,400	201,600	2,419,200
-	พื้นที่ส่วนกลาง	36	20	7	5,040	5	25,200	100,800	1,209,600
	ชั้นที่ 2								
201	ห้องสำนักงานทะเบียน	8	20	7	1,120	5	5,600	22,400	268,800
202	ห้องประชุม	8	20	7	1,120	5	5,600	22,400	268,800
203	ห้องบรรยายรวม	112	20	7	15,680	5	78,400	313,600	3,763,200
204	ห้องคณบดี	8	20	7	1,120	5	5,600	22,400	268,800
	ห้องรองคณบดี 1	4	20	7	560	5	2,800	11,200	134,400
	ห้องรองคณบดี 2	4	20	7	560	5	2,800	11,200	134,400
	ห้องรองคณบดี 3	4	20	7	560	5	2,800	11,200	134,400
	ห้องรองคณบดี 4	4	20	7	560	5	2,800	11,200	134,400
	ห้องสำนักงานเลขานุการคณะ	38	20	7	5,320	5	26,600	106,400	1,276,800
205	ห้องพักอาจารย์พิเศษ	8	20	7	1,120	5	5,600	22,400	268,800
-	พื้นที่ส่วนกลาง	154	20	7	21,560	5	107,800	431,200	5,174,400
	ชั้นที่ 3								
301	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	4	15,200	60,800	729,600
302	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	-	-	-	-	-	-
303	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	4	3,040	5	15,200	60,800	729,600
304	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
305	ห้องภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม	44	20	7	6,160	5	30,800	123,200	1,478,400
306	ห้องภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน	40	20	7	5,600	5	28,000	112,000	1,344,000
307	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	18	20	7	2,520	5	12,600	50,400	604,800
	ชั้นที่ 4								
401	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	4	15,200	60,800	729,600
402	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	4	15,200	60,800	729,600
403	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	5	19,000	76,000	912,000
404	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
405	ห้องภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม	24	20	7	3,360	5	16,800	67,200	806,400
406	ห้องภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม	24	20	7	3,360	5	16,800	67,200	806,400
407	ห้องภาควิชาออกแบบชุมชน	24	20	7	3,360	5	16,800	67,200	806,400
408	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	18	20	7	2,520	5	12,600	50,400	604,800
-	พื้นที่ส่วนกลาง	68	20	7	9,520	5	47,600	190,400	2,284,800
	ชั้นที่ 5								
501	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	5	19,000	76,000	912,000
502	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	7	5,320	5	26,600	106,400	1,276,800
503	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	5	19,000	76,000	912,000
504	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
505	ห้องคอมพิเตอร์	24	20	5	2,400	2	4,800	19,200	230,400
506	ห้องควบคุม	4	20	6.25	500	4	2,000	8,000	96,000
507	ห้องคอมพิเตอร์	24	20	2	960	4	3,840	15,360	184,320
508	ห้องควบคุม	4	20	7	560	5	2,800	11,200	134,400
509	ห้องโสตทัศน (ใหญ่)	40	20	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	58	20	7	8,120	5	40,600	162,400	1,948,800
	ชั้นที่ 6								
601	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5.2	3,952	5	19,760	79,040	948,480
602	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	3.5	2,660	2	5,320	21,280	255,360
603	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	6.6	5,016	5	25,080	100,320	1,203,840
604	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
605	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	5	1,600	3	4,800	19,200	230,400
606	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	6	1,920	2	3,840	15,360	184,320
607	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	3	960	1	960	3,840	46,080
608	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
609	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
610	ห้องบรรยาย 30-40 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	52	20	7	7,280	5	36,400	145,600	1,747,200
	ชั้นที่ 7								
701	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5	3,800	3	11,400	45,600	547,200
702	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	4.66	3,541.60	3	10,625	42,499	509,990
703	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	4.2	3,192	5	15,960	63,840	766,080

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

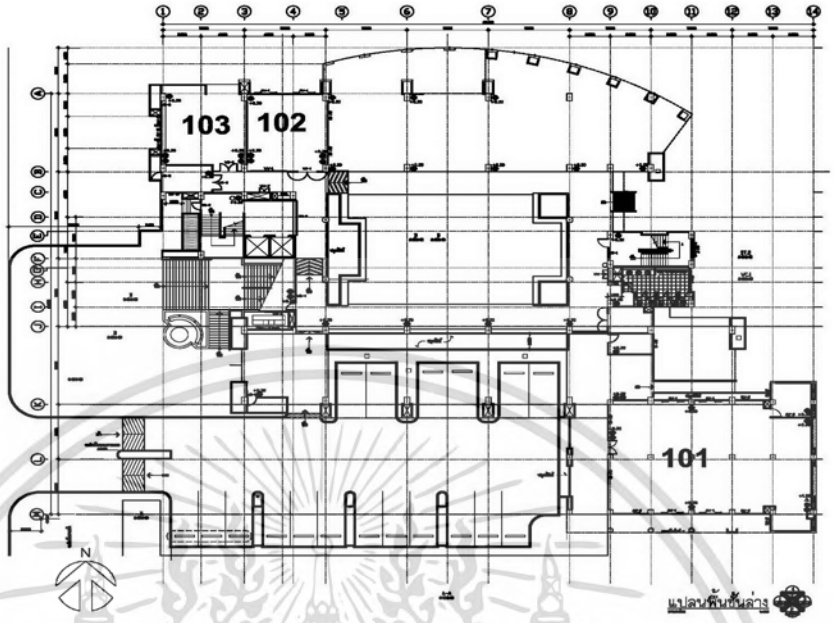
การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เทอม 1 ปี 2556 (LED)									
ลำดับ	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวนหลอด (หลอด)	หลอด LED (วัตต์)	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
704	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
705	ห้องบรรยาย 60 คน	24	20	-	-	-	-	-	-
706	ห้องบรรยาย 60 คน	24	20	-	-	-	-	-	-
707	ห้องบรรยาย 35 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
708	ห้องบรรยาย 35 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
709	ห้องบรรยาย 35 คน	16	20	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	50	20	7	7,000	5	35,000	140,000	1,680,000
	ชั้นที่ 8								
801	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	5.5	4,180	2	8,360	33,440	401,280
802	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	6	4,560	2	9,120	36,480	437,760
803	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	38	20	4.20	3,192	5	15,960	63,840	766,080
804	ห้องเก็บของ	2	20	3	120	5	600	2,400	28,800
805	ห้องปฏิบัติการทางสภาวะแวดล้อมในอาคาร	32	20	3.40	2,176	5	10,880	43,520	522,240
806	ห้องเก็บงาน	16	20	3	960	5	4,800	19,200	230,400
807	ห้องตรวจงาน	16	20	7	2,240	5	11,200	44,800	537,600
808	ห้องตรวจงาน	16	20	7	2,240	5	11,200	44,800	537,600
809	ห้องเก็บงาน	16	20	3	960	5	4,800	19,200	230,400
	พื้นที่ส่วนกลาง	50	20	7	7,000	5	35,000	140,000	1,680,000
	รวมทั้งสิ้น				223,649.00		1,036,504.80	4,146,019.20	49,752,230.40

3.2.4 ระบบปลั๊กไฟฟ้า

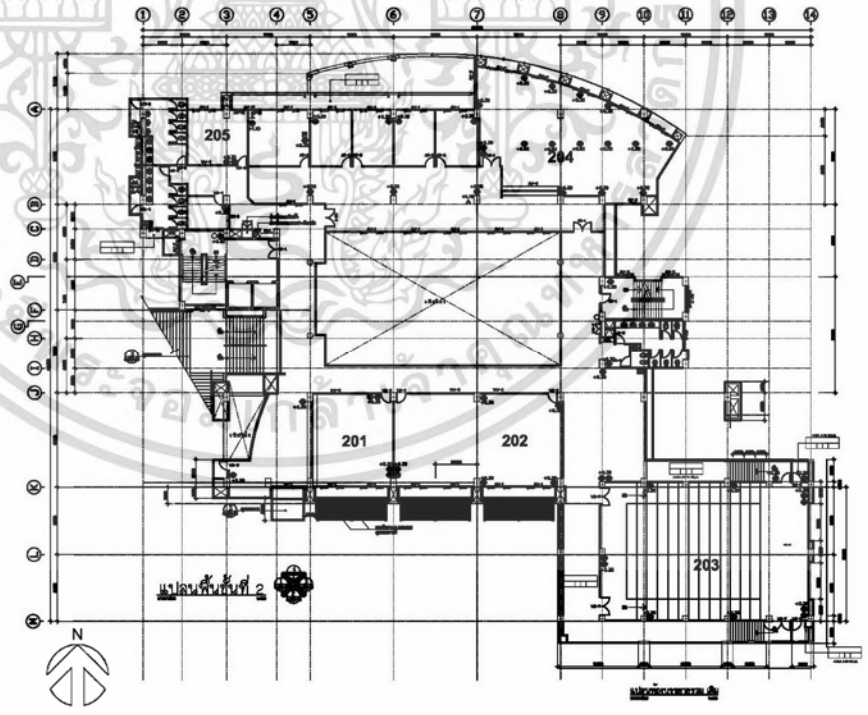
1. พื้นที่การติดตั้งทุกห้องที่มีความจำเป็นใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้า ทั้งอุปกรณ์สำนักงาน อุปกรณ์สื่อการเรียนการสอน และอุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ

2. ปลั๊กไฟภายในห้องจะติดตั้งปลั๊กคู่ติดตามมุมห้องและตำแหน่งเครื่องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสำนักงานและอุปกรณ์สื่อการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

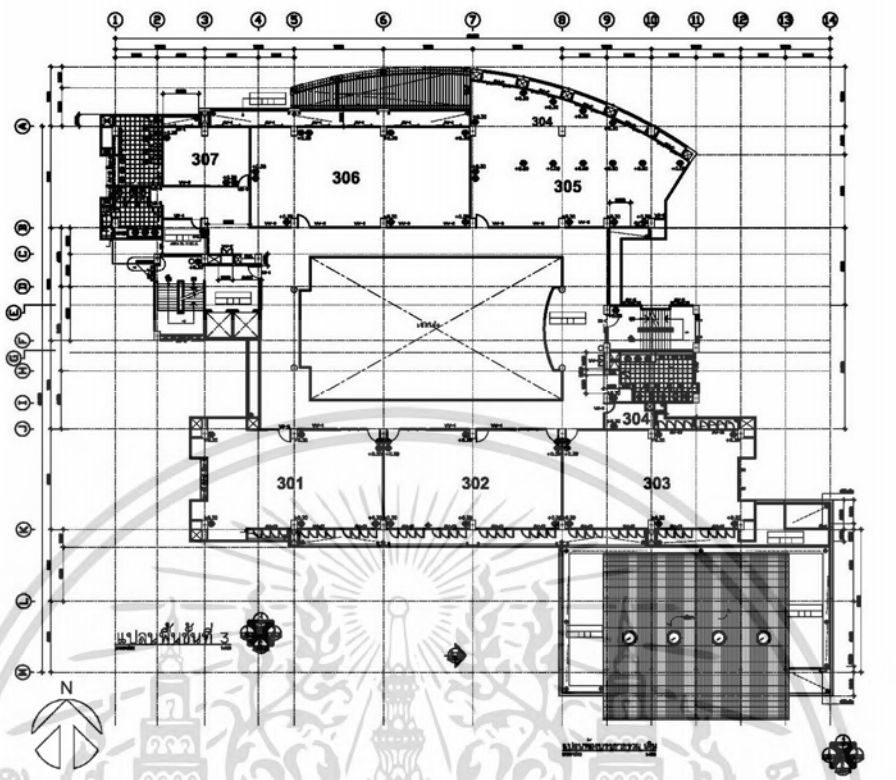


ภาพที่ 3.32 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 1

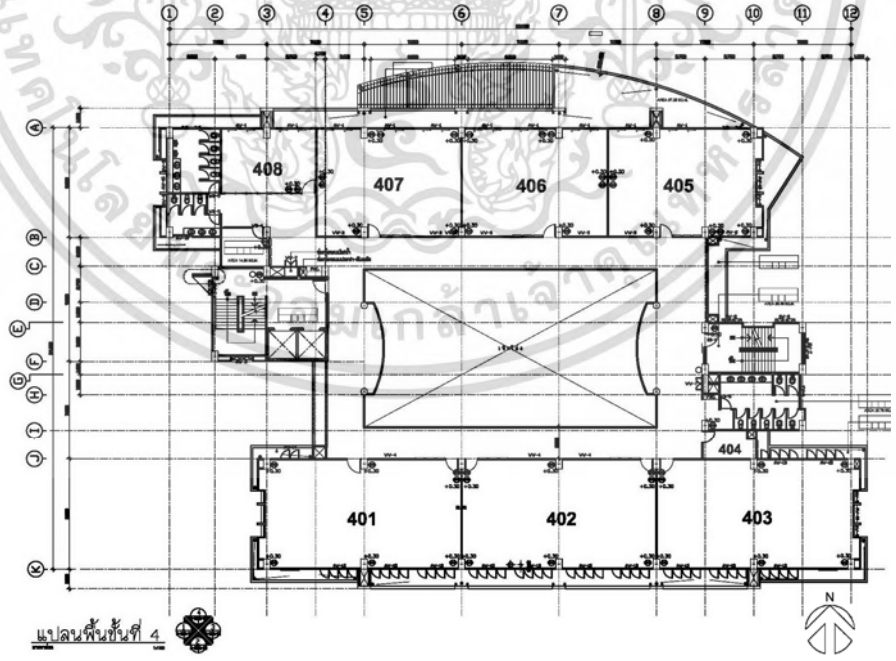


ภาพที่ 3.33 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

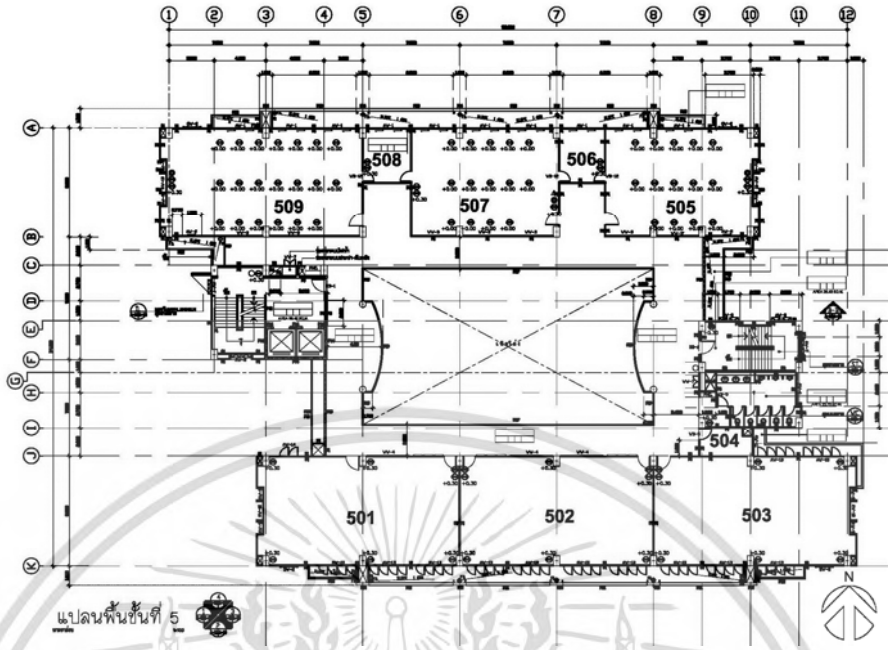


ภาพที่ 3.34 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 3

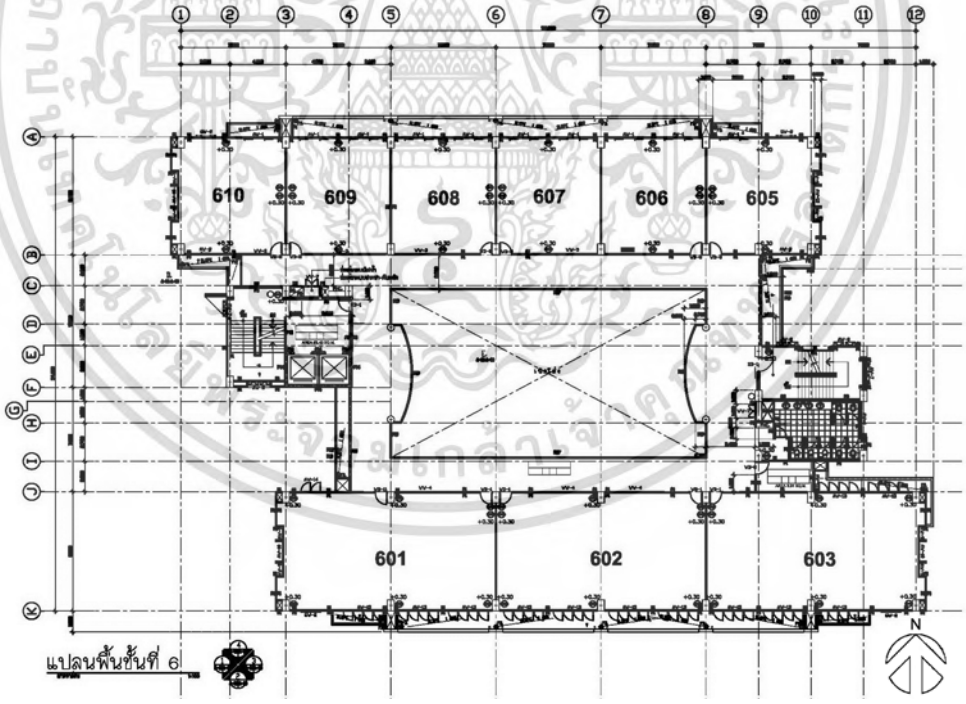


ภาพที่ 3.35 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

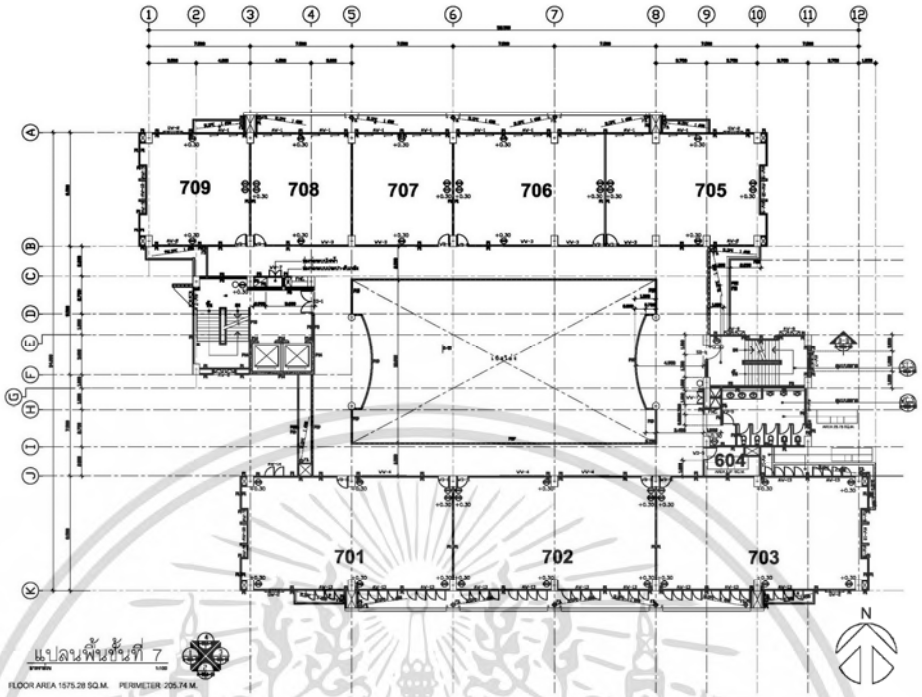


ภาพที่ 3.36 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 5

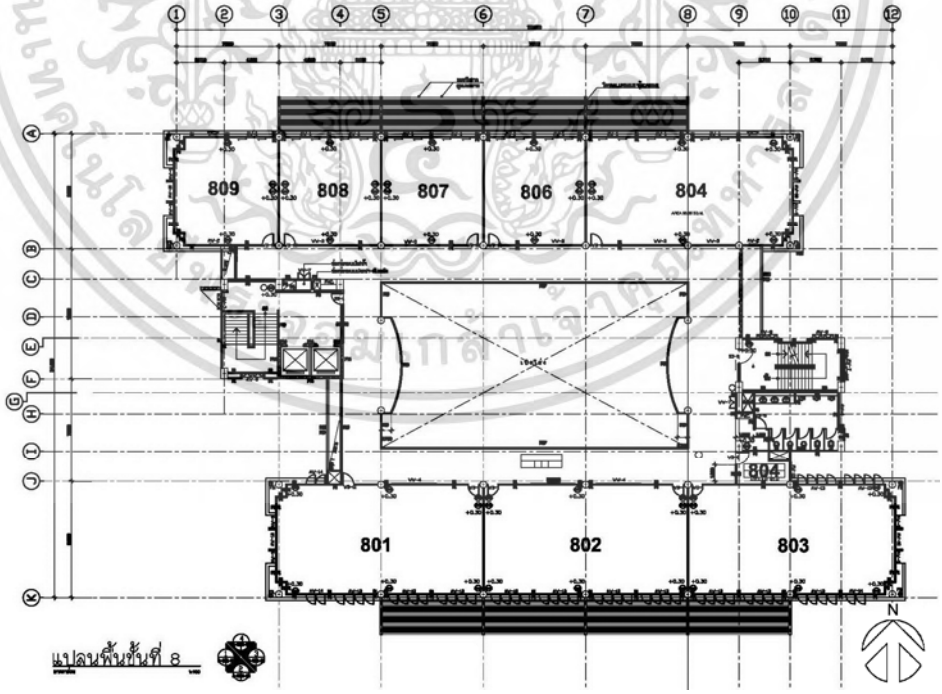


ภาพที่ 3.37 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.38 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 7



ภาพที่ 3.39 แปลนติดตั้งปลั๊กไฟ ชั้นที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบปลั๊กไฟ เทอม 1/2556

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปลั๊กไฟ เทอม 1 ปี 2556									
เลขห้อง	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวน ปลั๊กไฟคู่	วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปหาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
	ชั้นที่ 1								
101	ห้องสมุด	7	150	8	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
102	ห้องแสดงผลงาน	5	150	7	5,250	5	26,250	105,000	1,260,000
103	ห้องเก็บวัสดุ	5	150	3	2,250	5	11,250	45,000	540,000
-	ลานเอนกประสงค์	8	150	7	8,400	-	-	-	-
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	14	150	3	6,300	-	-	-	-
	ชั้นที่ 2								
201	ห้องสำนักงานทะเบียน	4	150	7	4,200	5	21,000	84,000	1,008,000
202	ห้องประชุม	6	150	7	6,300	5	31,500	126,000	1,512,000
203	ห้องบรรยายรวม	12	150	7	12,600	5	63,000	252,000	3,024,000
204	ห้องคณบดี	2	150	7	2,100	5	10,500	42,000	504,000
	ห้องรองคณบดี 1	1	150	7	1,050	5	5,250	21,000	252,000
	ห้องรองคณบดี 2	1	150	7	1,050	5	5,250	21,000	252,000
	ห้องรองคณบดี 3	1	150	7	1,050	5	5,250	21,000	252,000
	ห้องรองคณบดี 4	1	150	7	1,050	5	5,250	21,000	252,000
	ห้องสำนักงานเลขานุการคณะ	16	150	7	16,800	5	84,000	336,000	4,032,000
205	ห้องพักอาจารย์พิเศษ	2	150	7	2,100	5	10,500	42,000	504,000
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	12	150	3	5,400	-	-	-	-
	ชั้นที่ 3								
301	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	4	21,000	84,000	1,008,000
302	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	-	-	-	-	-	
303	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	4	4,200	5	21,000	84,000	1,008,000
304	ห้องเก็บของ	1	150	3	-	-	-	-	
305	ห้องภาควิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม	16	150	7	16,800	5	84,000	336,000	4,032,000
306	ห้องภาควิชาสถาปัตยกรรมภายใน	9	150	7	9,450	5	47,250	189,000	2,268,000
307	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	3	150	7	3,150	5	15,750	63,000	756,000
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	4	150	3	1,800	-	-	-	-
	ชั้นที่ 4								
401	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	4	21,000	84,000	1,008,000
402	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	5	6,000	4	24,000	96,000	1,152,000
403	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	5	26,250	105,000	1,260,000
404	ห้องเก็บของ	1	150	3	450	-	-	-	
405	ห้องภาควิชาออกแบบอุตสาหกรรม	8	150	7	5,250	5	26,250	105,000	1,260,000
406	ห้องภาควิชาภูมิสถาปัตยกรรม	7	150	7	7,350	5	36,750	147,000	1,764,000
407	ห้องภาควิชาออกแบบชุมชน	7	150	7	7,350	5	36,750	147,000	1,764,000
408	ห้องรับรองอาจารย์พิเศษ	2	150	7	2,100	5	10,500	42,000	504,000
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	3	150	3	3,150	-	-	-	-
	ชั้นที่ 5								
501	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	5	26,250	105,000	1,260,000
502	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	7	8,400	5	42,000	168,000	2,016,000
503	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	5	26,250	105,000	1,260,000
504	ห้องเก็บของ	1	150	3	450	-	-	-	-
505	ห้องคอมพิเตอร์	16	150	5	12,000	2	24,000	96,000	1,152,000
506	ห้องควบคุม	17	150	6.25	15,937.50	4	63,750	255,000	3,060,000
507	ห้องคอมพิเตอร์	2	150	2	600	4	2,400	9,600	115,200
508	ห้องควบคุม	2	150	7	2,100	5	10,500	42,000	504,000
509	ห้องโสตทัศน (ใหญ่)	22	150	-	-	-	-	-	-
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	3	150	3	1,350	-	-	-	-
	ชั้นที่ 6								
601	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5.2	5,460	5	27,300	109,200	1,310,400
602	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	3.5	4,200	2	8,400	33,600	403,200
603	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	6.6	6,930	5	34,650	138,600	1,663,200
604	ห้องเก็บของ	1	150	3	450	-	-	-	-
605	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	5	3,000	3	9,000	36,000	432,000
606	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	6	3,600	2	7,200	28,800	345,600
607	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	3	1,800	1	1,800	7,200	86,400
608	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
609	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
610	ห้องบรรยาย 30-40 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
-	พื้น ที่ส่วนกลาง	3	150	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 7								
701	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5	5,250	3	15,750	63,000	756,000
702	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	4.66	5,592	3	16,776	67,104	805,248
703	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	4.2	4,410	5	22,050	88,200	1,058,400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ต่อ)

การสำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปลั๊กไฟ เทอม 1 ปี 2556									
ลำดับ	ห้องพื้นที่ใช้ไฟ	จำนวนหลอด (หลอด)	หลอด LED (วัตต์)	เปิดใช้งาน (ชม./วัน)	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง	เปิดใช้งาน วัน/สัปดาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /สัปหาห์	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /เดือน	กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง /ปี
704	ห้องเก็บของ	1	150	-	-	-	-	-	-
705	ห้องบรรยาย 60 คน	6	150	-	-	-	-	-	-
706	ห้องบรรยาย 60 คน	6	150	-	-	-	-	-	-
707	ห้องบรรยาย 35 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
708	ห้องบรรยาย 35 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
709	ห้องบรรยาย 35 คน	4	150	-	-	-	-	-	-
-	พื้นที่ส่วนกลาง	3	150	-	-	-	-	-	-
	ชั้นที่ 8								
801	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	5.5	5,775	2	11,550	46,200	554,400
802	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	8	150	6	7,200	2	14,400	57,600	691,200
803	ห้องปฏิบัติการ 30 คน	7	150	4.20	4,410	5	22,050	88,200	1,058,400
804	ห้องเก็บของ	1	150	3	450	-	-	-	-
805	ห้องปฏิบัติการทางสภาพแวดล้อมในอาคาร	6	150	3.40	3,060	5	15,300	61,200	734,400
806	ห้องเก็บงาน	4	150	3	1,800	5	9,000	36,000	432,000
807	ห้องตรวจงาน	4	150	7	4,200	5	21,000	84,000	1,008,000
808	ห้องตรวจงาน	4	150	7	4,200	5	21,000	84,000	1,008,000
809	ห้องเก็บงาน	4	150	3	1,800	5	9,000	36,000	432,000
	พื้นที่ส่วนกลาง	3	150	3	1350	-	-	-	-
	รวมทั้งสิ้น				290,975		1,152,876.00	4,611,504.00	55,338,048.00

ภาพที่ 3.40 การติดตั้งดวงโคมหลอด T5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 สรุปการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา

ระบบ	การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร			
	วัตต์ชั่วโมง/วัน	วัตต์ชั่วโมง/สัปดาห์	วัตต์ชั่วโมง/เดือน	วัตต์ชั่วโมง/ปี
ระบบปรับอากาศ	1,816,492	8,048,176.80	32,192,707.20	386,312,486.40
ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	343,067.98	1,599,744	6,398,974.74	76,787,697.12
ระบบปลั๊กไฟฟ้า	290,975	1,152,876	4,611,504	55,338,048
รวม	2,450,534.98	10,800,796.80	43,203,185.94	518,438,231.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การศึกษาวิเคราะห์การใช้กระแสไฟฟ้าภายในอาคาร

สำหรับการสำรวจพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงใน 1 วัน ของห้องทั้งหมดภายในอาคารทั้งการใช้งานของนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในเทอมที่ 1/2556

4.1.1 ผลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา

1. พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ = $\frac{1,816,492}{1000}$ KWh

2. พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอด T5) = $\frac{343,067.93}{1000}$ KWh

3. พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) = $\frac{223,650}{1000}$ KWh

4. พลังงานไฟฟ้าระบบปลั๊กไฟ = $\frac{290,975}{1000}$ KWh

รวมพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (ยกเว้นระบบแสงสว่าง (หลอด LED)

= 2,450,535 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน

หน่วยพลังงานไฟฟ้า (Electrical Unit) คือค่าที่บอกปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่เปิดใช้งานในเวลาหนึ่งชั่วโมง มีหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง (KWh)

4.1.2 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด, จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

1. การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ (สมการที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$PV = \frac{1{,}816.492 \times 1000}{\frac{4 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95}{0.8}}$$

PV = 503,183.40 W.

ดังนั้น PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 503.183 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2. การคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Wp)

$$Wp = \frac{503{,}183.40}{0.8 \times 0.95}$$

Wp = 662,083.3940

ดังนั้นกำลังไฟสูงสุด = 662,083.40 W.

3. การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Wp คือ กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดโดยเลือกใช้แผงที่มีกำลังไฟ 300 W ต่อแผง และขนาด 2 ตารางเมตร ต่อ แผง (1 แผง = 1 ม. X 2 ม.)

จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ $= \frac{662{,}083.40}{300}$

= 2,206.95 แผง

ดังนั้นจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 2,207 แผง

พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 2,207 x 2

= 4,414 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.1 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ เทอม 1/2556

เครื่องปรับอากาศใช้กำลังไฟฟ้า = 1,816,492 วัตต์ชั่วโมง หรือ 1,816.49 กิโลวัตต์ชั่วโมง
สรุปติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 2,207 แผง (1 แผง = 1ม. x 2 ม.)
พ.ท. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ = 2,207 x 2.00 ม. = 4,414 ตร.ม.
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/สัปดาห์ = 8,048.17 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/เดือน = 32,192.70 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/ปี = 386,312.48 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด, จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอด T5)

1. การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอด T5) (สมการที่ 1)

$$PV = \frac{343,067.93 \times 1000}{\frac{4 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95}{0.8}}$$

$$PV = 95,032.66 \text{ W.}$$

ดังนั้น PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 95.032667 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2. การคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Wp)

$$Wp = \frac{95,032.66759}{0.8 \times 0.95}$$

$$Wp = 125,042.98367$$

ดังนั้นกำลังไฟสูงสุด = 125,043 W.

3. การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Wp คือ กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดโดยเลือกใช้แผงที่มีกำลังไฟ 300 W ต่อ แผง และขนาด 2 ตารางเมตร ต่อ แผง (1 แผง = 1 ม. X 2 ม.)

$$\text{จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์} = \frac{125,042.98}{300}$$

$$= 416.80 \text{ แผง}$$

ดังนั้นจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 417 แผง

พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 417 x 2

= 834 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด T5) เทอม 1/2556

หลอด T5 = 343,067.93 วัตต์ชั่วโมง
คิดเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง = 343.06 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 417 แผง (1 แผง = 1 ม. x 2 ม.)
พ.ท. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ = 417 x 2.00 ม. = 834 ตร.ม.
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/สัปดาห์ = 1,599.74 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/เดือน = 6,398.97 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/ปี = 76,787.69 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)

4.1.4 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด, จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอดLED)

1. การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง (หลอด LED) (สมการที่ 1)

$$PV = \frac{223{,}650 \times 1000}{\frac{4 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95}{0.8}}$$

$$PV = 61{,}952.90 \text{ W.}$$

ดังนั้น PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 61.95 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2. การคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Wp)

$$Wp = \frac{61{,}952.90}{0.8 \times 0.95}$$

$$Wp = 81{,}516.98$$

ดังนั้นกำลังไฟสูงสุด = 81,516.98 W.

3. การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Wp คือ กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดโดยเลือกใช้แผงที่มีกำลังไฟ 300 W ต่อ แผง และขนาด 2 ตารางเมตร ต่อ แผง (1 แผง = 1 ม. X 2 ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = $\frac{81,516.98}{300}$

= 217.72 แผง

ดังนั้นจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 272 แผง

พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 272 x 2

= 544 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.3 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) เทอม 1/2556

ถ้าเปลี่ยนฟลูออเรสเซ็นต์ LED = 223,650 วัตต์ชั่วโมง , คิดเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง = 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 272 แผง (1 แผง = 1 ม. x 2 ม.)
พ.ท. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ = 272 x 2.00 ม. = 544 ตร.ม.
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/สัปดาห์ = 1,036.50 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/เดือน = 4,146.01 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/ปี = 49,752.23 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)

4.1.5 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด, จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปลั๊ก

1. การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าในระบบปลั๊กไฟ (สมการที่ 1)

$$PV = \frac{290,975 \times 1000}{\frac{4 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95}{0.8}}$$

$$PV = 80,602.49 \ W.$$

ดังนั้น PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 80.60249 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2. การคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Wp)

$$Wp = \frac{80,602.49}{0.8 \times 0.95}$$

$$Wp = 106,055.9$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นกำลังไฟสูงสุด = 106,055.9 W.

3. การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Wp คือ กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดโดยเลือกใช้แผงที่มีกำลังไฟ 300 W ต่อ แผง และขนาด 2 ตารางเมตร ต่อ แผง (1 แผง = 1 ม. X 2 ม.)

$$\text{จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์} = \frac{106,055.91}{300}$$

$$= 353.51 \text{ แผง}$$

ดังนั้นจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 353 แผง

พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 353 x 2

= 706 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.4 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบปลั๊กไฟ เทอม 1/2556

ปลั๊กไฟคิดเป็นกำลังไฟฟ้า	= 290,975 วัตต์ชั่วโมง
เปลี่ยนฟลูออเรสเซ็นต์ LED	= 290.65 วัตต์ชั่วโมง , คิดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง = 290.65 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
คิดเป็นลด	= 34.80 %
สรุปติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์	= 353 แผง (1 แผง = 1 ม. x 2 ม.)
พ.ท. ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์	= 353 x 2.00 ม. = 706 ตร.ม.
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/สัปดาห์	= 1,152.87 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/เดือน	= 4,611.50 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)
สรุปคิดเป็นวัตต์ชั่วโมง/ปี	= 55,338.04 กิโลวัตต์ชั่วโมง (ยูนิต)

4.1.6 การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์, กำลังไฟฟ้าสูงสุด, จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด

1. การคำนวณหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด (สมการที่ 1)

$$PV = \frac{2,450,534.93}{\frac{4 \times 0.80 \times 0.95 \times 0.95}{0.8}}$$

$$PV = 678,818.54 \text{ W.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 678,818.5401662 กิโลวัตต์ชั่วโมง

2. การคำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงพลังงานแสงอาทิตย์ (Wp)

$$Wp = \frac{678,818.54}{0.8 \times 0.95}$$

$$Wp = 893,182.30$$

ดังนั้นกำลังไฟสูงสุด = 893,182.30 W.

3. การคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Wp คือ กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมดโดยเลือกใช้แผงที่มีกำลังไฟ 300 W ต่อ แผง และ ขนาด 2 ตารางเมตร ต่อ แผง (1 แผง = 1 ม. X 2 ม.)

จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ $= \frac{893,182.30}{300}$

$= 2,977.30$ แผง

ดังนั้นจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 2,977 แผง

พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ = 2,977 x 2

= 5,954 ตารางเมตร

ตารางที่ 4.5 แสดงการสำรวจพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร เทอม 1/2556

กำลังไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร	= 2,450,534.93	วัตต์ชั่วโมง
คิดเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง	= 2,450.53	กิโลวัตต์ชั่วโมง
สรุปติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์	= 2,977	แผง
พ.ท. ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์	= 5,954	ตารางเมตร

4.1.7 การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร ระหว่างการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5) เปรียบเทียบกับการใช้หลอดประหยัดพลังงาน (LED)

จากการศึกษาปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในอาคาร พบว่า การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบ T5 ที่ใช้ในอาคารเรียน ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 343.07 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน ในขณะที่หากเปลี่ยนมาใช้หลอดไฟฟ้าแบบ LED พบว่า ต้องการขนาดกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 34.8 การวิเคราะห์เปรียบเทียบหลอดไฟ T8, T5 และ LED ในการพิจารณาเลือกเปลี่ยนหลอดไฟแสงสว่าง ปัจจุบันเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอด LED โดยเป็นทางเลือกหนึ่งใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดพลังงานไฟฟ้าได้ค่อนข้างสะดวกและรวดเร็วง่ายต่อการเปลี่ยนและติดตั้งโดยถอดหลอด T8,T5 ออกนำฝาครอบโคมออกและเอาสตาท์เตอร์กับบัลลาสต์ออกนำมาต่อตรงก็จะสามารถเปลี่ยนหลอดไฟได้ทันที

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบอายุการใช้งานและปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าของหลอดและบัลลาสต์ชนิดต่างๆ หลอด LED กับ หลอดฟลูออเรสเซนต์ (T5)

คุณสมบัติ	**หลอด LED**	**หลอด ฟลูออเรสเซนต์ (T5)**
อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)	40,000-100,000	15,000-20,000
รังสีอินฟาเรด (ความร้อน)	ไม่มี	มี
รังสีอัลตราไวโอเลต (UV)	ไม่มี	มี
การหรี่แสง	ง่าย	ยาก
ความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	ไม่มีสารพิษเป็นองค์ประกอบ	มีสารปรอดบรรจุภายในหลอด
ความส่องสว่าง(ลูเมนต่อวัตต์)	85 (เพิ่มได้อีก)	50-90
กำลังไฟฟ้าที่ได้	28	20
ชนิดบัลลาสต์ที่ใช้	ไม่มี	อีเล็กทรอนิกส์
สตาร์ทเตอร์	ไม่มี	มี

ที่มา : สุทธิศักดิ เต็มเกษมสุข : การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ด้วยแอลอีดีในโคมไฟป้องกันการระเบิด

4.1.8 การศึกษาวิเคราะห์การเลือกระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นกรณีศึกษา

4.1.8.1 เพื่อสอดรับนโยบายการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างกรมพัฒนาพลังงานแทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน (ที่มา : https://2dede.go.th8bhrd/web_display/home/home_Lighting.html)

4.1.8.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเรียนกรณีศึกษาเป็นระบบไฟฟ้า 2 เฟส 2 สาย แรงดัน 220 โวลต์ (ที่มา : https://www.psptech.co.th/ความแตกต่างระบบไฟฟ้า-1เฟส-3-16765.page)

4.1.8.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระบบที่มีความเสถียรที่มีความเสถียรจากกระแสไฟฟ้าระบบปรับอากาศในกรณีไฟตก ในระบบปรับอากาศอินเวอร์เตอร์และคอมเฟสเซอร์จะเสียหายได้และราคาค่อนข้างแพง (ที่มา : https://www.บ้านแอร์.com/2015/06/04 แอร์บ้านกับแรงดันไฟฟ้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนระบบปลั๊กไฟความเสถียรจากกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เช่น คอมพิวเตอร์ ที่จะทำความเสียหายอุปกรณ์ภายในได้ ในกรณีไฟตก ไฟกระชาก
(ที่มา : https://review.thaiware.com/1022.html)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกศึกษาไฟฟ้าแสงสว่างหลอดไฟฟ้าแอลอีดีเพราะมีระบบป้องกันไฟฟ้ากระชาก กระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเกินจึงทำให้มีความเสถียร
(ที่มา : https://www.chinpower.net/product/led-tube/)

4.2 การวิเคราะห์เลือกระบบพลังงานแสงอาทิตย์

จากตารางที่ 2.8 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า(On Grid or Grid System) และระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า (Off Grid or Stand Alone)

สรุปการเลือกใช้ระบบ On Grid หรือ Grid System มีความเหมาะสมทั้งประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการติดตั้ง สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าร่วมกับการไฟฟ้า ในกรณีการไฟฟ้ามีปัญหาระบบจะหยุดทำงานด้วย โดยค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเป็นไปตามความต้องการของการใช้ไฟฟ้า ในกรณีแสงจากดวงอาทิตย์ไม่เพียงพอ แต่ไฟฟ้าภายในบ้านจะทำงานตามปกติโดยจากการไฟฟ้าและไม่มีค่าใช้จ่ายจากการดูแลและเปลี่ยนแบตเตอรี่ เนื่องจากไม่ต้องติดตั้งแบตเตอรี่

4.3 จากการคำนวณจำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) เทอม 1/2556

จากการคำนวนค่า Wp ทำให้ทราบถึงกำลังไฟฟ้าของแผงพลังงานแสงอาทิตย์จากการสำรวจพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง (หลอด LED) ดังนั้นหากเราเลือกใช้แผงที่กำลังไฟฟ้า 300 W และใช้ขนาด 2 ตารางเมตร ตามระบุไว้ในคุณสมบัติของแผงจะได้จำนวนแผงพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดดังนี้

$$N = \frac{81{,}484.18136 W_p}{300\ W_p}$$

N = 271.6139 แผง

N = 272 แผง

ดังนั้น สรุปได้ว่าใช้แผงพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมดที่จะติดตั้งอาคาร = 272 แผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า หากต้องการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับดวงโคมซึ่งใช้หลอดไฟฟ้าแบบฟลูออเรสเซนต์แบบ T5 ที่ใช้ในอาคารเรียน ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 343.07 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน พบว่าต้องใช้พื้นที่การติดตั้งมากถึง 834 ตารางเมตร และใช้เงินลงทุนสูง ในขณะที่หากเปลี่ยนมาใช้ดวงโคมที่ใช้หลอดหลอดไฟฟ้าแบบ LED พบว่า ต้องการขนาดกำลังไฟฟ้า เท่ากับ 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือลดลงร้อยละ 34.8 โดยใช้พื้นที่ 544 ตารางเมตร ในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ จำนวน 272 แผง (อินเวอร์เตอร์ระบบตาราง ขนาดกำลังผลิต 81.6 กิโลวัตต์)

ตารางที่ 5.1 รูปแบบและพื้นที่การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

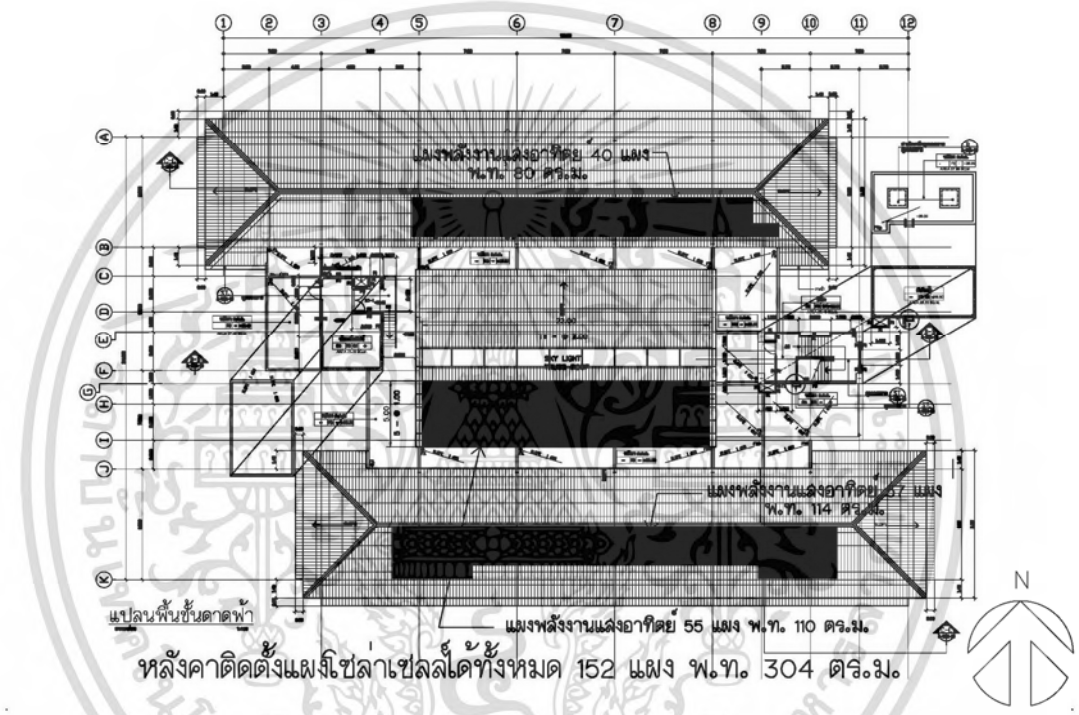
ระบบที่เลือกใช้	ระบบ On Grid หรือ Stand Alone System
ขนาดการติดตั้ง	20 กิโลวัตต์ ตามขนาดของ Inverter (4 เครื่อง)
พื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งทั้งหมด	544 ตารางเมตร
บริเวณที่ติดตั้ง	หลังคาและกันสาด
รูปแบบหลังคา	แผ่นเหล็กรีด
ทิศทางของหลังคา	เอียงทำมุม 30 องศา
พื้นที่หลังคาที่ติดตั้งได้	304 ตารางเมตร
ทิศทางของกันสาด	เอียงทำมุม 15 องศา
พื้นที่ติดตั้งที่กันสาดติดตั้งได้	240 ตารางเมตร

ตารางที่ 5.2 สรุปคุณสมบัติของอุปกรณ์ระบบแผงพลังงานแสงอาทิตย์

Inverter ที่เลือกใช้	ชนิด Grid Tied ขนาด 20 กิโลวัตต์ ของ JFY รุ่น Suntree 20000 TL
PV Cell ที่เลือกใช้	ชนิด Poly Crystalline ของ Suntech รุ่น STP 300-24/VC จำนวน 272 แผ่น
อุปกรณ์เชื่อมต่อความปลอดภัย	MCCB (เซอร์กิตเบรกเกอร์) 2 ชุด (AC/DC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

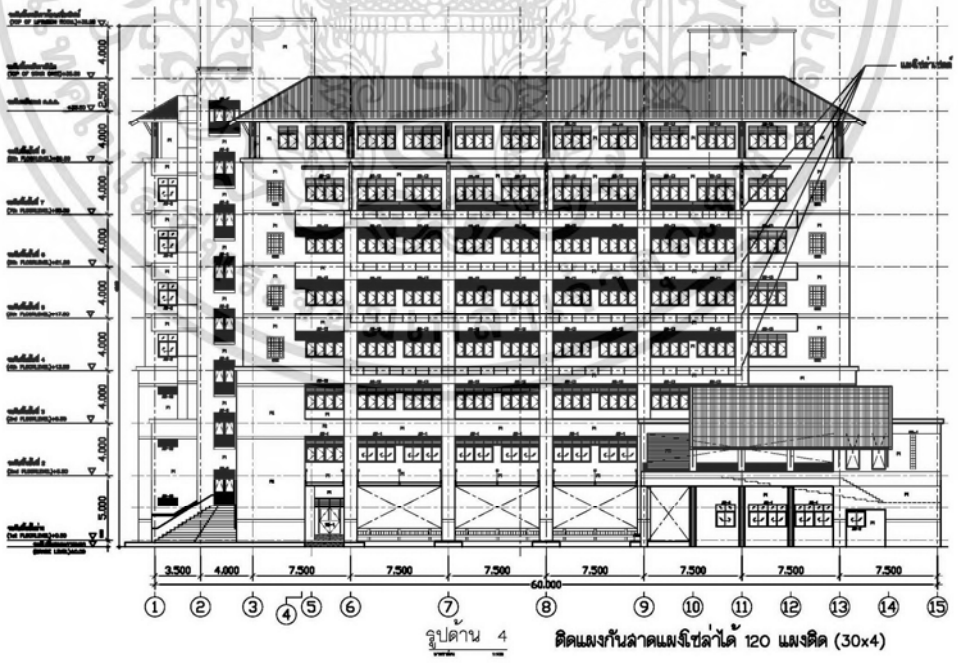
รูปแบบการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับทิศทางแสงอาทิตย์ สามารถออกแบบให้ติดตั้งบนหลังคาอาคาร หรือติดตั้งบนผนังอาคาร โดยออกแบบในลักษณะกันสาดยื่นออกจากผนังอาคาร จำนวน 4 ชั้น แต่ละชั้นมีระยะห่างกัน 4 เมตรและทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ เริ่มติดตั้งที่พื้นชั้น 4 จนถึงชั้น 7 โดยพบว่า แผงพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 223.65 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน และมีความคุ้มทุนในระยะเวลา 10 ปี ผลของการวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อการออกแบบนวัตกรรมแผงพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับอาคารเรียนประเภทอื่นได้ต่อไป



ภาพที่ 5.1 แสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาจำนวน 152 แผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.2 รูปด้านอาคารทิศตะวันตกแสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่เป็นกันสาด จำนวน 120 แผง



ภาพที่ 5.3 รูปด้านอาคารทิศใต้แสดงการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นกันสาดจำนวน 120 แผง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อจำกัดพื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

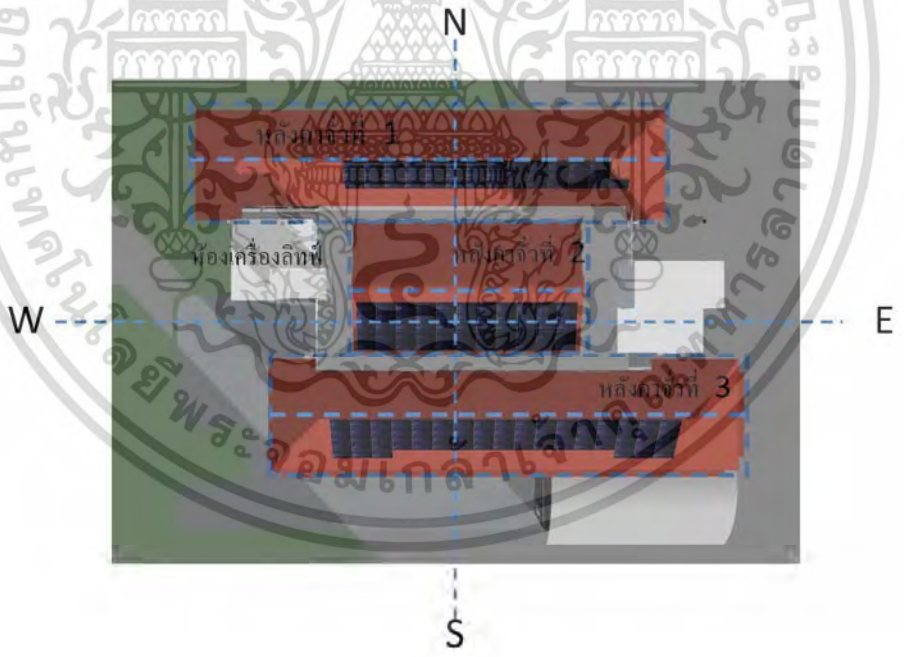
จากการวิเคราะห์พื้นที่ติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสรุปดังนี้

1. จากหลังคาจั่วที่ 1 มีพื้นที่หลังคาที่ด้านทิศใต้ที่เป็นทิศที่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งปีและเป็นช่วงที่ได้รับแสงแดดมากที่สุดช่วงเที่ยงถึง5 โมงเย็น มีพื้นที่ทั้งหมด 184 ตารางเมตร แต่เนื่องจากด้านทิศตะวันตกมีห้องเครื่องลิฟท์ที่ช่วงบ่ายบดบังแสงอาทิตย์เป็นพื้นที่ 49 ตารางเมตร จึงทำให้เหลือพื้นที่ในการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ได้มีประสิทธิภาพที่สุด 80 ตารางเมตร (40 แผง) โดยเว้นพื้นที่สำหรับการดูแลรักษา 55 ตารางเมตร

2. จากหลังคาจั่วที่ 2 มีพื้นที่ด้านทิศใต้ที่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งปี มีพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด 137.74 ตารางเมตร โดยติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 110 ตารางเมตร (55 แผง)

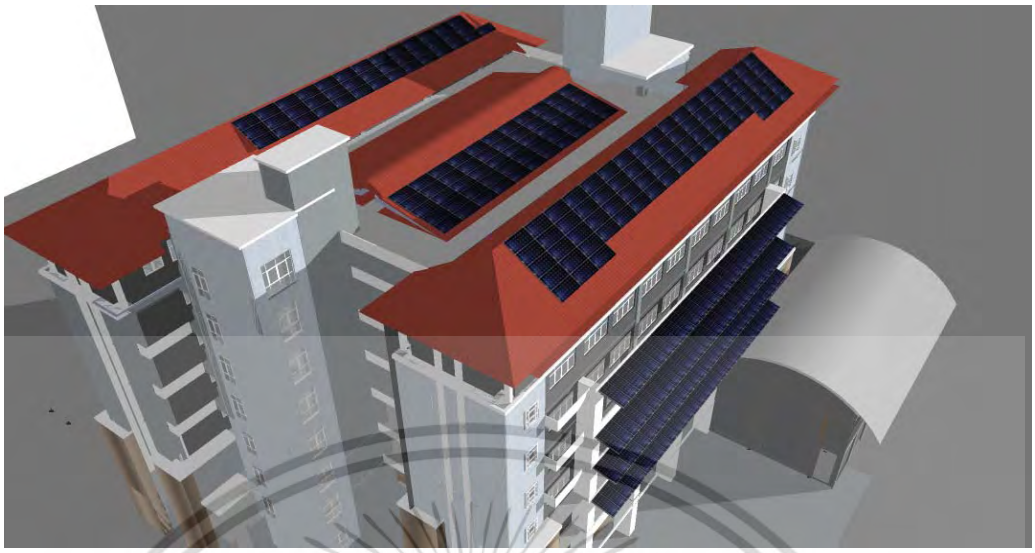
3. จากหลังคาจั่วที่ 3 มีพื้นที่ติดตั้งด้านทิศใต้ที่ได้แสงแดดตลอดทั้งปี มีพื้นที่ที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด 230 ตารางเมตร โดยติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ 114 ตารางเมตร (57 แผง) โดยเว้นพื้นที่สำหรับการดูแลรักษา 116 ตารางเมตร

4. จึงวิเคราะห์พื้นที่ติดตั้งเป็นกันสาดด้านทิศใต้ที่ได้รับแสงแดดตลอดทั้งปีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด 240 ตารางเมตร โดยติดตั้ง ตั้งแต่ชั้น 4-7 เนื่องจากชั้น 2-3 จะติดหลังคาห้องประชุมบางส่วน



ภาพที่ 5.4 แปลนหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์

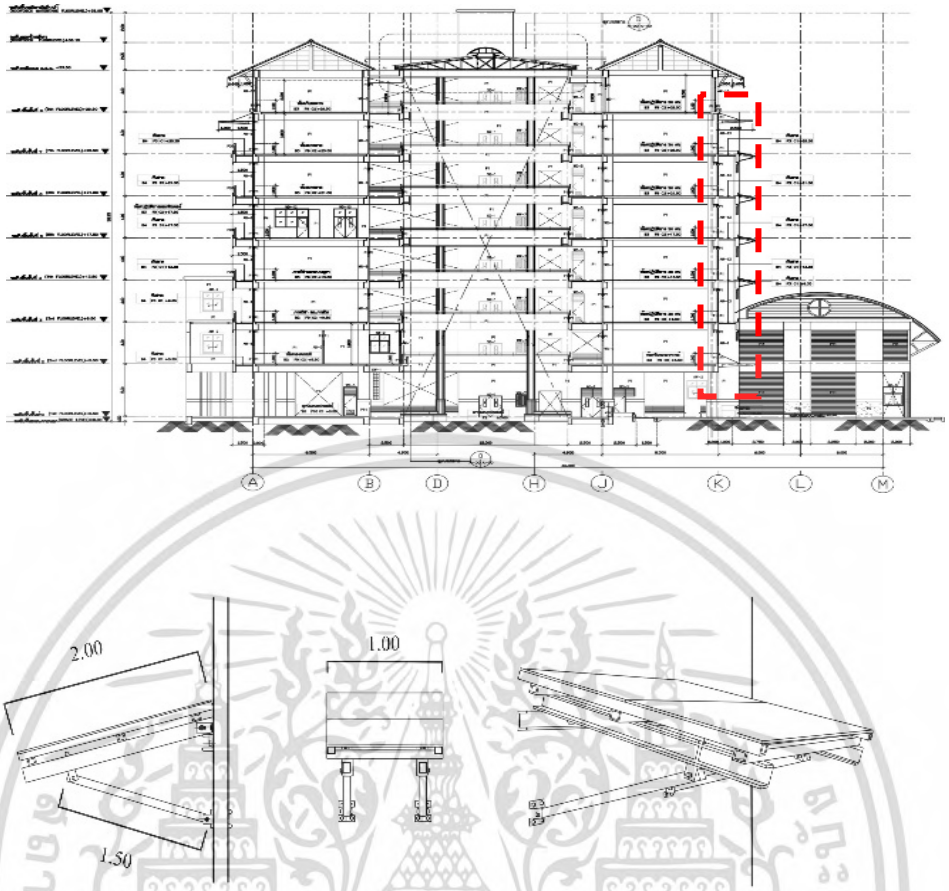
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.5 แสดงภาพสามมิติจำลองการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียน

ภาพที่ 5.6 แสดงภาพสามมิติจำลองการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนแผงกันแดดอาคารเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.7 การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ที่กันสาด

ภาพที่ 5.8 แสดงภาพสามมิติจำลองการติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาและแผงกันแดดอาคารเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ความคุ้มทุนการติดตั้ง

การติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในครั้งนี้มีต้นทุนการติดตั้งที่ 45,000 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง (ที่มา: www.ecosolar.co.th/product-price/solar-rooftop-6000 kw) ขนาดพลังงานแสงอาทิตย์ต่อหนึ่งแผง คือ 300 wp มีจำนวน 272 แผง คิดเป็นพลังงานทั้งหมดเท่ากับ 81,600 วัตต์ชั่วโมง

ดังนั้นต้นทุนทั้งหมด คือ

81.6 กิโลวัตต์ X 45,000 บาท/กิโลวัตต์ชั่วโมง = 3,672,000 บาท

คำนวณหาระยะเวลาคืนทุน

$$\frac{3{,}672{,}000 \text{ บาท}}{362{,}313 \text{ บาท/ปี}} = 10.134 \text{ ปี}$$

ตารางที่ 5.3 คุ้มทุนการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์

รายการ	ข้อมูล	หน่วย
จำนวนแผง	272	แผง
ผลิตได้	223.65	ยูนิตต่อวัน
ค่าไฟต่อ 1 ยูนิต	4.5	บาท
คิดเป็นต่อวัน	1,006.425	บาท
คิดเป็นต่อเดือน	30,192.70	บาท
คิดเป็นต่อปี	362,313	บาท
ลงทุน	3,672,000	บาท
คืนทุน	10	ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผลของการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารเรียนที่มีลักษณะการใช้งานใกล้เคียงกับตัวอย่างอาคารเรียนที่ใช้เป็นกรณีศึกษาสำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ เพื่อเปรียบเทียบลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าและทดลองการเปลี่ยนมาใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า นอกจากนั้นยังเสนอแนะให้ภาครัฐสามารถผลิตและขายกระแสไฟฟ้าให้กับหน่วยงานของรัฐหรือรัฐวิสาหกิจด้วยกันได้ เพื่อเป็นการส่งเสริมการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้จริงและสามารถสร้างเป็นรายได้อย่างเป็นรูปธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมอุตุนิยมวิทยา, **“รายงานการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ของพื้นที่ประเทศไทย ปี พ.ศ.2552-2557,”** {Online}. Available: http://www.ozone.tmd.go.th/solar_monotoring.html

คู่มือการพัฒนาและการลงทุนผลิตพลังงานทดแทนชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (2561)

ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2540. **เทคนิคการส่องสว่าง**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธีรมน ไวโรจนกิจ. 2540. **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทอมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน)

ธีรศักดิ์ เสภากล่อม. 2552. พลังงานแสงอาทิตย์จากโซลาร์เซลล์ ทางเลือกของพลังงานทดแทน. *Industrial Technology Review*, *15*(192).

นภัทร อัจนเทพิน. 2554. **การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง**. ปทุมธานี : สกายบุ๊คส์

ขนิกานต์ ยิ้มประยูร. อาคารใช้พลังงานเป็นศูนย์ {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จากwww.tds.tu.ac.th/Jars/download/Jars/v13-20chanikarn.pdf

ปภสร รัตนศุภาวงศ์ และคณะ. 2556. การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบพลังงานแสงอาทิตย์. *วิศวสารลาดกระบัง 30*(1).

พรสวัสดิ์ พิริยะศรัทธา. 2559. การใช้เซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อการประหยัดพลังงาน. *วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 15*(1).

วรากร สงวนทรัพย์. 2552. โครงการออกแบบอุปกรณ์บังแดดและตำแหน่งช่องเปิดเพื่อระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติสำหรับอาคารพักอาศัยประเภทห้องชุดในเขตกรุงเทพมหานคร.

ศุทธา ศรีเผด็จ. 2554. **กฎหมายอนุรักษ์พลังงานในอาคารฉบับใหม่**. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ศูนย์สารสนเทศพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน กรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน. 2555. **รายงานพลังงานทดแทนของประเทศไทย**. {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : http://www.dede.go.th/dede/images/stories/stat_dede/report12/alterative55.pdf

สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข. 2555. **การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟลูออเรสเซ็นต์ด้วยแอลอีดีในโคมไฟป้องกันการระเบิด**. {ออนไลน์}. เข้าถึงได้จาก : http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/ FileData/WPS039.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

เสริม จันทร์ฉาย และคณะ. 2548. **คู่มือมาตรฐานภูมิอากาศและแสงอาทิตย์สำหรับใช้ในงานด้านพลังงานทดแทน**. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สุภาวดี รัตนมาศ และ นพดล มณีรัตน์. 2557. **บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ**. กรุงเทพมหานคร : คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โอม ปนาทกูล. 2547. **แนวทางวิเคราะห์และปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ กรณีศึกษา : อาคารมหามกุฏ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**.

Egan David M. 1983**. Concept in Architectural Lighting**. McGraw-Hill Book Company

Egan David M. and Olgyay Victor. 2002. **Architectural Lighting.** Second Edition. McGraw-Hill Higher Education.

Hasting R.S, Wall Maria,editors, 2007. **Sustainable Solar Housing**. London : Earthsean.

ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE), “ความเข้มของแสงและศักยภาพเชิงพลังงานแสงอาทิตย์ทั่วประเทศ (Solar radiation intensity and solar energy efficiency potential in Thailand)”, {Online}. Available: http://www.dede.go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=1512:2011-01-10-05-52-10&catid=52&itemid=68&lang=en

http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm.

http://image.free.in.th/v/2013/iv/140326035031.jpg

http://image.free.in.th/v/2013/ii/140326054512.jpg

http://www2.dede.go.th/share/T5.pdf

http://www2.dede.go.th/share/T5.pdf

http://frokled.com/) (1/3/5)

http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm.

http://img.tarad.com/shop/e/eseresu/img-lib/spd_2014090490056_b.jp www.nathitanetwork.com

http://media.yellowpages.co.th/olc250/olc/52360883/52360883_4.jpg www.nathitanetwork.com

http://www.t-how.com/wp-content/uploads/2013/02/Polycrystalline.jpeg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

http://thanchaging.wordpress.com/โครงการปัญหาพิเศษ/บทที่2ทฤษฎีและงานวิจัย

http://etap.com/renewable-energy/photovoltaic-101.htm

http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/pd_ecs_ses.php

http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/pd_ecs_ses.php

http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/virtual2/solar-cell/index3.html

http://www.dede.go.th/article_attach_solar.pdf

http://www.novabizz.com/cdc/sun.htm. Ixzz3tu3jN6Ry

http://www.acexport.com/solar-cell/solar-panel-directions/

บริษัท เทคตรอน จำกัด คลังสินค้า จ.พระนครศรีอยุธยา

http://www.techtron.co.th/Product_Mounting.html

http://www.solarhome.uni.net.th/solarsun.html

http://www.ecosolar.co.th/product-price/solar-rooftop-6000 kw

http://solarsmileknowledege.com/system/ระบบโซล่าเซลล์ออนกริด

http://solarsmileknowledege.com/system/ระบบโซล่าเซลล์ออฟกริด

http://www.psptech.co.th/ความแตกต่างระบบไฟฟ้า-1เฟส-3-16765.page

http://www.tngroup.co.th/media/article_detail/157

http://www.บ้านแอร์.com/2015/06/04 แอร์บ้านกับแรงดันไฟฟ้า/

https://review.thaiware.com/1022.html

http://www.chinpower.net/product/led-tube/

http://www.dms.eng.su.ac.th/filebox/FileData/WPS039.pdf

http://th.wikipedia.org/wiki/พลังงานแสงอาทิตย์

https://www.kku.ac.th/news/v.php?q=0005826&l=th

https://greennews.aqency/?p=15008

https:// sunearthtools.com/

http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Commercial(PDF)/Bay38%20Building%20Features.pdf

http://www.gaisma.com/en/location/bangkok.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม(ต่อ)

http://www.gaisma.com/en/dir/th-country.html

http://solardat.uoregon.edu/PolarSunChartProgram.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายเมธี ตันสุขชัย - พ .ศ.2549 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- พ.ศ.2550-2558 ทำงานบริษัท โมเดิร์น พร๊อพเพอร์ตี้ แอนด์ ดีไซน์ จำกัด
ตำแหน่งผู้จัดการฝ่ายออกแบบ
- พ.ศ.2554 เข้าศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง
- 2558 - ปัจจุบัน ทำงานบริษัท สโตนเฮ้นจ์ จำกัด ตำแหน่งผู้อำนวยการโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้