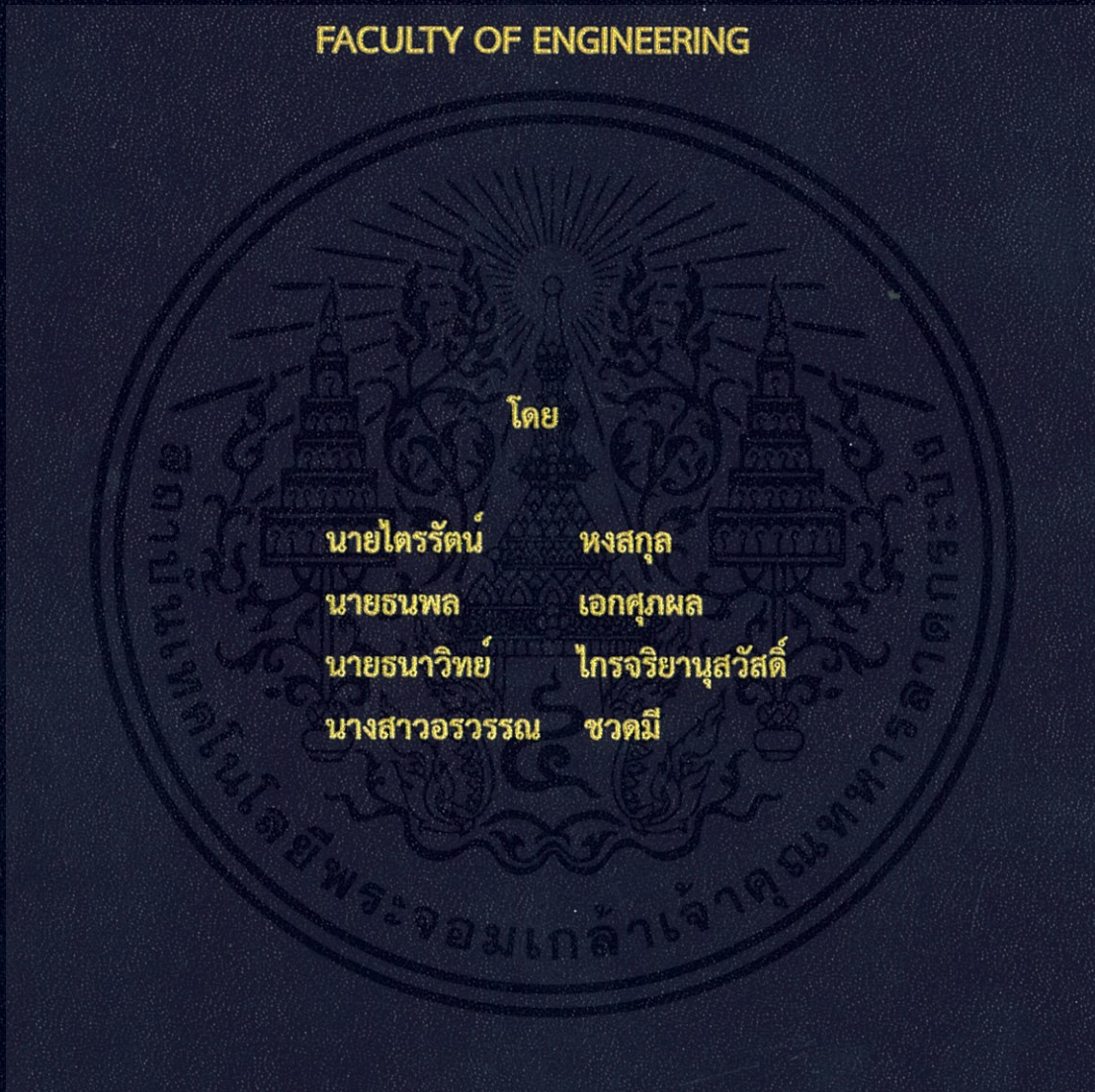


การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING

FACULTY OF ENGINEERING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

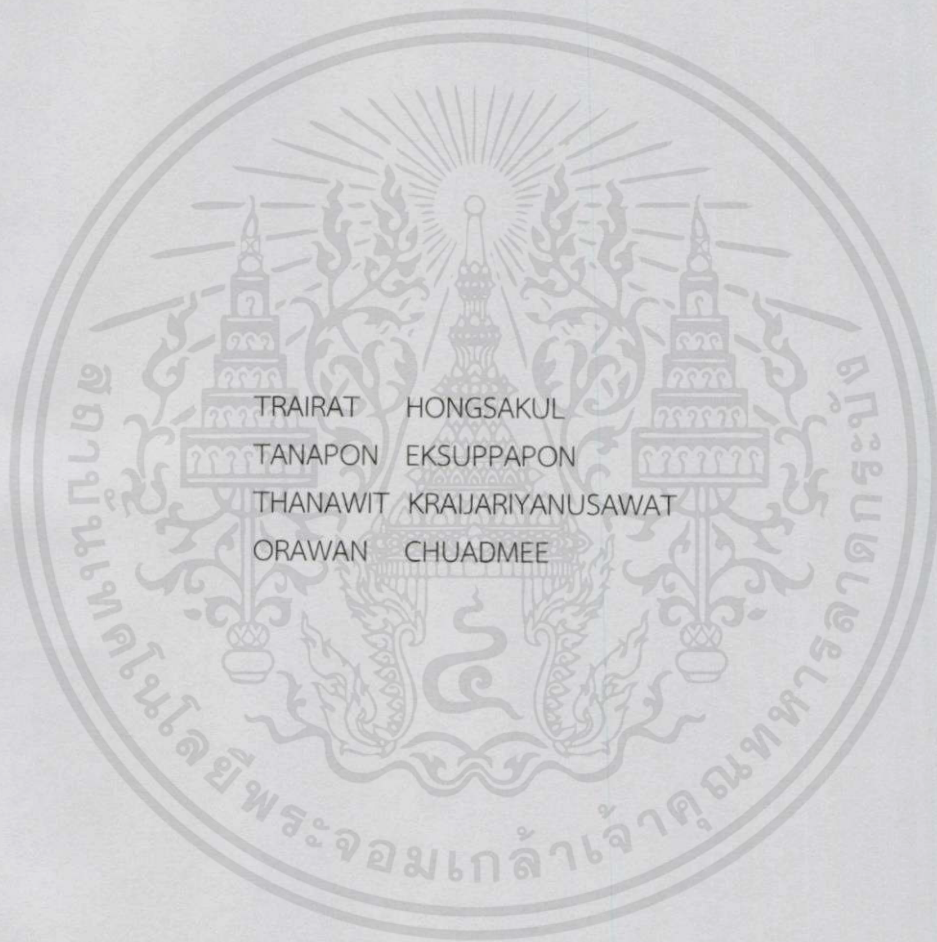
การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์
THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING
FACULTY OF ENGINEERING



นายไตรรัตน์ หงสกุล
นายธนพล เอกศุภผล
นายธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวัสต์
นางสาวอรรรณ ชวตมี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังสงวนลิขสิทธิ์ในเนื้อหาและรูปแบบการนำเสนอทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING
FACULTY OF ENGINEERING

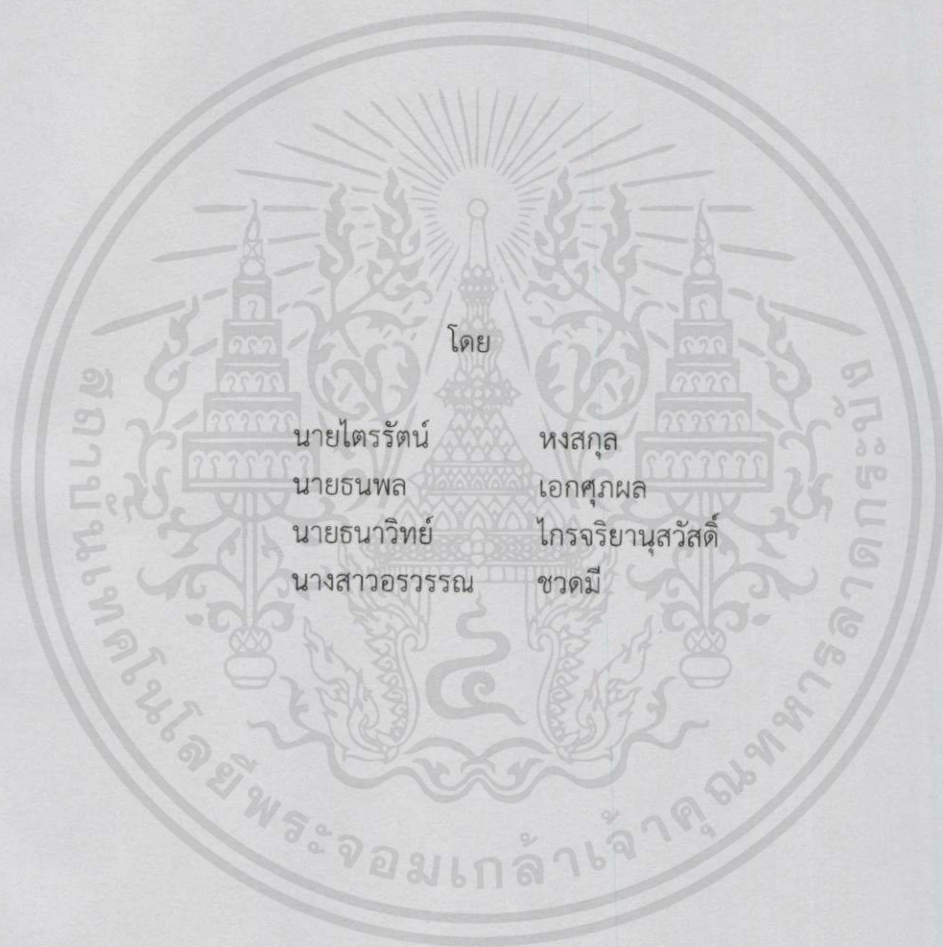


A PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR THE
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING การนำไปใช้
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ปีการศึกษา 2557

การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING
FACULTY OF ENGINEERING



อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รศ.ดร. อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาบัตรปีการศึกษา 2557

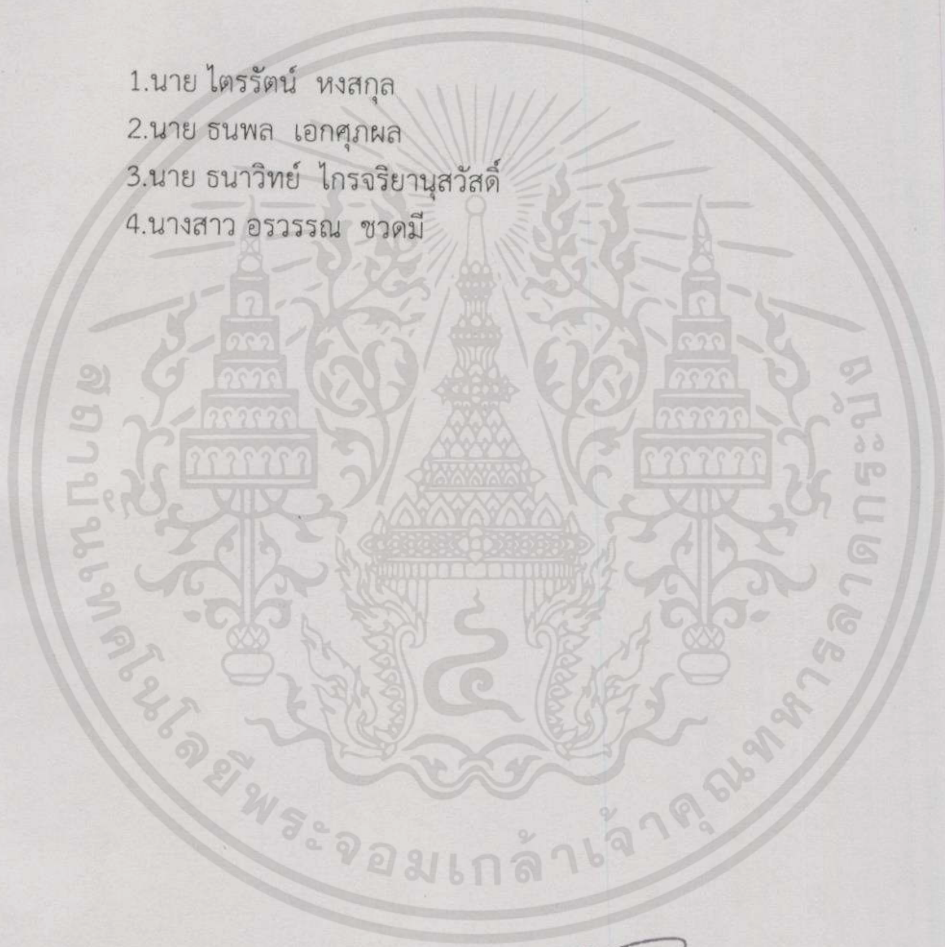
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

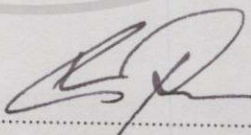
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

ผู้จัดทำ

- 1.นาย ไตรรัตน์ หงสกุล
- 2.นาย ธนพล เอกศุภผล
- 3.นาย ธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวส์ดี
- 4.นางสาว อรรพรรณ ชวดมี้




..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายชาญ โปธิสาร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปล (ร้องศาสตราจารย์ ดร.เอรรถพล เง่าพิทักษ์กุล) ที่มีกรนำไปใช้

การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

นาย ไตรรัตน์ หงสกุล
นาย ธนพล เอกศุภผล
นาย ธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวัสต์
นางสาว อรวรรณ ชวตมี
ผศ. ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร. อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2557

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นรายงานเกี่ยวกับการตรวจวัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคาร โดยทำการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระบบที่ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ซึ่งจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน หรือ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แล้วดำเนินการออกแบบปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบพลังงานหมุนเวียน รวมถึงการประมาณค่าการลงทุนเพื่อหาจุดคุ้มทุนในกรณีที่มีการปรับปรุงอาคารจริง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคาร ลดการสูญเสีย ช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการใช้พลังงานอย่างไม่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING
FACULTY OF ENGINEERING

Mr. Trairat	Hongsakul	
Mr. Tanapon	Eksuppapon	
Mr. Thanawit	Krajariyanusawat	
Miss Orawan	Chuadmee	
Asst.Prof.Chaichan	Pothisarn	Advisor
Assoc.Prof.Dr.Atthapol	Ngaopitakkul	Advisor

Year 2014

ABSTRACT

This project aims to measure and analyze energy consumption in the E12 Building faculty of engineering , King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang consists of 3 systems. There are a power systems, lighting and air conditioning system. These data were compared with the standard legal by Department of Alternative energy development and efficiency, Ministry of Energy. The methodology comprises: 1) To study standard for the power systems installation, theory for the measurement of each systems and the equipment used, 2) To measure real energy consumption along with compare the energy used and trends each year, 3) To analysis of the survey results to determine the energy consumption should be modified. This project also presented approach ways to save more energy, more efficiency and reduce the environmental impact.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ผศ.ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.ดร.อรรถพล เก่าพิทักษ์กุล ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมาด้วยดีตลอด และตรวจแก้ไข จุดบกพร่อง ให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจรวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงการครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	9
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ	9
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ	10
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	10
1.6 แผนการดำเนินงาน	10
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	12
2.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอาคารอ้างอิงและกฎกระทรวงการออกแบบอาคาร	12
2.2 ระบบไฟฟ้า	16
2.2.1 มาตรฐานตัวนำไฟฟ้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)	17
2.2.2 มาตรฐานการติดตั้งบริษัทไฟฟ้ากรมโยธาธิการและผังเมือง	18
2.2.3 ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ	19
2.3 ระบบแสงสว่าง	21
2.3.1 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร	22
2.3.2 การตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง	22
2.3.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์	22
2.3.4 การติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์	25
2.4 ระบบปรับอากาศ	26
2.4.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)	27
2.4.2 ระบบปรับอากาศแบบชุด (Package)	27
2.4.3 ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ	28
2.4.4 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ	29
บทที่ 3 วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ	30
3.1 เครื่องมือตรวจวัดการใช้พลังงาน	30
3.1.1 เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter) ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์	31
3.1.2 เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) ไม่ว่าจะที่ไหนก็ตาม อีกหนึ่งท่านมีเหตุผลปลงมือทำปละหนึ่งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำ	31
3.1.3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter)	32
3.1.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.5 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส (Infrared Thermometer)	33
3.1.6 เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)	33
3.2 การตรวจวัดระบบแสงสว่าง	34
3.2.1 ตรวจนับจำนวนโคมไฟและหลอดไฟของแต่ละบริเวณ	34
3.2.2 บันทึกลักษณะชนิดของโคมไฟและหลอดไฟ	34
3.2.3 ตรวจสอบคุณภาพของโคมไฟและหลอดไฟ	34
3.2.4 บันทึกตำแหน่งการวางโคมไฟ	34
3.2.5 ตรวจวัดค่าความเข้มแสง	37
3.3 การตรวจวัดระบบปรับอากาศ	39
3.3.2 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ	41
3.3.3 การตรวจวัดระบบปรับอากาศของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น	42
3.4 การตรวจวัดระบบไฟฟ้าอื่นๆ	44
3.5 โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (BEC Software)	47
3.6 โปรแกรมออกแบบงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Dialux)	49
บทที่ 4 ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์พลังงาน	52
4.1 การปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่จำนวนเท่าอุปกรณ์เดิม	57
4.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	58
4.1.2 ระบบปรับอากาศ	66
4.1.3 ระบบไฟฟ้าอื่นๆ	79
4.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ ในส่วนที่ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (Renovation)	85
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	108
5.1 สรุปมาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมด	108
5.1.1 การปรับปรุงเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่แทนอุปกรณ์เดิม	108
5.1.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ ในส่วนที่ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (Renovation)	110
5.2 มาตรการและข้อเสนอแนะ ที่ควรปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงาน	110
5.2.1 การบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกวิธี	110
เอกสารอ้างอิง	113
ภาคผนวก	116
ภาคผนวก ก กฎกระทรวง	117
ภาคผนวก ข ตารางสะสมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้าปัจจุบัน	125
ภาคผนวก ค 139ตารางบันทึกข้อมูลอุปกรณ์แสงสว่างปัจจุบัน	139
ภาคผนวก ง ตารางบันทึกข้อมูลเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน	154
ภาคผนวก จ แพลนระบบไฟฟ้าแสงสว่างปัจจุบันของอาคาร 12 ชั้น	170

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ฉ แปลนระบบปรับอากาศปัจจุบันของอาคาร 12 ชั้น	183
ภาคผนวก ช แปลนระบบไฟฟ้าในส่วนใต้รับและพัฒลมปัจจุบันของอาคาร 12 ชั้น	196
ภาคผนวก ซ ตารางบันทึกอุปกรณ์แสงสว่างของอาคาร 12 ชั้นใหม่Renovation	209
ภาคผนวก ฌ ตารางบันทึกเครื่องปรับอากาศของอาคาร 12 ชั้นใหม่Renovation	218
ภาคผนวก ฎ แปลนระบบส่องสว่างและระบบปรับอากาศใหม่Renovation	222
ภาคผนวก ฏ ตารางโหลดของอาคาร 12 ชั้นใหม่Renovation	235
ภาคผนวก ฐ บทความทางวิชาการ	267
ประวัติผู้เขียน	272



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1.1	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์เปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปี 2556	3
1.2	อาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์	5
2.1	สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นๆ	12
2.2	ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ	18
2.3	ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)	18
2.4	ระบบแสงสว่างในอาคารประเภทสำนักงาน	19
2.5	หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5	23
2.6	โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD (T8)	24
2.7	การเปรียบเทียบรูปการจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด T8 ในพื้นที่สำนักงาน	24
2.8	ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5	24
2.9	ทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x28 W และ 2x36 W	25
2.10	ตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟสำหรับหลอด TLD (36 W) และหลอด T5 (28 W)	25
2.11	วัฏจักรอัดไอ	27
2.12	ระบบส่งจ่ายลมเย็นและควบคุม	28
3.1	เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter)	31
3.2	เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter)	31
3.3	เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter)	32
3.4	เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)	32
3.5	เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส (Infrared Thermometer)	33
3.6	เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)	33
3.7	ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องเรียน	35
3.8	ลักษณะระบบแสงสว่างของทางเดิน	35
3.9	ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องน้ำหญิงกลาง	36
3.10	ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องประชุมสโกลา	36
3.11	ลักษณะระบบแสงสว่างของโถงทางเดินหน้าอาคาร	36
3.12	ขณะเตรียมตัววัดความเข้มแสงในห้องเรียนอาคารเรียนรวม 12 ชั้น	37
3.13	ระยะความสูงจากพื้นของพื้นที่ใช้งาน	38
3.14	ตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้องเรียน	38
3.15	การตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ	40
3.16	แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)	41
3.17	บริเวณที่ทำการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	43
3.18	ขณะเปิดฝาคอมเพรสเซอร์เพื่อวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ	43
3.19	ทำการตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์	44
3.20	ตัวอย่างห้องควบคุมไฟฟ้าชั้น 7 ฝั่งซ้ายของอาคาร	45

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.21 ตัวอย่างตู้ควบคุมไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศในชั้น 11	45
3.22 บริภัณฑ์ประธาน(Main Distribution Board)	46
3.23 การติดตั้งสายป้อน(Busway)จากบริภัณฑ์ประธานในปัจจุบัน	46
3.24 โปรแกรมเพื่อการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน	47
3.25 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม BEC	47
3.26 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม BEC	48
3.27 การรายงานผลของโปรแกรม BEC	49
3.28 หน้าต่างทำงานของโปรแกรม Dialux	49
3.29 การกำหนดพื้นที่ในการคำนวณโปรแกรม Dialux	50
3.30 การวางตำแหน่งโคมไฟในโปรแกรม Dialux	51
3.31 การคำนวณความสว่างของโปรแกรม Dialux	51
4.1 โคมไฟฝังฝ้า/สะท้อนแสง/ตะแกรงและหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์(T5)	53
4.2 โคมไฟติดลอย/ไม่สะท้อนแสง/ตะแกรงและหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์(T8)	54
4.3 โคมไฟดาวไลท์/ไม่กรอง/สะท้อนแสงและหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์ 40W	54
4.4 โคมไฟติดลอย/ฝาครอบและหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 8W	54
4.5 หลอดไฟ LED 18W	55
4.6 โคมไฟโลว์เบย์ LED 110W	55
4.7 เครื่องปรับอากาศแบบแขวนเพดานและแบบตั้งพื้นที่ติดตั้งในปัจจุบัน	56
4.8 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการคิดออกแบบ	56
4.9 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบแสงสว่างในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน	58
4.10 การใช้โคมไฟโลว์เบย์ LED 110W แทนโคมไฟฟลูออเรสเซนต์เดิมในโปรแกรม Dialux	64
4.11 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบปรับอากาศในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน	66
4.12 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบเต้ารับและพัดลมในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน	79
4.13 หม้อแปลงที่ติดตั้งในอาคาร 12 ชั้น	82
4.14 รางสายไฟในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น	84
4.15 ตัวอย่างตำแหน่งการอุปกรณ์เมื่อทำการออกแบบใหม่ในโปรแกรม SketchUp	85
4.16 ภาพสามมิติอาคารเรียนรวม 12 ชั้นจาก SketchUp	85
4.17 ตัวอย่างตำแหน่งอุปกรณ์ในลักษณะสามมิติจากโปรแกรม SketchUp	86
4.18 การวางตำแหน่งของหลอดไฟด้วยโปรแกรม Dialux ของห้อง 601	87
4.19 การวางตำแหน่งของหลอดไฟด้วยโปรแกรม Dialux ของชั้นที่ 6	87
4.20 แสดงการส่องสว่างจริง ของชั้นที่ 6	88
4.21 อุปกรณ์ตัดต่อบริภัณฑ์ประธาน	104
4.22 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp (อาคารโดยรวม)	106

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.23 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp (ส่วนหน้าของอาคารและห้องประชุม)	106
4.24 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp (ส่วนหลังของอาคาร)	107
4.25 การติดตั้งหลอดไฟบริเวณทางเดินอาคารเรียนรวม 12 ชั้น	107



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปี 2556	3
1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของมิเตอร์ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ปี 2556	4
1.3 แผนการดำเนินงาน	11
2.1 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิง และอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2551	12
2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ	13
2.3 ค่ามาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ	14
2.4 ค่ามาตรฐานสำหรับระบบปรับอากาศ(ขนาดเล็ก)	14
2.5 ค่ามาตรฐานสำหรับระบบปรับอากาศ(ขนาดใหญ่)	14
2.6 ค่ามาตรฐานอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน	15
2.7 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่จะใช้ได้โดยไม่เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน	19
2.8 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่	20
2.9 แสดงมาตรฐานค่าประสิทธิภาพตามที่กฎหมายกำหนด	21
2.10 คุณสมบัติหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ	23
3.1 แสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน	42
4.1 การเปรียบเทียบอุปกรณ์แสงสว่าง	53
4.2 การเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ	56
4.3 ระยะเวลาคืนทุนของมาตรการที่ 1 การเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED T8	60
4.4 ค่าพลังงานของหลอดไฟและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างหลอดปัจจุบันกับหลอดไฟ LED	60
4.5 ระยะเวลาคืนทุนของมาตรการที่ 2 เปลี่ยนหลอดไฟ กรณีปีละ 2 ชั้น	63
4.6 ระยะเวลาคืนทุนจากการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED 110W	65
4.7 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ INVERTER	68
4.8 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER	69
4.9 พลังงานของเครื่องปรับอากาศและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างเครื่องปรับอากาศปัจจุบันกับเครื่องปรับอากาศ INVERTER	70
4.10 พลังงานของเครื่องปรับอากาศและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างเครื่องปรับอากาศปัจจุบันกับเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER	71
4.11 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ INVERTER กรณีปีละ 2 ชั้น	75
4.12 ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER กรณีปีละ 2 ชั้น	79
4.13 จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบัน	81
4.14 ผลการอนุรักษ์พลังงานของการเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก	81
4.15 การเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับห้องที่จะติดตั้ง	86
4.16 ค่าสูญเสียของบัสเวย์ของขนาดปัจจุบันและขนาดที่ใช้ในการออกแบบ	89

สารบัญตาราง (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.17 เปรียบเทียบอุปกรณ์ของเดิมกับของที่ควรปรับปรุงอาคารใหม่	90
4.18 เวลาต้นทุนของการปรับปรุงระบบไฟฟ้าใหม่	105
5.1 ตารางสรุปรายมาตรการการประหยัดไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ	109
5.2 ตารางสรุปรายมาตรการการประหยัดไฟฟ้าของระบบอื่นๆ	109
5.3 ระยะเวลาการคืนทุนของการปรับปรุงอาคารใหม่ (Renovation)	110
5.4 ผลการอนุรักษ์พลังงานของการเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก	111



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ทั่วทั้งโลกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในทุกปี และถ้าหากวิเคราะห์จากข้อมูลสถิติที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้านั้นใกล้เคียงกับกำลังผลิตไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ ทำให้ไม่มีพลังงานไฟฟ้าที่สำรองไว้ใช้ในยามฉุกเฉินมากเพียงพอ และในสถานการณ์ในปัจจุบันนั้นการหาแหล่งพลังงานอื่น เพื่อนำมาทดแทนนั้นยิ่งทำยากขึ้น เนื่องจากประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทรัพยากรที่ถูกใช้ไปอย่างสิ้นเปลือง ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่ตกอยู่ในสถานการณ์นี้เช่นกัน โดยจากสถิติการเก็บข้อมูลไตรมาสแรกของแต่ละปี ตั้งแต่ปี 2554 ประเทศไทยมีกำลังผลิตรวมทั้งประเทศ 31,517 เมกกะวัตต์ ในปี 2555 มีการผลิตไฟฟ้า 31,439 เมกกะวัตต์ ในปี 2556 มีการผลิตไฟฟ้า 32,871 เมกกะวัตต์ และต่อมาในปี 2557 มีการผลิตไฟฟ้าจำนวนรวมทั้งสิ้น 32,629 เมกกะวัตต์ [1] ข้อมูลเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงการใช้ไฟฟ้าที่มีแนวโน้มสูงมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งถ้าหากไม่มีการบริหารจัดการด้านพลังงานที่ดี และอย่างเป็นระบบ อาจจะทำให้เกิดวิกฤตการณ์ขึ้นเหมือนกับเหตุการณ์ไฟฟ้าดับทั้งภาคใต้ 14 จังหวัด [2] ทำให้เกิดความเสียหายเชิงอุตสาหกรรมไม่ต่ำกว่า 10,000 ล้านบาท ซึ่งเป็นเรื่องที่เกิดความเสียหายระดับชาติ ด้วยปัญหาความต้องการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยเพิ่มขึ้นปีละ 5-6% แต่สามารถผลิตกำลังไฟฟ้าได้เท่าเดิม ทำให้ประเทศไทยกำลังเข้าสู่ความเสี่ยงต่อความพอเพียงด้านพลังงานอย่างมาก ซึ่งถ้าหากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ตามความต้องการของผู้ใช้ภายในประเทศได้มากพอ ก็จะเกิดปัญหาทั้งการดำรงชีวิตความเป็นอยู่ กระทั่งไปถึงเศรษฐกิจของประเทศได้ ทำให้ต้องมีการหาวิธีการผลิตไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มีหลายรูปแบบเช่น พลังความร้อน พลังน้ำ กังหันแก๊ส พลังความร้อนร่วม ดีเซล พลังงานทดแทนอื่นๆ และซื้อนำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยทั้งหมดเหล่านี้ เป็นเพียงวิธีการที่จะสามารถรองรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ที่มีไม่สิ้นสุด ปัญหานี้เป็นปัญหาเกิดขึ้นมานานแล้วแต่ก็ยังคงไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังมาโดยตลอด หากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ายังคงเป็นไปตามแนวโน้มจากสถิติที่ได้เก็บข้อมูลมาตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยหรือโลกของเราจะขาดแคลนพลังงานและไม่มีพลังงานใช้ต่อไปในอนาคต การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์พลังงานนั้น เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม ทุกวันนี้โลกเรามีจำนวนประชากรมากขึ้นเรื่อยๆ แต่แหล่งพลังงานกำลังลดลง ยิ่งประชากรมากขึ้น อัตราการใช้พลังงาน ความต้องการใช้พลังงานยิ่งสูงขึ้นอย่างก้าวกระโดด สวนทางกับพลังงานที่ใช้ในการผลิตที่ลดลงอย่างฉับไว ดังนั้นโครงการนี้จึงนำเสนอมาตรการในการลดการใช้พลังงานในอาคาร ทั้งระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ ซึ่งมีความเหมาะสมและปลอดภัยรวมไปถึงการคำนวณระยะเวลาคืนทุนหากมีการลงทุนตามมาตรการต่างๆ

ประเทศไทย เริ่มมีกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ได้แก่ พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ.2535 และมีฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ปี พ.ศ.2550 [3] รวมถึงกฎกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 [4] เป็นต้น กฎหมายดังกล่าวบังคับใช้กับอาคารขนาดใหญ่เท่านั้น (มีขนาดหม้อแปลงไฟฟ้าใหญ่กว่า 1175 kVA) อาคารขนาดใหญ่นี้ดังกล่าว มักมีบุคลากรเป็นจำนวนมาก ซึ่งไม่ค่อยมีปัญหาในการทำตามที่กฎหมายบังคับเท่าใดนัก อย่างไรก็ตาม ยังมีอาคารอื่นๆ อีกเป็นจำนวนมาก ที่ไม่ตกอยู่ในข่ายการบังคับใช้ของกฎหมายดังกล่าว แต่ก็มี

การใช้พลังงานกันอย่างมากมาย โดยที่กฎกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ระบุไว้ว่าการก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ส่วน ได้แก่ กรอบอาคาร, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ระบบปรับอากาศ, อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน, การใช้พลังงานรวมของอาคาร,และการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารอีกด้วย

คณะรัฐมนตรี ได้เห็นชอบกับมติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เมื่อวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2553 เรื่องแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573 ปรับปรุงครั้งที่ 3 (PDP2010 Rev 3) ข้อหนึ่ง ว่าด้วยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน หรือจะกล่าวให้เข้าใจง่ายๆว่า การลดการสูญเสียในการใช้พลังงานให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งการจะทำการดังกล่าวได้ ต้องเข้าใจเรื่องการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ และจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หรือได้รับการอบรมเพิ่มเติม เพื่อให้เข้าใจกลไกในการตรวจสอบ และปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงาน.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ทำการศึกษาและจัดทำแบบประเมินอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการประมวลองค์ความรู้ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก แล้วจัดสัมมนาระดมความคิดเห็นจากนักวิชาการทั้งด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม พลังงานและสิ่งแวดล้อม ผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรวิชาชีพ, สถาบันการศึกษา และผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งแบบประเมินอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือเรียกว่าแบบประเมินอาคารติดฉลากนี้ พพ. ได้จัดทำขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้เจ้าของอาคาร ตระหนักและทราบถึงสถานะและประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร

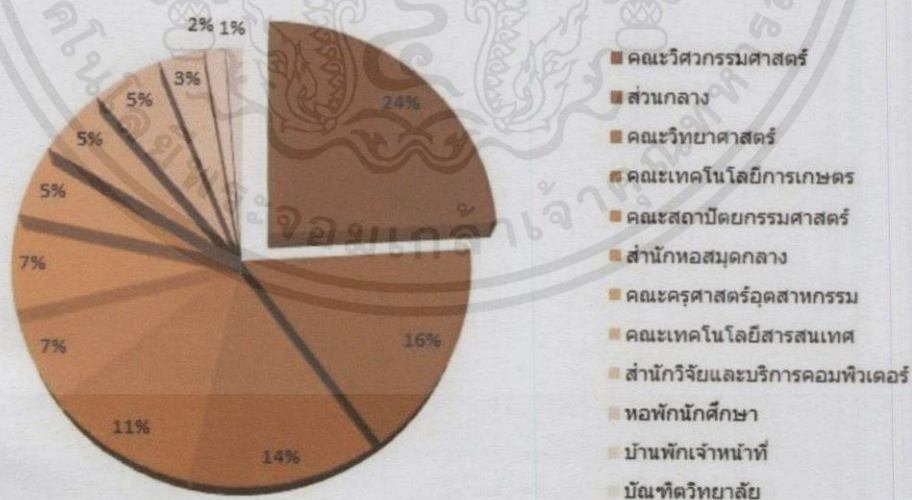
เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน [5] และ การออกแบบก่อสร้างอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงานตั้งแต่ต้นจะง่ายและสิ้นเปลืองงบประมาณน้อยกว่าการปรับปรุงอาคารเดิมมาก จากการประเมินโดยสอบถามผู้ประกอบการธุรกิจบ้านจัดสรร ธุรกิจรับสร้างบ้าน และการสำรวจราคาวัสดุอุปกรณ์ พบว่าการสร้างบ้านหรืออาคารประหยัดพลังงานจะมีต้นทุนเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่างร้อยละ 3 - 10 ของราคาก่อสร้าง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ แต่การปรับปรุงอาคารให้มีประสิทธิภาพพลังงานค่าใช้จ่ายอาจเพิ่มเป็น 2 เท่า ของการก่อสร้างใหม่หรือบางส่วนก็ไม่สามารถแก้ไขปรับปรุงได้ ดังนั้นเจ้าของอาคารที่ดำเนินการปรับปรุงอาคารเก่าจนสามารถผ่านเกณฑ์ประเมินได้รับฉลากระดับดีเด่น จึงเป็นผู้ที่สมควรได้รับการยกย่องว่ามีความตั้งใจจริงในเรื่องของการอนุรักษ์พลังงาน เพราะนอกจากจะต้องลงทุนเพิ่มเติมแล้ว ก็จะไม่มีความไม่สะดวกต่อการใช้สถานที่ในระหว่างปรับปรุงด้วย

จากการที่มีกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานและการที่ประชาชนตระหนักถึงปัญหาการใช้พลังงานทำให้ในปัจจุบันได้รับความร่วมมือในการประหยัดพลังงานทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเรามีความสนใจที่จะทำการศึกษาค่าการใช้พลังงานของหน่วยงานภาครัฐที่อยู่ใกล้ตัวและเหมาะสมกับการนำมาศึกษาคือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากตารางที่ 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปี 2556 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสถาบันมีค่าสูงถึง 27,787,472 kWh/ปี คิดเป็นเงินประมาณ 110

ล้านบาท โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นคณะที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงเป็นอันดับหนึ่งของสถาบัน ซึ่ง
มีค่าเท่ากับ 6,685,982 kWh/ปีหรือคิดเป็น 24.06% ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของสถาบัน

ตาราง 1.1 ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปี 2556

ลำดับ	สถานที่	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (kWh/ปี)	คิด % ของปริมาณการ ใช้ไฟฟ้า
1	คณะวิศวกรรมศาสตร์	6,685,982.00	24.06%
2	ส่วนกลาง	4,380,625.00	15.76%
3	คณะวิทยาศาสตร์	3,781,000.00	13.61%
4	คณะเทคโนโลยีการเกษตร	2,989,838.00	10.75%
5	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์	1,972,000.00	7.10%
6	สำนักหอสมุดกลาง	1,961,000.00	7.06%
7	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	1,460,000.00	5.25%
8	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ	1,430,957.00	5.15%
9	สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์	1,430,000.00	5.15%
10	หอพักนักศึกษา	923,000.00	3.32%
11	บ้านพักเจ้าหน้าที่	427,000.00	1.54%
12	บัณฑิตวิทยาลัย	346,070.00	1.25%
	รวม	27,787,472.00	100.00%



เอกสารภาพที่ 1.1 สัดส่วนการใช้ไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์เปรียบเทียบกับการใช้ไฟฟ้าทั้งหมดใน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปี 2556

จากข้อมูลข้างต้นนี้ จะเห็นว่าสัดส่วนในการใช้ไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับคณะอื่นๆ โดยข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ประกอบไปด้วยมิเตอร์ไฟฟ้าจำนวน 10 ตัวได้แก่ ท-262, ท-3322, ท-3620, ท-3621, ท-3622, ท-3623, ท-10959, ท-12573, ท-14020, ท-14023, ท-14118 สามารถแสดงขนาดของมิเตอร์แต่ละตัวได้จากตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของมิเตอร์ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ปี 2556 โดยจะบอกค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าแต่ละเดือนจากทั้งหมด 12 เดือนตั้งแต่เดือนมกราคม-เดือนธันวาคมปี 2556 ซึ่งพบว่ามิเตอร์ไฟฟ้า ท-262 มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงสุด

ตารางที่ 1.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อเดือนของมิเตอร์ในคณะวิศวกรรมศาสตร์ปี 2556

มิเตอร์ไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์	ประเภทผู้ใช้ ไฟฟ้า	พื้นที่ที่ใช้งาน	ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ต่อเดือนเฉลี่ย (kW-h)
ท-262	4.2.2	จากตึกโทรฯไปตึก 12 ชั้น	289,667
ท-3322	6.1.2	อาคารภาควิศวกรรมโยธา	22,833
ท-3620	6.1.3	ไฟถนนข้างอาคาร 6 ชั้น	2,916
ท-3621	6.1.3	ไฟถนนรวมของคณะ	2,502
ท-3623	6.1.3	ไฟถนนตึกโยธาไปตึก 12 ชั้น	1,738
ท-10959	6.1.2	โรงฝึกภาคเกษตรและเคมี	12,667
ท-12573	6.1.2	อาคารปฏิบัติการ CCA	39,583
ท-14020	6.1.2	อาคารบรรยายรวม L	917
ท-14023	6.1.2	อาคารภาควิศวกรรมไฟฟ้า	11,167
ท-14118	6.1.2	อาคารปฏิบัติการ ECC	110,917

มิเตอร์หมายเลข ท-262 ถือเป็นมิเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดของคณะวิศวกรรมศาสตร์และมีการคิดอัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOU มีอาคารที่ใช้มิเตอร์นี้ร่วมด้วยได้แก่ อาคารเรียนรวม 12 ชั้น, โรงอาหารหน้าตึก 12 ชั้น, โรงประลองเครื่องกล, โรงฝึกงานโลหะและเชื่อมประสาน, โรงฝึกงานวิศวกรรม, อาคารเรียนและปฏิบัติการภาควิศวกรรมเครื่องกล, อาคารภาควิชาเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรม, อาคารอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ส่วนห้องแลปเคมีชั้น 2 อาคารอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์, อาคารภาควิชาโทรคมนาคม, อาคารเรียนรวม 6 ชั้น, โรงอาหารวิศวกรรมศาสตร์ 1, อาคารกิจกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์, โรงอาหารคณะวิศวกรรมศาสตร์ 2 ในกลุ่มอาคารทั้งหมดที่ใช้มิเตอร์ ท-262 นี้ อาคารเรียนรวม 12 ชั้นนั้นถือเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีการใช้งานรองรับจำนวนคนได้มากกว่าอาคารอื่น อีกทั้งยังเป็นอาคารที่ยังไม่มีการตรวจสอบอาคารในส่วนของการอนุรักษ์พลังงานใหม่ให้เป็นไปตามที่กฎกระทรวงหนด จึงเห็นว่าหากทำการศึกษาโดยใช้อาคาร 12 ชั้นนี้ จะทำให้เป็นประโยชน์แก่สถาบันฯ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ในการพิจารณาให้มีการตรวจสอบอาคาร หากว่าสามารถทำการศึกษาและมีแนวทางการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของอาคารลงได้ ก็จะช่วยให้อาคารมีค่าใช้จ่ายในส่วนของคุณค่าไฟลดลงได้อีกในระยะยาว



ภาพที่ 1.2 อาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

อาคารเรียนรวม 12 ชั้น เป็นอาคารใช้งานรวมของคณะวิศวกรรมศาสตร์แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนด้านหน้าที่เป็นหอประชุมสโลป และส่วนด้านหลังที่เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ โดยภายในตัวอาคารประกอบด้วย ห้องเรียนรวมทั้งหมด 39 ห้อง ห้องประชุมใหญ่ 4 ห้อง ห้องคอมพิวเตอร์ 5 ห้อง และห้องอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังเป็นที่ตั้งของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ วิศวกรรมอาหาร และวิศวกรรมการบินและนักบินพาณิชย์ ซึ่งอาคารเรียนรวมนี้ตั้งอยู่บนพื้นที่ 8,200 ตารางเมตร ความสูง 60 เมตรมีพื้นที่ใช้สอยขนาด 25,000 ตารางเมตร มีอายุการใช้งานมาแล้วมากกว่า 20 ปีซึ่งถือว่านานพอสมควรทำให้ผังอาคารผ่านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงมาแล้วหลายครั้งเพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน แต่ก็มีอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่เสื่อมสภาพแต่ไม่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพราะยังสามารถใช้งานได้อยู่แต่อาจไม่ปลอดภัย

ทั้งนี้นักศึกษาจึงมีความประสงค์ในการทำโครงการในหัวข้อดังกล่าว โดยใช้อาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นอาคารที่ใช้สำหรับการประเมินและปรับปรุงระบบไฟฟ้าในอาคาร เริ่มจากการสำรวจและประเมินระบบไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น ซึ่งจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานหรือ(พพ.) จากนั้นทำการออกแบบมาตรการประหยัดพลังงานและคำนวณการคืนทุนเพื่อเป็นแนวทางให้อาคารสามารถนำไปปรับใช้ และเป็นแบบอย่างของการปรับปรุงอาคารแก่ให้กับอาคารประเภทสถานศึกษาหรือสำนักงานได้ ทำให้สถาบันได้ประโยชน์ร่วมกับการศึกษาในครั้งนี้อีกด้วย

โดยขอบเขตของระบบที่จะเข้าไปสำรวจเก็บข้อมูลการใช้พลังงานเพื่อนำมาวิเคราะห์ นั้น มีระบบแสงสว่าง (Lightning system) ระบบปรับอากาศ (Chiller system) และระบบไฟฟ้าโดยรวม (Electrical system) ซึ่งแต่ละระบบมีการสำรวจตรวจวัดแตกต่างกัน รวมถึงวิธีการคำนวณหาค่า เทียบตามเกณฑ์มาตรฐาน ตามกฎหมาย กฎกระทรวง หรือ พระราชบัญญัติ ก็แตกต่างกันอีกด้วย

ระบบแสงสว่าง (Lighting system) คือระบบที่ให้แสงสว่าง ในพื้นที่ใช้งานนั้น ๆ อาจจะมีอุปกรณ์ช่วยในการให้ความสว่างที่ต่างออกไป แต่ส่วนประกอบหลักประกอบไปด้วย หลอดไฟและดวงโคมที่ต้องใช้งานคู่กัน ระบบแสงสว่างนั้นในทุกอาคารสิ่งก่อสร้างต้องมี และติดตั้ง เป็นระบบแรก และถือเป็นระบบที่สำคัญมากที่สุดในอาคาร ในปัจจุบันนั้นระบบแสงสว่าง ได้มีการพัฒนาไปไกลมาก ทั้งการให้แสงสว่างที่มากขึ้นประสิทธิภาพที่สูงมากขึ้น การให้แสงสว่างที่สูงขึ้น แต่กินไฟน้อยลง หรือ การใช้พื้นที่การติดตั้งน้อยลง ขนาดหลอดที่เล็กลง เพื่อให้ประหยัดพื้นที่ใช้สอย เป็นต้น ประโยชน์ดังกล่าวนี้ ถือเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน และถ้าหากมองในมุมที่กว้างขึ้นมากๆ ในการเปลี่ยนแปลงทางด้านอุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ถ้าหากทำกันทุกหน่วยงาน องค์กร ทุกครอบครัว หรือ ทุก ระบบ จะสามารถช่วยชาติประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อีกมากมาย และถ้าหากนำหน่วยไฟฟ้ามาคิดเป็น เงินก็จะสามารถประหยัดเงินได้มหาศาล แต่ในความเป็นจริงแล้วนั้น การเปลี่ยนแปลงระบบแสงสว่าง ทั้งหมดในทุกหน่วยงาน หรือภายในองค์กรนั้นแทบเป็นไปได้เลย เพราะอาจจะติดปัญหาตรงที่ ความยุ่งยากในการรื้อและติดตั้งระบบใหม่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งใหม่ อุปกรณ์ที่ติดตั้งใหม่มี ราคาสูง หรือ อาจจะคำนวณแล้วว่าหากติดตั้งระบบใหม่เสียค่าไฟฟ้าถูกลงก็จริง แต่เงินที่ลงทุนไป อาจจะคืนทุนช้า ใช้ระยะเวลานาน ซึ่งอาจจะมองว่าไม่มีความจำเป็นมากนักที่ต้องปรับเปลี่ยนระบบ แสงสว่างใหม่ทั้งหมด ดังนั้นหนทางที่จะสามารถใช้ได้จริง และเกิดประสิทธิผล คือการออกมาตรการ พหุกรรมกรการใช้งานระบบแสงสว่าง และ การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ระบบแสงสว่างในจุดสำคัญ โดยไม่ จำเป็นต้องเปลี่ยนทั้งหมด อย่างน้อยเพื่อให้การใช้หน่วยไฟฟ้าลดลง ในโซนทวีปยุโรปและอเมริกานั้น ประเทศที่พัฒนาแล้ว มีการพัฒนาระบบแสงสว่างอย่างจริงจัง และเกิดประสิทธิภาพอย่างสูงสุด โดยมี งานวิจัยในที่ประชุม (Conference paper) จำนวนมากมาย ที่พร้อมเป็นแนวทางการพัฒนาต่อ

ระบบปรับอากาศ (Chiller system) คือระบบทำความเย็น ในพื้นที่ใช้งานนั้นๆ โดย ในระบบปรับอากาศ หรือระบบทำความเย็นนั้น มีอุปกรณ์ที่ค่อนข้างซับซ้อน และ มีรูปแบบที่ หลากหลาย ซึ่งแล้วแต่การติดตั้งสำหรับงานแต่ละที่ ซึ่งมีความแตกต่างในพื้นที่การใช้งานที่ต่างกั น ทำให้ระบบปรับอากาศมีการออกแบบมาอย่างหลากหลาย และซับซ้อน ระบบปรับอากาศนั้นมีความยุ่งยากในการติดตั้ง รวมถึงการซ่อมบำรุงรักษา ล้างทำความสะอาด ต่างต้องใช้เวลาและใช้ความ ละเอียดลออในการปฏิบัติ ส่งผลให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ส่วนประกอบหลักของระบบ ปรับอากาศหรือระบบทำความเย็นนั้น คือ ส่วนทำความเย็น ทำความร้อน คอมเพรสเซอร์ควบคุมการ ทำงาน ระบบทำความเย็นนั้นเป็นระบบที่ติดตั้งเพื่อความสะอาดกสบายในการอยู่พักอาศัย การทำงาน ภายในอาคาร สมัยก่อนนั้นยังไม่มีระบบทำความเย็นภายในอาคาร มากเท่าไรนัก แต่ในปัจจุบัน ใน แทบทุกอาคารมีการติดตั้งระบบทำความเย็นหมด ยิ่งประเทศในแถบเขตร้อนนั้น รวมถึงประเทศไทย เรานี้มีสภาพภูมิอากาศที่ค่อนข้างร้อนเป็นปกติ ทำให้การก่อสร้างอาคารในปัจจุบัน จึงมีการติดตั้ง ระบบทำความเย็นทุกอาคารเพื่ออำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตามบนความสบายที่ ระบบทำความเย็นสร้างมานั้น ย่อมมีผลเสียตามมาก็คือ ค่าไฟฟ้าที่สูงมาก โดยในระบบภายในอาคาร นั้น ค่าไฟฟ้าที่ใช้ไปในแต่ละเดือนจากผลสำรวจบอกว่า ร้อยละ 50 ของค่าไฟฟ้านั้นมาจากระบบปรับ อากาศ หรือมาจากเครื่องปรับอากาศนั่นเอง โดยเครื่องปรับอากาศ 1 เครื่องนั้นกินพลังงานไฟฟ้าเป็น จำนวนมาก อีกทั้งยังสร้างสารเคมีปล่อยออกสู่อากาศ ซึ่งก่อให้เกิดภาวะโลกร้อนอีกด้วย ระบบ ปรับอากาศจึงเป็นตัวแปรสำคัญ ที่จะเป็นตัววัดว่าการใช้พลังงานนั้นเป็นไปอย่างอนุรักษ์หรือใช้อย่าง สิ้นเปลืองในปัจจุบันนี้มีแนวทางในการจัดการระบบปรับอากาศอยู่มากมาย มีหลากหลายรูปแบบทั้ง

ในส่วนของทวีปเอเชียโซนเส้นศูนย์สูตรที่มีสภาพอากาศร้อน ทวีปยุโรป หรือทวีปอเมริกา ซึ่งแนวทางการจัดการนั้นต้องนำไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับแต่ละภูมิภาคอย่างเหมาะสม

ระบบไฟฟ้า (Electrical system) หมายถึงลักษณะการส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไปยังผู้ใช้ไฟฟ้า ตามประเภทการใช้งาน โดยส่งจากสถานีไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงสูง สถานีไฟฟ้าย่อย หม้อแปลงแปลงไฟฟ้าให้ต่ำลง ไปยังบ้านพักอาศัย สำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าสู่บ้านเรือนทั่วไปนั้นก็ใช้หลักการไหลแบบเดียวกัน คือ เริ่มจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ณ โรงงานผลิตไฟฟ้า ผ่านกระแสไฟฟ้าแรงดันสูงมาตามสายไฟฟ้า (ซึ่งประกอบด้วยเส้นลวดอลูมิเนียมจำนวนมาก) มาจนกระทั่งถึงสถานีไฟฟ้าย่อย ซึ่งมีหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ตามความต้องการใช้งาน ทั้งนี้เนื่องจากการส่งกระแสไฟฟ้าได้มาตามสายไฟฟ้าในระยะทางไกล จะทำให้มีการสูญเสียแรงดันไฟฟ้าส่วนหนึ่ง เมื่อส่งไฟฟ้ามาถึงพื้นที่ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าก็จะต้องลดแรงดันไฟฟ้าลงระดับหนึ่งเพื่อลดอันตราย เมื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าให้พอเหมาะ แล้วก็จะส่งตามสายไฟฟ้ามายังหม้อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ติดอยู่ตามเสาไฟฟ้าในแหล่งชุมชนนั้นๆ เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งก่อนส่งผ่านเข้าสู่อาคารบ้านเรือน เมื่อมีการใช้ไฟฟ้าจากกิจกรรมต่างๆ ในอาคารบ้านเรือนก็จะไหลกลับไปตามสายไฟฟ้าอีกเส้นหนึ่งสู่แหล่งกำเนิดอีกครั้งซึ่งเท่ากับว่าเป็นการครบวงจรการไหลของกระแสไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าที่การไฟฟ้าส่งจ่ายไปยังบ้านเรือนทั่วไปเรียกว่าระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ระบบด้วยกันได้แก่ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส และระบบไฟฟ้า 3 เฟส ในการใช้งานนั้นการไฟฟ้าจะพิจารณาให้เหมาะสมตามความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าว่าจะใช้ระบบใดโดยพิจารณาจากปัจจัยสำคัญ 2 ประการ คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ประเภทและจำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน ซึ่งระบบไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันนั้นหากใช้งานไปเรื่อยๆ เป็นเวลานานก็อาจจะทำให้อุปกรณ์หรือวงจรชำรุดเสียหายเองได้อาจจะเกิดเพราะอายุการใช้งานถึงขีดจำกัด ถ้าหากไม่มีการบำรุงรักษาหรือตรวจสอบการเกิดอันตรายจากผู้ใช้งานได้ มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัย คงทนถาวร และเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบให้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้า มีมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานจากต่างประเทศที่ประเทศไทยนำมายึดถือ เช่น National Electric Code (NEC) American National Standard Institute (ANSI) International Electrotechnical Commission (IEC) เป็นต้น และหน่วยงานที่รับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ อุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ คือ สำนักผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่รู้จักกันในชื่อ มอก.

ในปัจจุบันนั้นได้มีแนวทางการจัดการความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าเกิดขึ้นมากมาย มีหลากหลายรูปแบบทั้งอ้างอิงถึงมาตรฐานการใช้ กฎหมาย กฎกระทรวงต่างๆ ซึ่งบางครั้งที่เราสามารถจะดูเพื่อตรวจสอบได้นั้นเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นผลงานวิจัยต่างๆจึงมีความสำคัญในการเอาเป็นแนวทาง โดยมีผลงานวิจัยอยู่มากมายเช่น

การทำโครงการนี้ได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยจากหลากหลายองค์กรและสถาบันเพราะคำนึงถึงผลประโยชน์ของการปรับปรุงอาคารให้ได้มากที่สุด โดยที่ได้ใช้งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ เช่น งานวิจัย Sustainability Invention and Invention and Energy Demand Reduction เป็นโครงการเพื่อการลดการใช้พลังงาน โดยมีขั้นตอนคือ 1)รวบรวมอาสาสมัครในชุมชนที่มีความต้องการประหยัดพลังงาน 2)นำเสนอชุดการทดลองในการประหยัดพลังงานที่แตกต่างกันแก่อาสาสมัครแต่ละ

ครอบครัว 3)สรุปพฤติกรรมการใช้พลังงานของแต่ละครอบครัวและผลลัพธ์การประหยัดพลังงานในครั้งนี้, งานวิจัย Estimating non process energy from building energy consumption [6] งานวิจัยนี้นำเสนอเทคนิคที่สำคัญสำหรับการประเมินพลังงานภายในอาคารอุตสาหกรรม ซึ่งได้มีการตรวจสอบโรงงาน 6 แห่งและทำการรวบรวมข้อมูล เพื่อหาแนวทางการลดใช้พลังงานให้เหมาะสม, งานวิจัย Building automation in energy management [7] เป็นงานวิจัยที่ใช้พลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียนในการจัดการพลังงานในอาคาร, งานวิจัย Building commissioning: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse [8] เป็นการวิจัยที่ว่าด้วยการลดต้นทุนพลังงานและสภาวะเรือนกระจกซึ่งมุ่งเน้นที่พฤติกรรมของผู้ใช้พลังงานในอาคาร, งานวิจัย Building-related renewable energy [9] เป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนในอาคาร, งานวิจัย Investigating the performance and energy saving potential of Chinese commercial building benchmark models for the hot humid and severe cold climate regions [10] เป็นการวิจัยที่มีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานและการใช้พลังงานในอาคารให้เกิดศักยภาพสูงสุด, งานวิจัย Reducing energy in buildings by using energy management systems and alternative energy-saving systems [11] นำเสนอเกี่ยวกับการลดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยระบบการจัดการพลังงาน และระบบประหยัดพลังงานทางเลือก เช่น เครื่องทำความร้อนแบบทางเลือก, การระบายอากาศ, การระบายความร้อน และระบบไฟ การดำเนินงานของระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าและการลดความต้องการของการใช้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็น อนุญาตให้มีการลดพลังงานของอาคารถึง 50% โดยอาศัยทีมออกแบบ, งานวิจัย Co-scheduling of HVAC Control, EV Charging and Battery Usage for Building Energy Efficiency [12] นำเสนอการจัดการร่วมกันของ การควบคุม HVAC (การทำความร้อน การระบายอากาศ และ เครื่องปรับอากาศ) และการชาร์จEV(ยานพาหนะไฟฟ้า) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญและมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันคือ HVAC คิดเป็น 50% ของการใช้พลังงานในอาคารตลอดทั้งวัน ส่วน EV เป็นส่วนที่อาจจะคาดเดาความต้องการด้านการใช้พลังงาน, งานวิจัย Building Energy Performance Investigation Based on Heat and Moisture Coupled Transfer [13] นำเสนอการสืบหาสมรรถนะการใช้พลังงานของสิ่งปลูกสร้างจากการถ่ายโอนความร้อนและความชื้น โดยการประเมินผลของการไหลของความร้อนและของความชื้นควบคู่กัน เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบของระดับความชื้น และช่วยปรับปรุงการใช้พลังงานในอาคาร, งานวิจัย Design of Building Energy Monitoring and Management System [14] นำเสนอการออกแบบการตรวจสอบพลังงานของอาคาร และระบบการจัดการ โดยออกแบบและใช้ระบบที่ชาญฉลาดซึ่งสามารถตรวจสอบและจัดการการใช้พลังงานของอาคารได้ แบ่งระดับการทำงานเป็น 3 ระดับ ชั้นแรกเก็บข้อมูลทุกชนิด ได้แก่ พลังงาน น้ำ ก๊าซ และอื่นๆ ชั้นต่อมาเป็นเครือข่ายแลกเปลี่ยนข้อมูลและชั้นสุดท้ายตรวจจับข้อมูลพลังงานและวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน, งานวิจัย Power Quality and Energy Efficiency in e-Offices [15] นำเสนอคุณสมบัติของกำลังไฟฟ้าและประสิทธิภาพด้านพลังงานในสำนักงาน ซึ่งนำเสนอผลของการตรวจสอบคุณสมบัติด้านกำลังไฟฟ้าในอาคารที่ทันสมัย ตรวจสอบโดยใช้คุณสมบัติด้านกำลังไฟฟ้า หาสาเหตุการรบกวนของแม่เหล็กไฟฟ้าในลักษณะต่างๆ ความเข้ากันของอุปกรณ์การติดตั้ง การแก้ปัญหาประสิทธิภาพด้านพลังงาน เพื่อแก้ไขผลกระทบจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์, งานวิจัย Greening the Service Industries: A Case Study of a United States Engineering Consulting Firm [16] นำเสนอเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและการดำเนินการทางเศรษฐกิจ ตามบริษัทหรือ

ที่ปรึกษาทางวิศวกรรมโยธา วิเคราะห์ผลที่ได้จากกรณีศึกษา ประเมินผลการตรวจสอบพลังงาน, การตรวจสอบของเสีย และการสำรวจบุคลากร เพื่อให้บุคลากรตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากพฤติกรรมในการปฏิบัติงาน, งานวิจัย Demand Response Management For Power Throttling Air Conditioning Loads In Residential Smart Grids [17] นำเสนอการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อการลดโหลดสูงสุด และเพื่อลดผลจากการใช้เครื่องปรับอากาศที่เพิ่มสูงขึ้นในชุมชน โดยพัฒนาแผนการจัดการการตอบสนองความต้องการ โดยจำลองเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ควบคุมพลังงาน และศึกษาผลกระทบของการเพิ่มขึ้นของกำลังไฟฟ้าเนื่องจากการลดโหลดสูงสุด เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาแผนการจัดการการตอบสนองความต้องการต่อไป, งานวิจัย Air Conditioner Direct Load Control in Distribution Networks [18] นำเสนอการควบคุมและพัฒนาเครื่องปรับอากาศเพื่อลดปริมาณการใช้สูงสุด โดยการเก็บรักษาอุณหภูมิ โดยการควบคุมจะขึ้นกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ของเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้เข้ากับกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสม และแก้ไขด้วยตัวดำเนินการเครือข่ายซึ่งเป็นสัญญาณจากภายนอก เพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานของอาคารขนาดใหญ่, งานวิจัย A Low Cost Automated Scheme to Avoid Load Shedding During Simultaneous Start-up of Single and Three-phase Split air-Conditioning Units [19] นำเสนอแผนการอัตโนมัติแบบต้นทุนต่ำ เพื่อหลีกเลี่ยง Load Shedding พร้อมกันระหว่างที่เริ่มเดินของหนึ่งเฟสและสามเฟส แยกหน่วยเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้ลูกค้ามีความยืดหยุ่นในการขยายโรงงาน โดยอยู่บนพื้นฐานของ PLC, งานวิจัย Development of Multi-functional Sensor Module for Energy Saving Air Conditioner System [20] นำเสนอเซ็นเซอร์เอนกประสงค์เพื่อประหยัดพลังงานผ่านระบบเครือข่ายแบบไร้สายและใช้ควบคุม โดยเซ็นเซอร์ตรวจจับและวิเคราะห์มนุษย์หรือวัตถุ เพื่อความปลอดภัย สุขภาพ ความสะดวกสบาย และลดการใช้พลังงานโดยรวม เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการใช้พลังงานภายในอาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์
2. เพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในระบบต่างๆของอาคาร 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์
3. เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันและนำไปปรับปรุงแก้ไข
4. เพื่อลดความสูญเสียในการใช้พลังงาน เป็นการลดมลภาวะ และเพิ่มสีเขียวให้กับสิ่งแวดล้อมของประเทศ

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

ในโครงการนี้จะสำรวจ 3 ระบบด้วยกันได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ สำหรับระบบแสงสว่างจะตรวจวัดในพื้นที่บริเวณที่ให้บริการทั้งหมด โดยจะใช้เครื่องมือลักซ์มิเตอร์ในการตรวจวัดความเข้มแสง ส่วนระบบปรับอากาศจะตรวจวัดหาประสิทธิภาพการใช้งานของเครื่องปรับอากาศ โดยตรวจวัดเครื่องปรับอากาศเฉพาะพื้นที่ที่ให้บริการ ซึ่งเป็นเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type) ในการวัดระบบปรับอากาศจะใช้เครื่องมือ แอนนิมิเตอร์ และ พาวเวอร์มิเตอร์ สำหรับระบบไฟฟ้าจะสำรวจอุปกรณ์จ่ายไฟ เช่น เต้ารับ เบรกเกอร์ ทางเดินไฟฟ้า เป็นต้น ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

ตั้งแต่ 10 สิงหาคม 2557 ถึง 20 พฤษภาคม 2558 โดยมีแผนดำเนินงานดังนี้

- 1) การดำเนินงานในเดือนที่ 1
 - วางแผนทำการสำรวจและตรวจสอบแบบพิมพ์เขียวอาคารเอนกประสงค์ 12 ชั้น
 - จัดเตรียมอุปกรณ์วัดค่าที่ใช้ในการเทียบมาตรฐานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและอุปกรณ์ในการสำรวจอาคาร
 - ดำเนินเอกสารเรื่องการขอใช้สถานที่ในการทำการวิจัยและเอกสารทำการขอกุญแจเพื่อความสะดวกต่อการวัดค่าและการสำรวจอาคาร
- 2) การดำเนินงานในเดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 6
 - ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลพลังงานของอาคารเอนกประสงค์ 12 ชั้น
- 3) การดำเนินงานในเดือนที่ 3 ถึงเดือนที่ 7
 - นำข้อมูลจากการสำรวจมาเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน
- 4) การดำเนินงานในเดือนที่ 4 ถึงเดือนที่ 8
 - ดำเนินการออกแบบ ปรับปรุงระบบส่องแสง ระบบปรับอากาศ(ขนาดเล็ก) และระบบพลังงานหมุนเวียน
- 5) การดำเนินงานในเดือนที่ 5 ถึงเดือนที่ 9
 - นำข้อมูลจากการออกแบบมาเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานและมาตรฐานวิศวกรรมไฟฟ้า
- 6) การดำเนินงานในเดือนที่ 10
 - สรุปผลการออกแบบ
 - ประมาณค่าการลงทุนเพื่อหาจุดคุ้มทุน
 - จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ประโยชน์ที่ได้รับจากการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - 1.1 อาคารสำนักงานหรือเพื่อการศึกษาที่มีอายุการใช้งาน จะลดค่าใช้จ่ายลง
 - 1.2 ส่งเสริมนโยบายภาครัฐ ในเรื่องการอนุรักษ์พลังงาน
 - 1.3 เป็นต้นแบบของอาคารสำนักงานหรืออาคารเพื่อการศึกษาได้
2. ประโยชน์ในด้านวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้
 - 2.1 โครงการวิจัยนี้ สามารถเป็นต้นแบบหรือเป็นแนวทาง ให้แก่ผู้ที่สนใจที่จะทำการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ภายในอาคาร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์และอาคารเรียน
 - 2.2 โครงการวิจัยนี้ สามารถนำไปใช้ร่วมกับ โครงการอนุรักษ์พลังงานอื่นๆ ตามนโยบายภาครัฐกำหนด อาทิเช่น เทคโนโลยีต่างๆ ที่จะช่วยในเรื่องพลังงานทดแทน เพื่อที่จะทำการลดการใช้จ่ายประจำ (เดือน) หรือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอุปกรณ์และอาคาร เป็นต้น ส่งผลให้เกิดการปรับปรุงระบบไฟฟ้าในอาคารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.3 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลา											
	ส.ค. 2557	ก.ย. 2557	ต.ค. 2557	พ.ย. 2557	ธ.ค. 2557	ม.ค. 2558	ก.พ. 2558	มี.ค. 2558	เม.ย. 2558	พ.ค. 2558		
1.วางแผนการสำรวจ ตรวจสอบพิมพ์เขียว และจัดเตรียมอุปกรณ์	←---→		←---→									
2.ทำการสำรวจและเก็บ ข้อมูลพลังงานของ อาคารเอนกประสงค์ 12 ชั้น		←---→										
3.นำข้อมูลจากการ สำรวจมาเทียบกับ มาตรฐานตามกฎหมาย อนุรักษ์พลังงาน		←---→										
4.ดำเนินการออกแบบ ปรับปรุง		←---→										
5. นำข้อมูลจากการ ออกแบบมาเทียบกับ มาตรฐานตามกฎหมาย อนุรักษ์พลังงาน		←---→										
6.สรุปผลการออกแบบ ประมาณค่าการลงทุน เพื่อหาจุดคุ้มทุน										←---→		

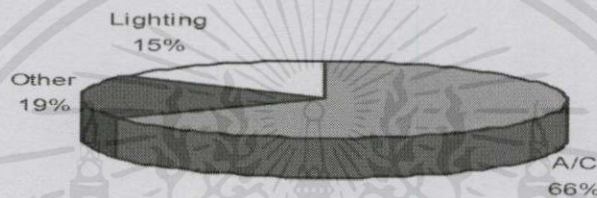
←---→ : แผนงานที่วางไว้ ←---→ : แผนงานที่ทำได้จริง

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอาคารอ้างอิงและกฎกระทรวงการออกแบบอาคาร

ค่าอ้างอิงจากอาคารที่มีลักษณะใกล้เคียงกันเพื่อตรวจสอบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานและค่าดัชนีการใช้พลังงานรวมต่อพื้นที่ใช้สอยของอาคารที่จะประเมินต่อปี แตกต่างจากอาคารอ้างอิงมากน้อยเท่าใด และการใช้พลังงานในระบบใดน่าจะมีประสิทธิภาพต่ำที่ควรปรับปรุง จากข้อมูลผลการศึกษาของ พพ. ในโครงการจัดทำมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารมีดังนี้

อาคารประเภทสถาบันการศึกษา



ภาพที่ 2.1 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ ระบบแสงสว่างและอุปกรณ์อื่นๆ

ตารางที่ 2.1 ค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอ้างอิง และอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง kWh/m ² -y	อาคารมาตรฐาน ตาม พ.ร.บ. kWh/m ² -y
สำนักงาน	146.4	98.7
โรงแรม	173.2	117.0
โรงพยาบาล	148.8	123.9
ห้างสรรพสินค้า	556.0	394.3
สถานศึกษา	94.0	79.3
อาคารอื่นๆ	139.7	117.2
อาคารชุด	118.4	105.3
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	394.7	300.9

หากสำรวจแล้วพบว่า อาคารที่ประเมินมีการใช้พลังงานสูงกว่าอาคารอ้างอิงมาก ก็ น่าจะพิจารณาปรับปรุงอาคารใหม่ โดยไม่ลืมที่จะประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพราะ หากว่าอาคารมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำมาก การปรับปรุงก็น่าจะคุ้มทุนในระยะเวลาดังนี้

อาคารที่จะขออนุญาตปรับปรุงใหม่ จะใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการมีค่าทั้งสิ้น อีกอย่างหนึ่งที่มีผลสืบเนื่องมาจากการประเมินค่าอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ระบุไว้ว่า การก่อสร้างหรือ

ดัดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายกระทรวงนี้

1. สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
2. สถานศึกษา
3. สำนักงาน
4. อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
5. อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
6. อาคารโรงมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
7. อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
8. อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
9. อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบต่างๆตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ส่วนที่ 1 ระบบกรอบอาคาร เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรเครื่องกล ทำหน้าที่คำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 การถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร/ ลักษณะการใช้งานอาคาร	OTTV (W/m ² ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (W/m ² ของหลังคาอาคาร)
สำนักงาน สถานศึกษา	O-OTTV ≤ 50	O-RTTV ≤ 15
ห้างสรรพสินค้า ร้านค้าย่อย ศูนย์การค้าหรือซูเปอร์สโตร์	S-OTTV ≤ 40	S-RTTV ≤ 12
โรงแรม โรงพยาบาล/ สถานพักฟื้น/คอนโดมิเนียม	H-OTTV ≤ 30	H-RTTV ≤ 10

ส่วนที่ 2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรไฟฟ้า ทำหน้าที่คำนวณการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะ อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่ามาตรฐานกำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด, วัตต์/ตร.ม. (W/m^2) ของพื้นที่ใช้งาน
สำนักงาน สถานศึกษา	14
ร้านค้าย่อย ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า หรือซูเปอร์มาร์เก็ต	18
โรงแรม โรงพยาบาล/ สถานพักฟื้น/ คอนโดมิเนียม	12

ส่วนที่ 3 ระบบปรับอากาศ เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรเครื่องกล ทำหน้าที่กำหนดประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ซึ่งต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ตารางที่ 2.4 ค่ามาตรฐานสำหรับระบบปรับอากาศ (ขนาดเล็ก)

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ COP [EER ($Btu.h^{-1}.W^{-1}$)]
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (แบบแยกส่วนและแบบเป็นชุด)	
น้อยกว่า 3,500 วัตต์ (0.995 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
ตั้งแต่ 3,500 วัตต์ แต่ไม่เกิน 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
เกินกว่า 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.56 [8.74]
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	
ทุกขนาดทำความเย็น	3.99 [13.62]

ตารางที่ 2.5 ค่ามาตรฐานสำหรับระบบปรับอากาศ (ขนาดใหญ่)

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ, COP ($kw.RFT^{-1}$)
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.70 (1.30)
เกินกว่า 351.7 กิโลวัตต์ (100 ตันความเย็น)	2.93 (1.20)
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	
น้อยกว่า 527.5 กิโลวัตต์ (150 ตันความเย็น)	3.91 (0.90)
ตั้งแต่ 527.5 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 703.3 กิโลวัตต์ (200 ตันความเย็น)	4.69 (0.75)
ตั้งแต่ 703.3 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 879.2 กิโลวัตต์ (250 ตันความเย็น)	5.25 (0.67)
ตั้งแต่ 879.2 กิโลวัตต์ แต่ไม่เกิน 1,758.3 กิโลวัตต์ (500 ตันความเย็น)	5.40 (0.65)
เกินกว่า 1,758.3 กิโลวัตต์ (500 ตันความเย็น)	5.67 (0.62)

ส่วนที่ 4 อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรเครื่องกล ทำหน้าที่ออกแบบและเลือกอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคารให้ต้องมีค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 ค่ามาตรฐานอุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
1. Boiler น้ำมัน	85
2. Boiler แก๊ส	80
3. Hot Oil น้ำมัน	80
4. Hot Oil แก๊ส	80

ส่วนที่ 5 การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรไฟฟ้า มีหน้าที่ตรวจวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารให้เป็นไปตามเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารซึ่งต้องมีค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารดังกล่าวต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิงที่มีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละด้านเป็นเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง และมีค่าของระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ เป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

ส่วนที่ 6 การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร เป็นส่วนที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรไฟฟ้า มีหน้าที่ดูแลเมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารให้ยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนในอาคารในกรณีที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบ เพื่อใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างภายในอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร ให้ถือเสมือนว่าไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยการออกแบบดังกล่าวต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

1. ต้องแสดงอย่างชัดเจนว่า มีการออกแบบสวิตช์ที่สามารถเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้กับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างต้องมีระยะห่างจากกรอบอาคารไม่เกิน 1.5 เท่าของความสูงของหน้าต่างในพื้นที่นั้น

2. กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารต้องมีค่าประสิทธิผลของสัมประสิทธิ์การบังแดด (effective shading coefficient) ไม่น้อยกว่า 0.3 และอัตราส่วนการส่งผ่านแสงต่อความร้อน (light to solar gain) มากกว่า 1.0 และพื้นที่ที่กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังทึบ

อาคารที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอาคาร สามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปหักออกจากค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

หากสำรวจแล้วพบว่า อาคารที่ประเมินมีการใช้พลังงานสูงกว่าอาคารอ้างอิงมาก ก็ น่าจะพิจารณาปรับปรุงอาคารใหม่ โดยทำการรวบรวมเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารมาใช้ในการออกแบบปรับปรุง และไม่ลืมที่จะประเมินความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ เพราะหากว่าอาคารมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำมาก การปรับปรุงก็น่าจะคุ้มทุนในระยะเวลานำไปใช้

การรวบรวมเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานและการออกแบบดังกล่าว จะสามารถใช้เป็นแนวทางให้กับอาคารที่คิดจะปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและสภาพแวดล้อมที่ดีขึ้น โดยใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการคัดเลือกเทคโนโลยีและวิเคราะห์ความเหมาะสมในการดำเนินการได้โดยไม่ต้องเสี่ยงและสร้างความเชื่อมั่นให้กับอาคารอื่นได้ตัดสินใจดำเนินการต่อไป หากมีอาคารเก่าสนใจปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพพลังงานสูงขึ้น ก็จะสามารถประหยัดพลังงานของประเทศในส่วนการใช้พลังงานในอาคารได้โดยเฉลี่ยร้อยละ 10 – 30 ของพลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานของอาคารควบคุมที่กฎหมายกำหนด

เกณฑ์การตรวจสอบอาคาร [21] จะแบ่งออกตามประเภทอาคารที่เข้าข่ายต้องได้รับการตรวจสอบโดยเกณฑ์นี้ให้ใช้เฉพาะอาคารสูง หรืออาคารสูงในอาคารประเภทอื่น หรืออาคารที่มีลักษณะคล้ายกับอาคารสูง ครอบคลุมทั้งอาคารสูงที่ได้รับรองและไม่ได้รับรองตามกฎหมายว่าเป็นอาคารสูงที่มีความสูงตั้งแต่ 23 เมตรขึ้นไป

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้นทำให้มีการตระหนักว่าการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากในปัจจุบันเพราะกิจกรรมต่างๆในการดำเนินชีวิตประจำวันของเราทุกวันนี้ต้องใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานในการขับเคลื่อนเกือบทั้งสิ้น จึงต้องมีการร่วมมือกันลดใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกภาคส่วนทั่วประเทศไทย และเนื่องจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นหน่วยงานที่มีความเหมาะสมในการเป็นตัวอย่งการประหยัดพลังงานให้กับหน่วยงานอื่นๆ โดยที่มีอาคารเรียนรวม 12 ชั้นเป็นอาคารในคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดและเป็นอาคารที่จะต้องมีการออกแบบให้อนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 เนื่องจากมีขนาดพื้นที่มากกว่า 2,000 ตารางเมตร จึงมีความเหมาะสมที่จะทำการตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร ซึ่งเป็นเหตุผลให้มีการดำเนินโครงการนี้ขึ้น

โดยที่มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารตามกฎหมายกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ที่ประกอบด้วย 6 ส่วนดังกล่าวข้างต้น จะแบ่งการรับผิดชอบโดยวิศวกรสาขาต่างๆ ซึ่งวิศวกรไฟฟ้าจะรับผิดชอบ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนเท่านั้น ส่วนอีก 3 ส่วนจะอยู่ในความรับผิดชอบของวิศวกรเครื่องกล และวิศวกรสาขาอื่นๆ

2.2 ระบบไฟฟ้า [22]

กล่าวถึงระบบไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญมากที่สุดในทุกสิ่งก่อสร้าง ไม่ว่าจะสิ่งก่อสร้างจะเล็กหรือใหญ่ก็ตาม ไม่ว่าจะ เป็น โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า อาคารพาณิชย์ อาคารสำนักงาน หมู่บ้าน ตึกสูง คอนโดมิเนียม เป็นต้น ก็ต้องมีระบบไฟฟ้าติดตั้งอยู่ ระบบไฟฟ้าจึงเป็นหัวใจหลักสำคัญที่สุด และระบบไฟฟ้าจำเป็นต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามหลักของวิศวกรรมไฟฟ้า สร้างให้ถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับ และต้องตรวจสอบดูแล ปรับปรุงหากถึงเวลาซ่อมบำรุงให้ถูกต้องตามมาตรฐานของกฎหมาย ดังนั้นการจัดการระบบไฟฟ้าที่ดี ก่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้สูงสุด และที่สำคัญมีความปลอดภัยในการใช้งานต่อผู้อยู่อาศัยภายในอาคารด้วย ในส่วนของรายงานฉบับนี้จะพูดถึงระบบไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงาน โดยขอบเขตที่จะตรวจสอบ ประกอบไปด้วยสายไฟฟ้าปกติ

หรือที่เรียกว่าสายไฟอลมอล สายไฟฟ้าฉนวน หรือว่าสายไฟอีเมอร์เจนซี สายไฟฟ้าสัญญาณ โทรศัพท์ ตู้รวมสายไฟฟ้า รางสำหรับการวางสายไฟฟ้า จุบรวมสายไฟฟ้า การเข้าสายไฟฟ้าโดยใช้หัวน็อตเหล็ก สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่อยู่ในขอบเขตระบบไฟฟ้าที่จะทำการตรวจสอบ ในการตรวจสอบจะใช้มาตรฐานการออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อความปลอดภัย คงทน และเพื่อยืดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆที่ใช้อยู่ในระบบ ให้ใช้งานได้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้ามีมาตรฐานที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าภูมิภาค และหน่วยงานต่างประเทศนำมายึดถือ โดยมาตรฐานของแต่ละประเทศที่สำคัญ [23] ได้แก่

- ANSI (American National Standard Institute) ของประเทศสหรัฐอเมริกา
- BS (British Standard) ของสหราชอาณาจักร
- DIN (German Industrial Standard) ของประเทศเยอรมันนี
- VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) ของประเทศเยอรมันนี
- JIS (Japanese Industrial Standard) ของประเทศญี่ปุ่น
- มอก. (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม) ของประเทศไทย

2.2.1 มาตรฐานตัวนำไฟฟ้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) [24]

มาตรฐานสายไฟฟ้าหุ้มฉนวน

- สายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 11-2531
 - สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มฉนวน พีวีซี เป็นไปตาม มอก. 293-2541
- หมายเหตุ การไฟฟ้านครหลวง ห้ามใช้ในระบบสายแรงต่ำภายในสายไฟฟ้าตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

มาตรฐานสายไฟฟ้าเปลือย

- สายไฟฟ้าทองแดงรีดแข็ง สำหรับสายไฟฟ้าเหนือนดิน เป็นไปตาม มอก. 64-2517
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือย เป็นไปตาม มอก. 85-2523
- สายไฟฟ้าอะลูมิเนียมตีเกลียวเปลือยแกนเหล็ก เป็นไปตาม มอก. 86-2523

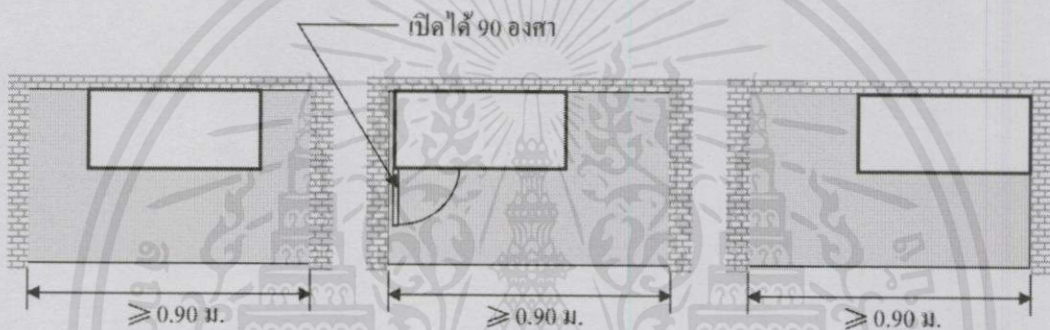
มาตรฐานตัวนำไฟฟ้าอื่นๆ

- บัสบาร์ทองแดง (Copper Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของทองแดง ไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- บัสบาร์อะลูมิเนียม (Aluminum Bus Bar) ต้องมีความบริสุทธิ์ของอะลูมิเนียมไม่น้อยกว่าร้อยละ 98
- บัสเวย์ (Bus way) ต้องเป็นชนิดที่ประกอบสำเร็จรูปจากบริษัทผู้ผลิต และได้มีการทดสอบแล้วตามมาตรฐานข้างต้น มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)
- ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ (Trip Free) และต้องปลดสับได้ด้วยมือ ถึงแม้ว่าปกติการปลดสับจะทำโดยวิธีอื่นก็ตาม
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด
- ถ้าเป็นแบบปรับตั้งได้ต้องเป็นแบบการปรับตั้งค่ากระแส หรือเวลาโดยในขณะที่ใช้งานกระทำได้เฉพาะ ผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง
- ต้องมีเครื่องหมายแสดงพิกัดของแรงดัน กระแส และความสามารถในการตัดกระแสที่เห็นได้ชัดเจนและถาวรหลังจากติดตั้งแล้ว หรือเห็นได้เมื่อเปิดแผ่นกั้นหรือฝาครอบ

- เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับระบบแรงต่ำให้เป็นไปตามมาตรฐานดังนี้
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัยหรือสถานที่คล้ายคลึงกันขนาดไม่เกิน 125 แอมแปร์ ให้เป็นไปตาม IEC 60898
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ในสถานที่อื่นๆ ให้เป็นไปตาม IEC 60947-2

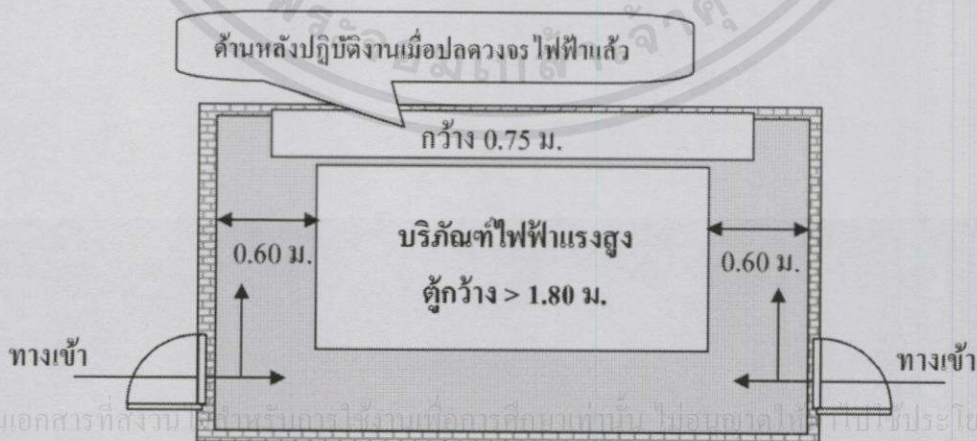
2.2.2 มาตรฐานการติดตั้งบริษัทไฟฟ้ากรมโยธาธิการและผังเมือง [25]

ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าระบบแรงดันสูง ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้าระบบแรงดันต่ำ ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับบริษัทไฟฟ้า ที่มีโอกาสตรวจสอบ ปรับแต่งหรือบำรุงรักษาขณะมีไฟ ต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร และไม่น้อยกว่าขนาดความกว้างของบริษัทไฟฟ้า ความลึกต้องเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 3 และที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องพอเพียงสำหรับการเปิดประตูหรือฝาตู้ได้อย่างน้อย 90 องศา ในทุกระณีกอนกรีตอิฐ ผนัง กระเบื้อง ให้ถือว่าเป็นส่วนที่ต่อลงดิน



ภาพที่ 2.2 ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ

ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานสำหรับระบบแรงดันต่ำ ต้องมีทางเข้าขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตรที่จะเข้าไปถึงที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานกับบริษัทไฟฟ้า ได้อย่างน้อยหนึ่งทาง สำหรับแผงสวิตช์และแผงควบคุม ที่มีพิกัดกระแสตั้งแต่ 1,200 แอมแปร์ขึ้นไป และมีความกว้างเกิน 1.80 เมตร ต้องมีทางเข้าทั้งสองข้างของแผงที่มีความกว้างไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร และความสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร



ภาพที่ 2.3 ทางเข้าที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานของระบบแรงต่ำ (151 – 600 โวลต์)

2.2.3 ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ [26]

จากกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 [27] โดยข้อบังคับกฎหมายการส่องสว่างได้กล่าวไว้ว่า การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

(1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด

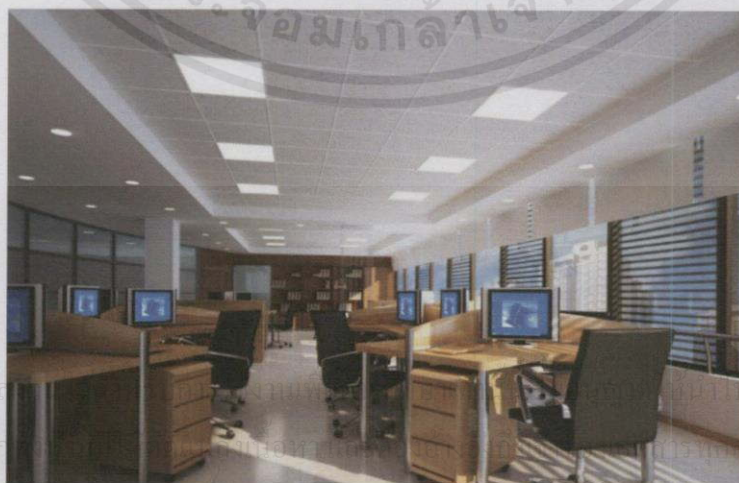
(2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

(3) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้น

ตารางที่ 2.7 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดที่จะใช้ได้โดยไม่เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
สถานศึกษา สำนักงาน	14
โรงแรมสห ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

ว่าด้วยกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างตามความในมาตรา 6 และมาตรา 103 แห่งพระราชบัญญัติ การให้แสงสว่างที่ดี ทำให้ทำงานมีประสิทธิภาพ ระดับความเข้มแสงที่แนะนำ แสดงในตารางที่ 2.8 จะแสดงระดับความสว่างที่แนะนำสำหรับประเภทต่างๆ ของการทำงานกิจกรรม และตำแหน่งที่ตั้ง



ภาพที่ 2.4 ระบบแสงสว่างในอาคารประเภทสำนักงาน

ตารางที่ 2.8 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่างที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ [28]

ประเภทอุตสาหกรรม	อาคาร/พื้นที่	ค่าเฉลี่ยความเข้มของแสงสว่าง(ลักซ์)
บริเวณพื้นที่ทั่วไป ของอาคาร	ทางเข้า	
	- ทางเข้าห้องโถง หรือห้องพักรอ	200
	- บริเวณโต๊ะประชาสัมพันธ์ หรือโต๊ะติดต่อลูกค้า	400
	- ประตูทางเข้าใหญ่ของสถานประกอบการ	50
	- ป้อมยาม	100
	- จุดขนถ่ายสินค้า	100
	พื้นที่สัญจร	
	- ทางเดินในพื้นที่สัญจรเบาบาง	20
	- ทางเดินในพื้นที่สัญจรหนาแน่น	50
	- บันได	50
	- พื้นที่ทั่วไป	300
	อาคารสถานีขนส่ง(ท่าอากาศยาน ท่ารถ และสถานีรถไฟ)	
	- ห้องจองตั๋วหรือห้องขายตั๋ว	400
	ห้องคอมพิวเตอร์	
	- บริเวณทั่วไป	400
	ห้องประชุม	300
	งานธุรการ	
	- ห้องถ่ายเอกสาร	300
	- ห้องนรภัย	100
	โรงอาหาร	
	- พื้นที่ทั่วไป	200
- บริเวณโต๊ะเก็บเงิน	300	
โรงซักรีด		
- บริเวณห้องอบหรือห้องทำให้แห้ง	100	
ห้องครัว		
- พื้นที่ทั่วไป	200	
- บริเวณที่ปรุงอาหารและที่ทำความสะอาด	300	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงพาณิชย์เท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้พิมพ์ลงนิตยสาร และห้องข่าวอิเล็กทรอนิกส์

ระบบปรับอากาศหรือระบบการทำความเย็นภายในอาคาร หรือสำนักงานทั่วไปนั้น ได้มีกฎหมายไว้ควบคุมอยู่ ซึ่งก็คือกฎกระทรวงกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง พ.ศ. 2552 กล่าวไว้ว่า ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงสภาพเศรษฐกิจ นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล ความพร้อมของการผลิตและจำหน่ายเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ ตลอดจนการส่งเสริมและช่วยเหลือผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ

ค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับในระบบปรับอากาศ ให้กำหนดตามขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับในระบบปรับอากาศที่ผู้ผลิตระบุตามตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.9 แสดงมาตรฐานค่าประสิทธิภาพตามที่กฎหมายกำหนด [29]

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัดของเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศ (ตันความเย็น)	ประสิทธิภาพพลังงาน (กิโวลต์ต่อตันความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกแบบ	ทุกขนาด	1.12 – 0.95
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	0.88 – 0.75
	แบบโรตารีแบบสกรู หรือแบบสครอลล์	ทุกขนาด	0.70 – 0.60
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า 300 ตั้งแต่ 300 ขึ้นไป	0.67 – 0.54 0.61 – 0.50

2.3 ระบบแสงสว่าง

การส่องสว่างภายในอาคารสำนักงาน บ้านอยู่อาศัย โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน สามารถประหยัดพลังงานแสงสว่างได้มาก การส่องสว่างภายในอาคารมีความสำคัญสองประการ คือ การให้แสงสว่างเพื่อใช้งานได้สะดวกสบาย และ การให้แสงเพื่อให้เกิดความสวยงาม ไม่ว่าจะเป็นการส่องสว่างแบบใดก็ตามก็ต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานแสงสว่างด้วย โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่พลังงานไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็นและหายากยิ่ง

เนื้อหาที่กล่าวถึงในบทนี้มีความประสงค์ให้ศึกษาแสงสว่าง เพื่อการใช้งานแต่ละสถานที่ว่าประกอบด้วยแสงสว่างเพื่อการใช้งานแต่ละประเภทอย่างไร เพื่อจะได้นำไปประยุกต์ใช้หรือเลือกใช้เพื่อการประหยัดพลังงานอย่างถูกต้อง เพราะการประหยัดพลังงานแสงสว่างที่ถูกต้อง ต้องไม่ให้เกิดความสูญเสียทางด้านอื่นด้วย เช่น ประหยัดพลังงานแล้วทำให้ธุรกิจสูญเสียรายได้จำนวนมาก หรือประหยัดพลังงานแล้วทำให้เกิดความเสียหายสูงในการทำงานที่ทำให้เกิดอันตรายสูง เป็นต้น ดังนั้น

เมื่อหากการประยุกต์ใช้งานในบอพื้นที่เปรียบเสมือนการกล่าวถึงการให้แสงสว่างที่มีทั้งการให้ความส่องสว่างมากพอสำหรับการทำงาน การให้แสงสว่างเพื่อความสวยงามด้วย ดังนั้นผู้ที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดความประหยัดพลังงานก็ต้องพิจารณาเลือกใช้เพื่อให้เข้ากับการงานของตนเอง

2.3.1 ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

การส่องสว่างภายในเพื่อให้ใช้งานได้นั้น หมายถึง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์ที่ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไป ส่วนการส่องสว่างให้เกิดความสวยงามนั้นก็ ต้องอาศัยความมีศิลป์ในตัวเพื่อพิจารณาในแง่การให้แสงแบบเอฟเฟค (Effect Lighting) หรือการให้แสงแบบส่องเน้น (Accent Lighting)

2.3.2 การตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง [30]

แนวปฏิบัติตามกฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร และการจัดการด้าน ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2549 การตรวจวัดความเข้มแสงสว่าง (Illumination Measurement) ความเข้มแสง (Illuminance) หมายถึง ปริมาณแสงที่ตกกระทบลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ที่กำหนด หน่วยวัดความเข้มแสง มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux) หรือเป็นฟุตเทียน (Foot Candle) 1 ฟุตเทียน = 10.76 ลักซ์ เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการตรวจวัดความเข้มแสงสว่างเครื่องมือวัดความเข้มของแสงสว่าง ซึ่งอ่านค่าเป็น ลักซ์ (ตามกฎกระทรวงฯ เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง พ.ศ.2549) หรือ ฟุตแคนเดิล

- เครื่องมือวัด มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1. เซลรับแสง (Photo Cell) ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกด้านในเคลือบด้วย สารซิลิกอน(Silicon) หรือ เซเลเนียม (Selenium) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ถ้าความเข้มแสงสว่างมาก พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมากตามไปเป็นสัดส่วน เซลรับแสงอาจถูก ออกแบบให้โค้งงอเล็กน้อยเพื่อให้แสงจากทิศทางต่างๆ ตกกระทบในมุม 90 องศา หรือใกล้เคียงที่สุด ได้รอบด้าน

2. ส่วนมิเตอร์ (Meter) ส่วนนี้จะรับพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากเซลล์รับแสง และแสดงค่าบนหน้าจอเป็นความเข้มแสงสว่าง

- คุณสมบัติของเครื่องมือ

สามารถวัดความเข้มแสงสว่างได้ ตั้งแต่ 0 - มากกว่า 10,000 ลักซ์ คุณสมบัติของ เครื่องวัดแสงต้องเป็นไปตามมาตรฐาน CIE 1931 ของคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยความ ส่องสว่าง (International Commission on Illumination) หรือ ISO/CIE 10527 หรือเทียบเท่า เช่น JIS Z 8701 หรือดีกว่า (โดยเซลล์รับแสงต้องมีคุณสมบัติ Cosine-Corrected เพื่อปรับค่าของ แสงที่ไม่ได้ตกตั้งฉากกับ Photo Cell และต้องมี Color Corrected ตามมาตรฐาน CIE)

2.3.3 หลอดฟลูออโรเรสเซนต์

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีส่วนการใช้พลังงานเฉลี่ยประมาณ 20% ของการใช้ พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคาร ดังนั้นการปรับปรุงการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง จึงมี ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีของระบบไฟฟ้าแสงสว่างใน อาคารสำนักงาน ส่วนใหญ่แล้วจะใช้หลอดไฟชนิดหลอดฟลูออโรเรสเซนต์เป็นหลัก โดยมีวัตถุประสงค์

การใช้งานเพื่อให้แสงสว่างในพื้นที่ทำงาน เช่น บริเวณโต๊ะทำงาน ห้องประชุม โถงทางเดินและโถงลิฟต์ เป็นต้น ดังนั้น เทคโนโลยี / มาตรการอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างจึงควรเป็นมาตรการที่เหมาะสมกับหลอดไฟชนิดฟลูออเรสเซนต์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นเก่า (รุ่น T12) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 38 มิลลิเมตร หรือเรียกว่า “รุ่นหลอดอ้วน” มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 40 วัตต์ และได้มีการเปลี่ยนมาใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์รุ่นปัจจุบัน (รุ่น T8 หรือ TLD) [31] ลดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลงมาเป็น 26 มิลลิเมตรหรือเรียกว่า “รุ่นหลอดผอม” ซึ่งมีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 36 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์

ปัจจุบันผู้ผลิตหลอดไฟฟ้าสามารถผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์ ชนิดประสิทธิภาพสูงเรียกว่า “หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5” มีขนาดกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 28 วัตต์ต่อหลอด ซึ่งประหยัดไฟมากขึ้นและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลงเหลือเพียง 16 มิลลิเมตร โดยต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น



ภาพที่ 2.5 หน้าตัดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5

ข้อมูลทางเทคนิคของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆแสดงได้ดังนี้

ตารางที่ 2.10 คุณสมบัติหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ

Fluorescence Lamp Type	Diameter (mm.)	Watt (W)	Luminous Flux and Efficacy @100 burning hr.	
			(lm)	(lm/W)
TL Standard	38	40	2850	72
TLD (T8)	26	36	2650	73.6
TL 5 HE (T5)	16	28	2900	104

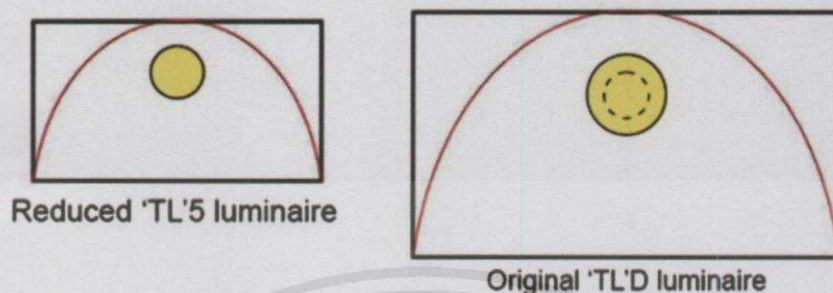
จากตารางจะเห็นว่า หลอด T5 ประสิทธิภาพการให้แสงสว่างต่อพลังงานที่ใช้สูงสุดที่ 104 ลูเมนต่อวัตต์ นอกจากนี้โดยสรุปหลอด T5 มีข้อแตกต่างจากหลอด TLD แบบเดิม ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนขนาดหลอดเล็กกลงเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามทำซ้ำหรือเผยแพร่ข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลอดสั้นลง
- กระจายแสงได้แม่นยำขึ้น
- ขนาดของโคมไฟเล็กลง และสามารถใช้ได้กับฝาทุกแบบ

ภาพที่ 2.5 และภาพที่ 2.6 แสดงลักษณะโคมไฟที่ใช้สำหรับหลอด T5 เปรียบเทียบกับโคมไฟสำหรับหลอด T8 [32] ซึ่งโคมไฟสำหรับหลอด T5 จะมีขนาดเล็กลงเมื่อเทียบกับหลอด T8 ทำให้สามารถประหยัดวัตถุดิบในการผลิตโคมลงได้

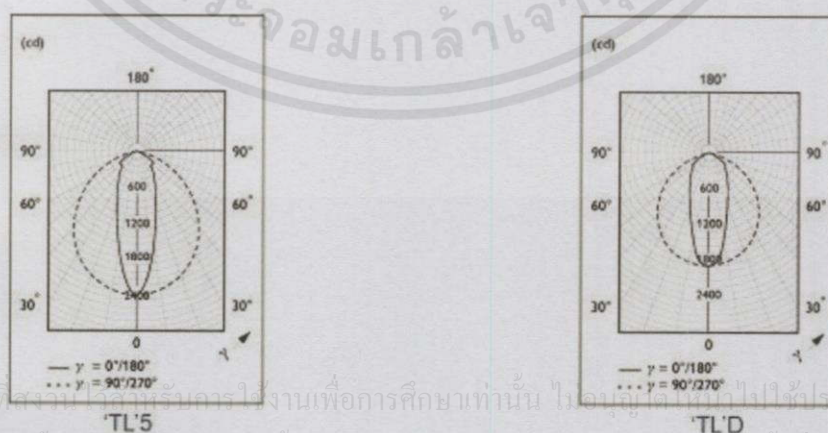


ภาพที่ 2.6 โคมไฟที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และ TLD (T8)



ภาพที่ 2.7 การเปรียบเทียบรูปการจจัดวางโคมหลอด T5 และ โคมหลอด T8 ในพื้นที่สำนักงาน

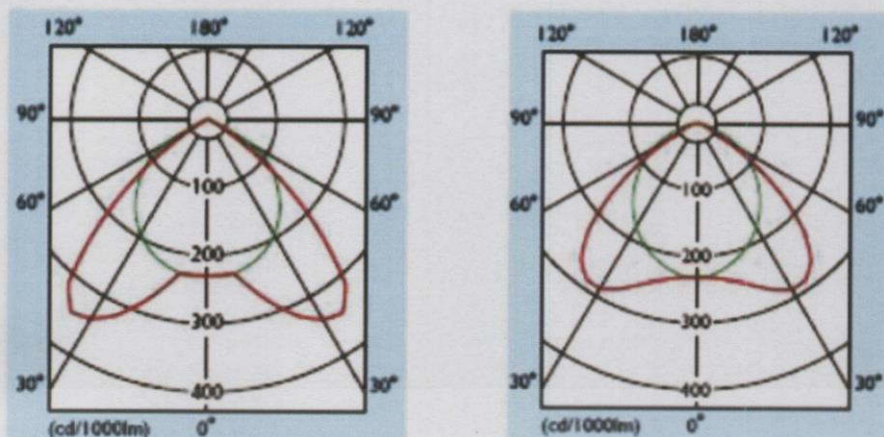
นอกจากนี้เมื่อพิจารณา Polar Curve ของหลอด T5 เทียบกับหลอด T8 แบบเดิม พบว่าการกระจายแสงของหลอด T5 สามารถกระจายแสงได้ไกลกว่าหลอด T8 ถึงประมาณ 33% ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนโคมไฟหลอด T8 เดิม ที่มีขนาดหลอด 2x36 W มาเป็นโคมไฟหลอด T5 ขนาดหลอด 2x28 W แสงจากโคมหลอด T5 ที่ได้จะไปได้ไกลกว่าโคมไฟหลอด T8 แบบเดิม ดังนั้นจึงสามารถลดจำนวนโคมไฟและหลอดไฟได้ โดยสามารถแสดงได้ตามกรณีตัวอย่างดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้มีการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.8 ลักษณะและทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5



ภาพที่ 2.9 ทิศทางการกระจายแสงของโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2x28 W และ 2x36 W

ภาพที่ 2.9 การติดตั้งโคม 28 W ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งโคม 36 W ใช้หลอด T8 ระยะห่างในการวางตำแหน่งของโคมนั้น ของโคม 28 W มีระยะห่างมากกว่าโคม 36 W ในพื้นที่เท่ากันเมื่อมีการติดตั้งโคมไฟแต่ละชนิดจะเห็นได้ว่า การติดตั้งด้วยโคม 28 W ใช้ปริมาณจำนวนโคมน้อยกว่า การติดตั้งโคม 36 W ดังนั้นสามารถลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้งได้ และยังสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย

การติดตั้งแบบเพิ่มระยะระหว่างโคม28วัตต์

การติดตั้งแบบเดิมโคม36วัตต์

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟสำหรับหลอด T8 (36 W) และหลอด T5 (28 W)

2.3.4 การติดตั้งโคมไฟฟ้าและอุปกรณ์

1. โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้
2. ดวงโคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เมื่อติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้นต้องใช้ดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรือเครื่องประกอบการติดตั้งได้ เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ
3. ดวงโคมโกลั้วสดูดไฟต้องมีสิ่งป้องกันที่กั้นไม่ให้สดูดไฟได้รับความร้อนเกิน 90 องศาเซลเซียส
4. ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องมีการจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัม หรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มิลลิเมตร ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของโคม

5. การเดินสายดวงโคม

- การเดินสายดวงโคมต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย
- ขนาดของสายต้องไม่เล็กกว่า 0.5 ตารางมิลลิเมตร และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน
- ขั้วรับชนิดหลอดเกลียวเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีตัวนำนิวทรอล ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินกระแสไฟฟ้าต้องต่อกับตัวนำนิวทรอลเท่านั้น

6. ดวงโคมต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสายระหว่างสายดวงโคมกับสายวงจรย่อยได้สะดวก

7. ฉนวนของสายในดวงโคม

- สายที่ใช้ในดวงโคมต้องมีฉนวนที่เหมาะสมกับกระแสแรงดันและอุณหภูมิใช้งาน
- ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น หรือสถานที่ที่อาจเกิดการผุกร่อนได้ต้องใช้สายชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้น

8. การต่อและการต่อแยก

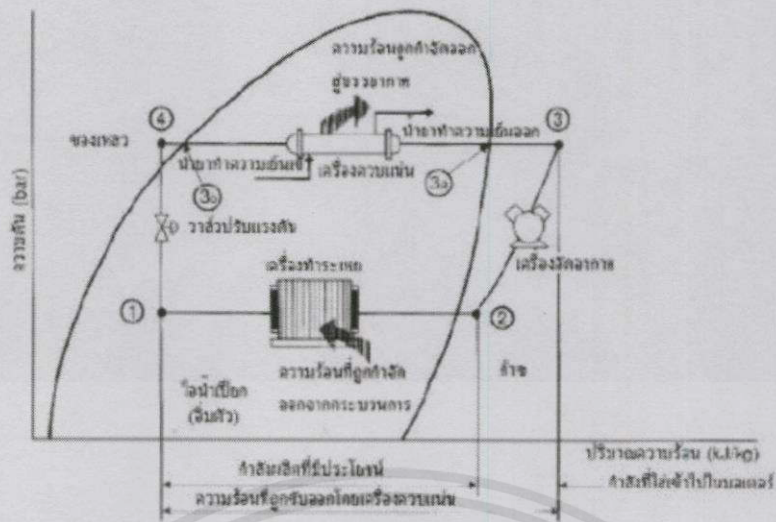
- จุดต่อหรือจุดต่อแยกของสายต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม
- การต่อหรือการต่อแยกของสายใหม่ในดวงโคมได้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น
- สายไฟที่อยู่ในตู้แสดงสินค้าต้องเดินในช่องเดินสาย และส่วนที่มีไฟฟ้ต้องไม่อยู่ในที่เปิดเผย
- กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบ หรือปิดด้วยฝารอบดวงโคมขั้วรับหลอด เต้ารับ หรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน

2.4 ระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศในภาคธุรกิจทุกประเภทไม่ว่าในอาคารพาณิชย์ สำนักงานต่างๆ โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา ถือว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด บางแห่งสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าอาจสูงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานทั้งอาคาร ดังนั้นหากมีการวางแผนที่ดี การจัดการที่ดีจะทำให้การใช้พลังงานเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าลงได้ และลดต้นทุนการผลิตได้ โดยระบบปรับอากาศจะถูกออกแบบเพื่อให้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของผู้ที่อยู่ในอาศัยภายในอาคาร เรียกว่า Comfort Zone คืออุณหภูมิอยู่ช่วงระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 20-75 เปอร์เซ็นต์

หลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละประเภทจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและการเอาไปใช้ แต่ทุกระบบโดยส่วนใหญ่แล้วนั้น จะใช้วัฏจักรการทำความเย็นแบบวงจรอัดไอโดยมีสารทำความเย็นเช่น R22 หรือ R134a ทำหน้าที่ดูดหรือคายความร้อนจากสารตัวกลางคือ อากาศหรือน้ำ เพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ เมื่อสารตัวกลางได้รับความเย็นจะถูกส่งไปยังอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ในกรณีสารตัวกลางเป็นน้ำ) หรืออากาศเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศโดยตรง (ในกรณีสารตัวกลางเป็นอากาศ) ส่วนความร้อนที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปยังชุดระบายความร้อน ซึ่งอาจจะเป็นการระบายความร้อนด้วยอากาศหรือน้ำก็ได้แล้วแต่การใช้งาน หรือการออกแบบ ส่วนของวัฏจักรการทำความเย็นมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 วงจรการอัดไอ

- 1-2 การอัด (Compression) อัดสารทำความเย็นสถานะความดันต่ำ ให้เป็นแก๊สร้อนความดันสูง
- 2-3 การควบแน่น (Condensing) สารทำความเย็นสถานะแก๊สควบแน่นกลายเป็นของเหลว และคายความร้อนออก
- 3-4 การขยายตัว (Expansion) จากสารทำความเย็นความดันสูง ไปเป็นความดันต่ำ พร้อมทั้งลดอุณหภูมิลงและเปลี่ยนสถานะจากของเหลว เป็นของเหลวผสมแก๊ส
- 4-1 การระเหย (Evaporation) ความร้อนจากสารตัวกลาง (อากาศหรือน้ำ) จะถูกดูดเพื่อใช้ในการระเหยของสารทำความเย็นเหลวให้เป็นแก๊ส

2.4.1 ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)

เป็นระบบปรับอากาศขนาดเล็กส่วนใหญ่จะทำความเย็นได้ไม่เกิน 40,000 บีทียูต่อชั่วโมง ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะแยกเป็น 2 ส่วน หลัก คือ ส่วนของคอยล์ทำความเย็น ที่เรียกว่า คอยล์เย็น (Fan coil unit) ซึ่งจะติดตั้งในพื้นที่ปรับอากาศ และคอยล์ร้อน (Condensing coil) ซึ่งจะมีเครื่องสารอัดทำความเย็น (Compressor) อยู่ภายใน โดยจะติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร ระหว่างชุดคอยล์ร้อน และคอยล์เย็นจะมีท่อสารทำความเย็น ทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนออกจากห้องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานง่าย มีความยืดหยุ่นในการใช้งานสูงแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่า เหมาะสำหรับอาคารที่แบ่งเป็นพื้นที่ขนาดเล็กหลายๆ ส่วนเช่นอาคารชุดพักอาศัย ในบางอาคารอาจจะติดตั้งเครื่องปรับอากาศประเภทนี้เป็นบางห้องเพื่อที่ว่าห้องนั้นอาจจะมีคนมาใช้นอกเวลา โดยที่ไม่ต้องขึ้นกับเครื่องปรับอากาศชนิดทำน้ำเย็นที่ส่งน้ำเย็นมายังห้องต่างๆ เมื่อเครื่องทำน้ำเย็นหยุดทำงานก็ยังสามารถใช้เครื่องปรับอากาศแยกส่วนได้

2.4.2 ระบบปรับอากาศแบบชุด (Package)

เป็นระบบปรับอากาศที่ใช้ในธุรกิจขนาดเล็ก อาจจะมีจำนวนห้องที่ต้องปรับอากาศอยู่หลายห้อง หลายโซน หรือหลายชั้น ส่วนประกอบของเครื่องปรับอากาศจะประกอบไปด้วย แผงคอยล์เย็น คอยล์ร้อน และเครื่องอัดสารทำความเย็น จะรวมอยู่ในชุดแพ็คเกจเดียวกัน โดยมีท่อส่งลม

เย็นและลมกลับซึ่งจะติดตั้งอยู่ด้านในผนังและต่อผ่านทะลุข้างในผนัง ด้านนอกอาคารแล้วต่อเชื่อมกับตัวเครื่องปรับอากาศแพ็คเกจ ซึ่งจะติดตั้งอยู่นอกอาคาร ท่อส่งลมเย็น (Supply Air Duct) ทำหน้าที่จ่ายลมเย็นไปยังพื้นที่ปรับอากาศ และท่อลมกลับ (Return Air Duct) ทำหน้าที่นำลมเย็นที่ได้แลกเปลี่ยนความเย็นให้กับห้องปรับอากาศกลับมาซึ่งแผงทำความเย็นอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์ควบคุมการจ่ายปริมาณลมเย็น (Variable Air Volume, VAV) [33] เพื่อควบคุมให้ปริมาณลมเย็นเหมาะสมกับภาระที่ต้องทำความเย็นที่ต้องการ โดยเฉพาะกรณีที่ภาระลดลงโดยที่อุณหภูมิยังคงที่ แต่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจที่ใช้งานมีให้เลือกหลายใช้งาน มีทั้งข้อดีและข้อเสีย แต่ละประเภทแล้วแต่การใช้งาน หากแบ่งตามลักษณะเครื่องระบายความร้อน (Condenser) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

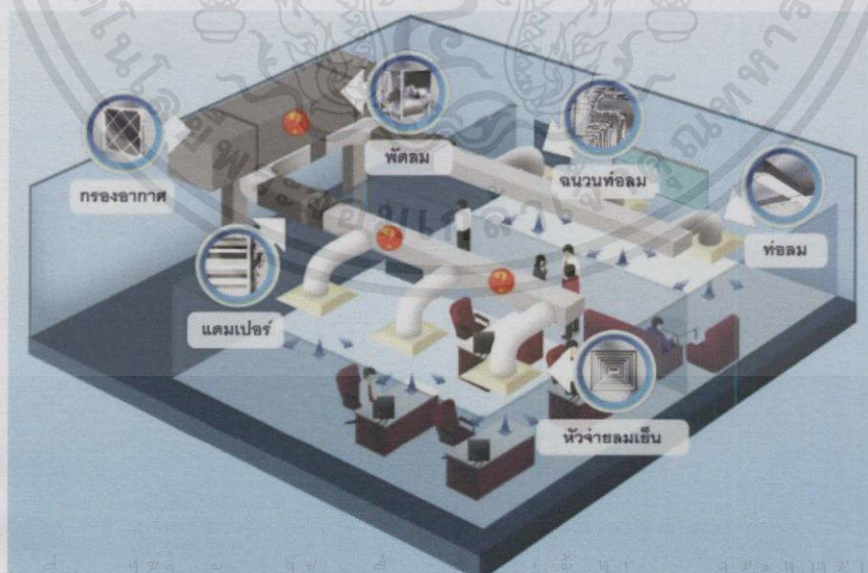
- ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) โดยปกติขนาดการทำความเย็นไม่เกิน 30 ตันเหมาะสำหรับพื้นที่ปรับอากาศที่มีข้อจำกัดของพื้นที่ติดตั้ง หรือระบบน้ำสำหรับระบายความร้อน ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศจะอยู่ 1.4-1.6 กิโลวัตต์ต่อตัน

- ระบายความร้อนด้วยน้ำ (Packaged Air Cooled Air Conditioner) ใช้สำหรับระบบที่ต้องการทำความเย็นมาก ประสิทธิภาพสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแพ็คเกจชนิดระบายความร้อนได้ดีกว่าระบายความร้อนได้ดีกว่าอากาศอยู่ประมาณ 1.2 กิโลวัตต์ต่อตัน

เครื่องปรับอากาศแบบชุดหรือแพ็คเกจ เป็นระบบที่ติดตั้งง่าย แต่สำหรับเครื่องที่มีขนาดใหญ่ อาจจำเป็นต้องมีห้องเครื่องและระบบส่งจ่ายลมเย็น โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน เหมาะสำหรับอาคารที่แบ่งพื้นที่เป็นชั้นและต้องการเปิด-ปิดใช้งานอย่างอิสระ

2.4.3 ระบบควบคุมเครื่องปรับอากาศ

- การควบคุมระบบส่งจ่ายลมเย็น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 2.12 ระบบส่งจ่ายลมเย็นและควบคุม

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบปรับอากาศที่ใช้งานในอาคารส่วนใหญ่มักจะเป็น ระบบปรับอากาศชนิด ปริมาณลมเย็นส่งออกคงที่ (Constant Air Volume System) คือปริมาณลมเย็นที่ส่งออกจากชุดส่ง ลมเย็น (Air Handling Unit) เข้าสู่พื้นที่บริเวณปรับอากาศในโซนต่างๆ มีปริมาณลมเย็นส่งออกคงที่ ไม่แปรเปลี่ยนตามภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศนั้น ๆ เพียงแต่อุณหภูมิลมเย็นส่งออก แปรเปลี่ยนได้เพื่อคงสภาวะอุณหภูมิห้องให้เหมาะสมตามที่ต้องการ ทั้งนี้โดยอาศัยเทอร์โมสแตทเป็นตัวตัดและควบคุมอุณหภูมิภายในบริเวณปรับอากาศ ปัจจุบันยังมีระบบปรับอากาศอีกชนิดหนึ่งซึ่งเริ่ม นิยมใช้กันมากคือ ระบบปรับอากาศชนิดปริมาณลมเย็นส่งออกแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume System) คือปริมาณลมเย็นที่ส่งออกจากชุดลมเย็นเข้าสู่บริเวณปรับอากาศโซนต่างๆ สามารถ แปรเปลี่ยนได้ตามภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณปรับอากาศโซนนั้นๆ ส่วนอุณหภูมิภายในบริเวณ ปรับอากาศแต่ละโซนควบคุมให้คงที่ นอกจากการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารแล้ว ใน พื้นที่ปรับอากาศที่มีคนอยู่จำนวนมากจำเป็นต้องมีการระบายอากาศออกในระดับที่เหมาะสม เพื่อ รักษาระดับความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของคน ดังนั้นระบบปรับอากาศ ในอาคารบางครั้งต้องทำการติดตั้ง CO₂ Sensor เพื่อใช้วัดค่าปริมาณความเข้มข้นของ คาร์บอนไดออกไซด์และส่งสัญญาณกลับไปยังตัวควบคุมเพื่อปรับปริมาณการเติมอากาศบริสุทธิ์เข้าสู่ ระบบปรับอากาศ

- การควบคุมหอบายความร้อน สำหรับระบบปรับอากาศ โดยทั่วไป จะต้องเดินจำนวนหอบายความร้อนให้เหมาะสมกับภาระการระบายความร้อนที่เครื่องทำน้ำเย็น โดยพิจารณาที่อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศยังต่ำเท่าไร ยิ่งได้น้ำหล่อเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำยิ่งขึ้น

2.4.4 ประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ [34]

ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศสามารถคำนวณและสรุปได้ 2 รูปแบบคือ

1. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficient Ratio, EER) เช่นเดียวกับสัมประสิทธิ์ในการทำงาน เพียงแต่พลังงานความเย็นใช้หน่วยเป็น บีทียู/ชม. แต่พลังงาน ไฟฟ้าใช้หน่วยเป็นวัตต์ ค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องปรับอากาศ (EER) = อัตราการ ทำความเย็น (บีทียูต่อชั่วโมง)/กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า (วัตต์) สำหรับค่าอัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน จะใช้บอกประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศขนาดเล็กเช่นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และระบบ ปรับอากาศแบบแพ็คเกจขนาดเล็ก

2. ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Performance, ChP) เป็น ค่าที่แสดงประสิทธิภาพการทำความเย็น คือ อัตราส่วนระหว่างพลังงานที่เครื่องสามารถทำความเย็น ได้ต่อพลังงานที่ต้องใช้ (พลังงานไฟฟ้า)

TON = ความสามารถในการทำความเย็นที่ภาระเต็มพิกัด (ตันความเย็น)

$$\text{TON} = (F \times T) / 50.4$$

F = ปริมาณน้ำเย็นที่ไหลผ่านส่วนทำน้ำเย็น (ลิตรต่อนาที)

T = อุณหภูมิแตกต่างของน้ำเย็นที่ไหลเข้าและไหลออกจากส่วนทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)

kW = กำลังไฟฟ้าที่ใช้ของส่วนทำน้ำเย็น (กิโลวัตต์)

ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็น (ChP) = กำลังไฟฟ้าป้อนเข้า(กิโลวัตต์) / อัตราทำความเย็น(ตัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ

ในการตรวจวัดพลังงานของระบบต่างๆ ทั้งนี้เนื่องมาจากอุปกรณ์บางตัวอาจมีการติดตั้งมานานจนประสิทธิภาพถดถอย หรือบางตัวมีการติดตั้งมานานแล้วแต่ประสิทธิภาพยังดีอยู่ก็จะสามารถช่วยในการประหยัดงบประมาณที่ต้องใช้ในการปรับปรุง เพราะอุปกรณ์ประหยัดพลังงานบางตัวอาจมีระยะเวลาการคืนทุนที่ยาวนาน เพราะเหตุนี้จึงต้องมีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ เพื่อสามารถวางแผนการจัดการการปรับปรุงและงบประมาณในอนาคตได้

และเนื่องจากอาคารเรียนรวม 12 ชั้นมีอายุการใช้งานมาแล้วมากกว่า 20 ปีซึ่งถือว่านานพอสมควรทำให้ตัวอาคารผ่านการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง หรือซ่อมแซมมาแล้วหลายครั้ง โดยเฉพาะระบบไฟฟ้า โดยที่เดิมอาคารมีการใช้พลังงานแค่เพียงหลอดแสงสว่าง เตารีด และพัดลมซึ่งมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าไม่มากนักทำให้ระบบทางเดินสายไฟมีขนาดเล็กไม่ใหญ่ ต่อมาได้มีการเพิ่มระบบปรับอากาศเข้ามาซึ่งใช้พลังงานมากกว่าเดิมมากจึงใช้ทางเดินสายไฟเดิมไม่ได้ ต้องเพิ่มระบบทางเดินสายไฟขึ้นมาใหม่ ทำให้มีทางเดินสายไฟและปริมาณสายไฟเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว สายไฟที่มีปริมาณมากจะทำให้เกิดความร้อนและแรงดันตกในระบบไฟฟ้ามากขึ้น ซึ่งนอกจากทางเดินสายไฟและจำนวนสายไฟที่มากขึ้นแล้ว ยังต้องใช้ หม้อแปลง, บริภัณฑ์ประธาน (MDB), ตัวเก็บประจุเพื่อปรับรูปค่าตัวประกอบกำลัง, ตู้ควบคุมไฟฟ้า ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือจำนวนมากกว่าเดิมอีก ซึ่งจากที่กล่าวมาจะเห็นว่าผลเสียมากมายต่อระบบไฟฟ้าในอาคาร จึงมีความเหมาะสมที่จะทำการปรับปรุงระบบและอุปกรณ์ต่างๆ ของอาคาร ซึ่งระบบเบื้องต้นของอาคารจะเป็นระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย (ต่อแบบวาย), รับไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง, หม้อแปลงแบบ ONAN ใช้น้ำมันระบายความร้อนด้วยอากาศ ไม่ใช่พัดลม มีขนาด 1500kVA จำนวน 2 ตัว, บริภัณฑ์ประธานจำนวน 2 ตู้ อุปกรณ์ตัดต่อวงจรประธาน (Air Circuit Breaker) พิกัดแรงดัน 690V พิกัดกระแส 2500AT 3 Pole ทำงานด้วยไฟฟ้า, บริภัณฑ์ประธานไปตู้ควบคุมไฟฟ้าแต่ละชั้น จะใช้บัสเวย์ทั้ง 2 ฝั่งอาคารซ้ายขวา ฝั่งละ 2 ราง ความยาวรางละประมาณ 153 เมตร แบบ 3 เฟส 4 สาย ซึ่งมีวิธีการตรวจวัดพลังงานและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจวัด จะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

การตรวจสอบอาคาร 12 ชั้น จะมีการตรวจสอบระบบหลักๆ อยู่ด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแสงสว่าง ระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศ และตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งก่อนการตรวจวัด จะต้องมีการวางแผนตรวจสอบในแต่ละระบบ เพื่อให้การตรวจวัดมีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำมากที่สุด

3.1 เครื่องมือตรวจวัดการใช้พลังงาน

ในการตรวจวัดการใช้พลังงาน สิ่งที่จะต้องทราบหลักๆ จะเป็นค่าทางไฟฟ้า แสงและความร้อน ถึงแม้ว่าจะสามารถหาข้อมูลได้จากแผ่นป้ายชื่อของอุปกรณ์ แต่โดยส่วนใหญ่เครื่องจักรมักจะทำหน้าที่ต่ำกว่าพิกัด ทำให้แผ่นป้ายพิกัดนั้นไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ดังนั้นจึงต้องอาศัยเครื่องมือในการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter)

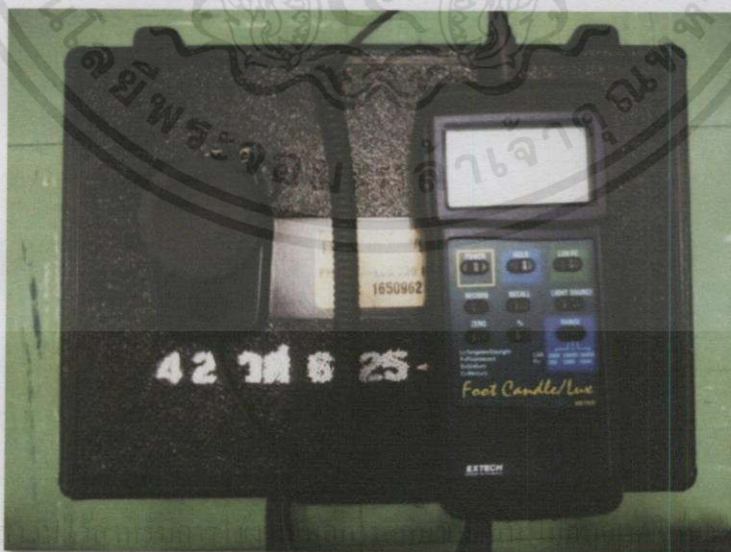
ใช้เพื่อตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้า (W), กระแสไฟฟ้า (A), แรงดันไฟฟ้า (V), ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเสมือน (VAR), กำลังไฟฟ้าปรากฏ (VA), ความถี่ชั่วขณะ (Hz), โดยแสดงผลเป็นตัวเลข



ภาพที่ 3.1 เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter)

3.1.2 เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter)

ใช้วัดค่าความส่องสว่างตามสถานที่ต่างๆ เพื่อใช้ประมาณความส่องสว่างว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานหรือไม่ ถ้ามีแสงสว่างมากเกินไปจะทำให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า แต่ถ้าต่ำเกินไปก็อาจทำให้เกิดผลเสีย เช่น ความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน หรือประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เป็นต้น



ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม... สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter)

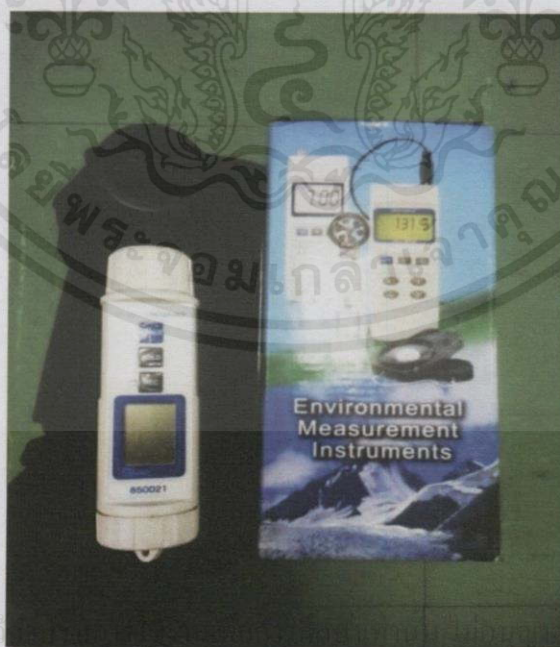
ใช้สำหรับตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นของระบบปรับอากาศ ระบบไอน้ำเป็นหลัก การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ และช่วงการวัดโดยปกติจะมีหัววัด (Probe) หลายแบบได้แก่ แบบสัมผัส แบบจุ่ม แบบไม่สัมผัส สามารถถอดเปลี่ยนตามประเภทการใช้งาน



ภาพที่ 3.3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter)

3.1.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)

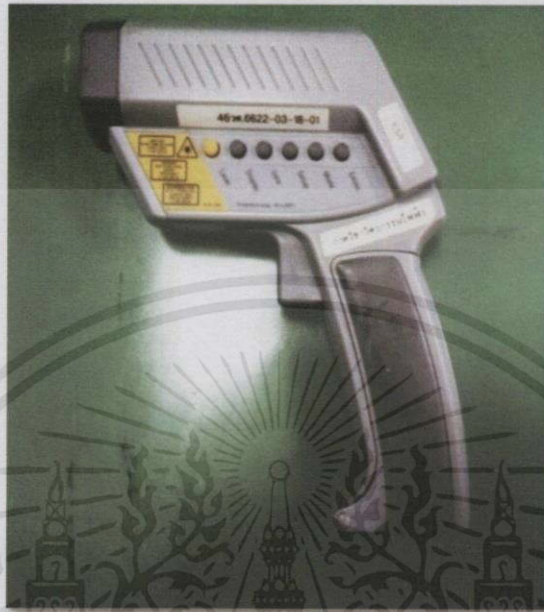
ใช้สำหรับวัดความเร็วลมในระบบปรับอากาศและระบายอากาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ภาพที่ 3.4 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer) ใดที่มีการนำไปใช้

3.1.5 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส (Infrared Thermometer)

ใช้เพื่อวัดอุณหภูมิของสายไฟต่างๆ หากพบว่ามีอุณหภูมิเกินค่าที่ควรจะเป็น ก็ทราบ
ว่าเกิดความผิดปกติขึ้น และจะสามารถแก้ไขจุดบกพร่องได้ต่อไป



ภาพที่ 3.5 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส (Infrared Thermometer)

3.1.6 เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)

ใช้สำหรับป้องกันการตกจากที่สูง เพื่อความปลอดภัยของผู้ตรวจวัด ซึ่งถือเป็นสิ่ง
สำคัญมากอย่างหนึ่ง



ภาพที่ 3.6 เข็มขัดนิรภัย (Safety Belt)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การตรวจวัดระบบแสงสว่าง

เนื่องจากอาคารเรียนรวม 12 ชั้นเป็นอาคารที่มีขนาดใหญ่ แต่ละบริเวณของอาคารมีการใช้งานหลากหลายรูปแบบและมีขนาดพื้นที่ที่แตกต่างกันเช่น ห้องเรียน ห้องคอม ห้องประชุม ห้องน้ำ ทางเดิน เป็นต้น จึงต้องทำการสำรวจเก็บข้อมูลและตรวจนับจำนวนโคมและหลอดไฟของแต่ละห้อง รวมถึงตรวจสอบสภาพทั่วไป ว่ายังทำงานได้อย่างปกติหรือไม่ รวมถึงตำแหน่ง ขนาด และวัดค่าความสว่างที่มีหน่วยเป็นลักซีในแต่ละพื้นที่ของอาคารโดยวัดจากพื้นที่การใช้งานจริง เช่น ระดับโต๊ะเรียน เป็นต้น ใช้เครื่องวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) แล้วนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานของหลอดไฟ แล้วนำไปบันทึกค่าในตารางสะสมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ภาคผนวก ข และตารางบันทึกข้อมูลของอุปกรณ์แสงสว่างปัจจุบัน ภาคผนวก ค ซึ่งมีวิธีการตรวจวัดดังต่อไปนี้

3.2.1 ตรวจนับจำนวนโคมไฟและหลอดไฟของแต่ละบริเวณ

เนื่องจากจำนวนโคมไฟและหลอดไฟของแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่และค่าการลงทุนในการติดตั้งหรือเปลี่ยนหลอดไฟ จึงต้องมีการตรวจนับจำนวนเพื่อเก็บเป็นข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.2.2 บันทึกลักษณะชนิดของโคมไฟและหลอดไฟ

เนื่องจากลักษณะของโคมไฟและหลอดไฟมีผลค่าความสว่าง ความร้อนของขั้วหลอด ความสวยงามในการติดตั้ง และความเหมาะสมในการใช้งาน จึงต้องทำการบันทึกลักษณะของโคมไฟที่มีการใช้งานภายในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นว่า 1.มีโคมไฟกี่ประเภท 2.มีหลอดไฟกี่ประเภท 3.มีลักษณะแตกต่างกันอย่างไร 4.แต่ละบริเวณใช้โคมไฟและหลอดไฟแบบใดบ้าง

3.2.3 ตรวจสอบคุณภาพของโคมไฟและหลอดไฟ

ตรวจสอบคุณภาพโคมไฟและหลอดไฟว่า 1.ยังทำงานได้อย่างปกติหรือไม่ 2.สภาพสายไฟภายในโคมเก็บเรียบร้อย 3.สภาพตัวสะท้อนแสงจัดวางเรียบร้อย 4.สภาพปลาสตัมไม่ส่งเสียงรบกวน 5.หลอดส่องแสงสว่างอย่างเป็นปกติ

3.2.4 บันทึกตำแหน่งการวางโคมไฟ

ในการบันทึกตำแหน่งการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องทราบแผนผังโครงสร้างผนังของอาคารด้วย จึงต้องใช้แผนผังโครงสร้างของอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในการเก็บข้อมูลด้วย ซึ่งได้จัดพิมพ์แผนผังโครงสร้างของอาคารเรียนรวม 12 ชั้นเป็นเอกสารใช้ในการเก็บข้อมูลจากโปรแกรม AutoCAD จากนั้นนำเอกสารนี้มาสำรวจ 1.จำนวนแถวของโคมไฟแต่ละพื้นที่ 2.จำนวนคอลัมน์ของโคมไฟแต่ละพื้นที่ 3.ระยะห่างระหว่างโคมแต่ละหลอด 4.ตำแหน่งการวางโคม

ลักษณะระบบแสงสว่างของบริเวณต่างๆในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นจะมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ เนื่องจากการใช้งานที่แตกต่างกันแสดงตัวอย่างดังภาพที่ 3.7-3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องเรียน

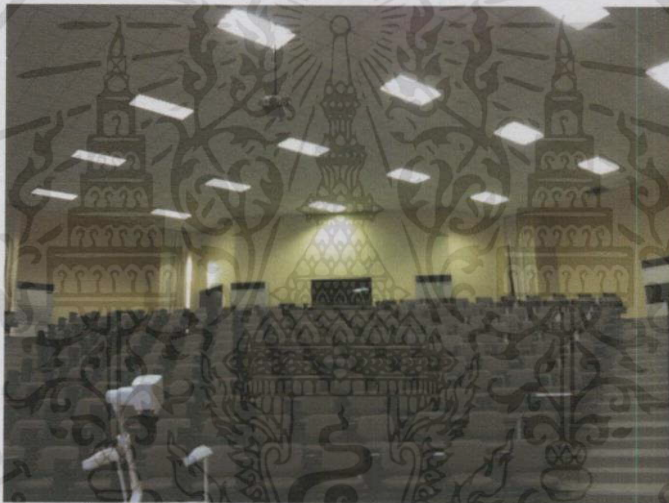


ภาพที่ 3.8 ลักษณะระบบแสงสว่างของทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องน้ำหญิงกลาง



ภาพที่ 3.10 ลักษณะระบบแสงสว่างของห้องประชุมสโลป



ภาพที่ 3.11 ลักษณะระบบแสงสว่างของโถงทางเดินหน้าอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังขอสงวนสิทธิ์ในข้อมูลและรูปภาพที่ปรากฏในเอกสารฉบับนี้
 ครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 ตรวจวัดค่าความเข้มแสง

ในการตรวจวัดระบบแสงสว่างนั้นเพื่อหาค่าความเข้มแสงที่ตกกระทบบนพื้นที่ใช้งานต่างๆ ซึ่งจะทำให้ทราบว่าพื้นที่นั้นๆ มีความสว่างมากน้อยเพียงใด เพียงพอกับความต้องการหรือไม่ สามารถเพิ่มความสว่างส่วนไหนได้บ้างให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน หรือสามารถลดความสว่างหากมีความสว่างมากเกินไปจนความจำเป็น หรือเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานมากขึ้นอีกด้วย

โดยในการตรวจวัดดังกล่าวจะต้องมีการวางแผนการตรวจวัด โดยจะแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 2 โซนหลักๆ ได้แก่ การวัดความเข้มแสงภายในห้อง และการวัดความเข้มแสงตามทางเดิน ซึ่งสาเหตุที่ต้องแยกออกเป็น 2 โซน เนื่องมาจากการมีพื้นที่ใช้งานที่แตกต่างกัน จึงต้องทำการแยกวัดเพื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มของแสงสว่างให้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ และคำนวณค่าเพื่อนำมาวิเคราะห์ต่อไป

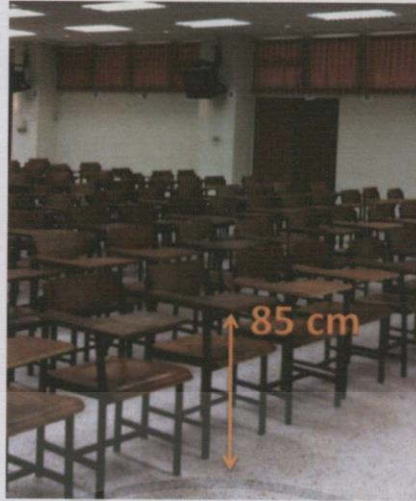
3.2.5.1 วิธีการวัดความเข้มแสงภายในห้อง



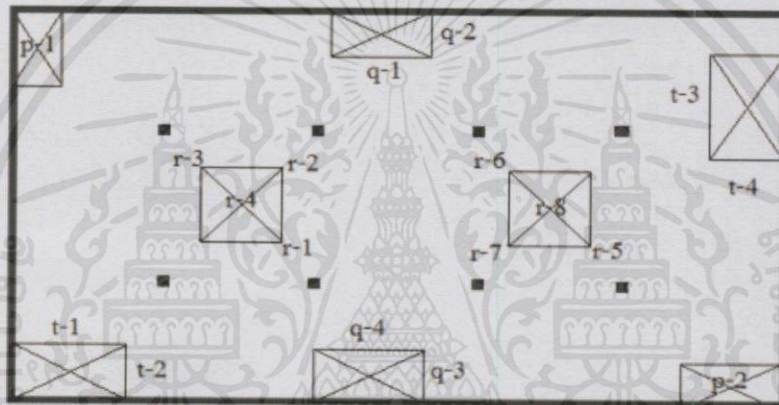
ภาพที่ 3.12 ขณะเตรียมตัววัดความเข้มแสงในห้องเรียนอาคารเรียนรวม 12 ชั้น

ในการวัดความเข้มแสงจะใช้ lux meter ในการวัด โดยจะวัดบนพื้นที่ใช้งานซึ่งอยู่สูงจากพื้น 0.85 เมตร ในการวัดความเข้มแสงในห้องจะต้องปิดม่านทุกบานเพื่อไม่ให้แสงจากภายนอกเข้ามารบกวนการวัด ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนได้ ส่วนวิธีการและตำแหน่งในการวัดจะแสดงได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.13 ระยะความสูงจากพื้นของพื้นที่ใช้งาน



ภาพที่ 3.14 ตำแหน่งการวัดความเข้มแสงในห้องเรียน

ห้องที่มีการติดตั้งหลอดแบบเดียวกันหมดทั้งห้อง เช่น ในห้องที่มีการติดตั้งโคมไฟฟ้าหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบเดียวกันทั้งห้องจะทำการวัดค่าความเข้มแสงได้ดังนี้

1. กำหนดให้มีการวัดค่าที่มุมห้อง 2 มุม จะได้ค่า 2 ค่า กำหนดให้เป็น p-1, p-2 แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมาให้เป็นค่า P

2. กำหนดให้มีการวัดค่าที่ด้านประตูทางเข้า (ด้านล่าง) และ ด้านตรงข้ามประตู (ด้านบน) ของห้องด้านละ 1 ค่า จะได้ค่า 2 ค่า กำหนดให้เป็น q-1, q-2 แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมาให้เป็นค่า Q

3. กำหนดให้มีการวัดค่าที่ด้านซ้ายและขวาของห้องด้านละ 1 ค่า จะได้ค่า 2 ค่า กำหนดให้เป็น t-1, t-2 แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมาให้เป็นค่า T

4. กำหนดให้มีการวัดค่าตรงกลางห้องโดยจะทำการวัดทั้งหมด 4 ค่า กำหนดให้เป็น r-1, r-2, r-3, r-4 แล้วหาค่าเฉลี่ยออกมาให้เป็นค่า R จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ย (Eav) จากสมการ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ $E_{av} = \frac{R(N-1)(M-1)+Q(N-1)+T(M-1)+P}{MN}$ ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง MN ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

N = จำนวนโคมต่อแถว

M = จำนวนแถว

จากนั้นนำค่าความเข้มของการส่องสว่าง มาเปรียบเทียบกับตารางที่ 3.1 เพื่อสรุปว่าค่าความส่องสว่างมีค่าตามมาตรฐานหรือไม่ ถ้าไม่อยู่ในช่วงค่ามาตรฐาน ก็จะหาทางแก้ไข ปรับปรุงเพื่อให้ได้ค่าตามมาตรฐาน

3.2.5.1 วิธีการวัดความเข้มแสงตามทางเดิน

โคมไฟฟ้าที่ติดตั้งในทางเดินจะมีลักษณะการติดตั้งเรียงแถวไปตามทางเดิน โดยมีวิธีวัดค่าความเข้มแสง คือ วัดตรงกลางของดวงโคม และวัดค่าระหว่างดวงโคมสองดวงที่อยู่ติดกัน ซึ่งจะทำการวัดค่าความเข้มแสงให้ได้ 10 ค่า ดังนั้นระยะห่างในการวัดก็แล้วแต่ดุลยพินิจของผู้วัดตามพื้นที่นั้นๆ แต่ถ้าพื้นที่ทางเดินที่วัดมีบริเวณกว้างมากก็สามารถวัดค่าเกิน 10 ค่าได้ เมื่อได้ค่าแล้วก็นำมาหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของทางเดิน จากสมการ (2)

$$E_{av} = \frac{\sum_{n=1}^{\infty} g_n}{n} \quad (2)$$

เมื่อ

g_n (number) = ค่าที่วัดได้ในทางเดินแต่ละจุด

จากที่ได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มแสงทำให้ทราบว่า ลักษณะการจัดวางดวงโคม ระยะห่าง ของโคม รวมไปถึงปัจจัยภายนอก เช่น แสงแดดจากภายนอกในเวลากลางวันสามารถส่องเข้ามาในห้องได้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลต่อการวัดค่าความเข้มแสงภายในห้อง โดยเฉพาะความเข้มแสงตำแหน่งที่อยู่ติดหน้าต่างจะมีความเข้มแสงมาก แม้มีการปิดม่านแล้ว แต่แสงแดดก็ยังสามารถเล็ดลอดเข้ามาได้ ส่วนในห้องที่มีลักษณะเดียวกัน มีการจัดวางโคม หลอด หน้าต่างแบบเดียวกัน (ชนิดเดียวกัน) จะมีค่าความเข้มแสงใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ชนิดของโคมก็มีผลต่อค่าความเข้มแสงด้วยแม้จะใช้หลอดชนิดเดียวกันก็ตาม

3.3 การตรวจวัดระบบปรับอากาศ

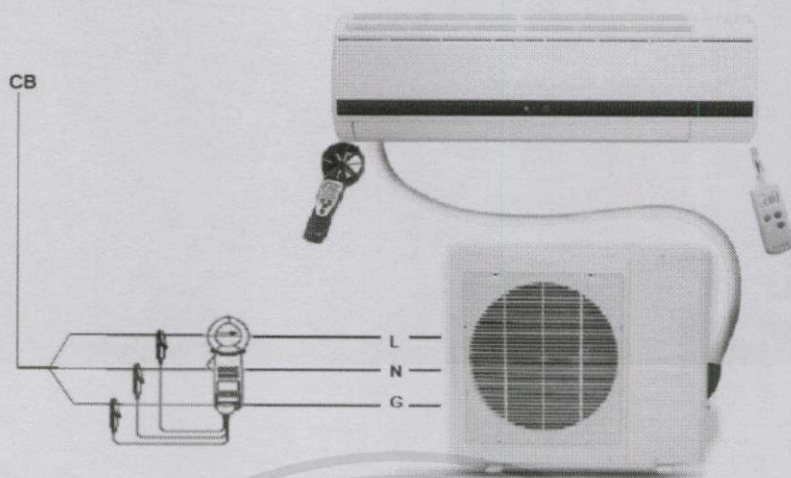
การตรวจวัดระบบปรับอากาศของอาคารเรียนรวม 12 ชั้นได้ทำการสำรวจเก็บข้อมูลและตรวจนับเครื่องปรับอากาศ ตรวจสอบสภาพทั่วไป ว่ายังทำงานได้อย่างปกติหรือไม่ รวมถึงตำแหน่ง ขนาด ปีที่ติดตั้งจากเลขครุภัณฑ์ และวัดค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง โดยเก็บข้อมูลต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศได้ จากนั้นจึงนำไปบันทึกค่าในตารางสะสมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ภาคผนวก ข และตารางบันทึกข้อมูลของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน ภาคผนวก ง ซึ่งมีวิธีการตรวจวัดดังต่อไปนี้

3.3.1 ตรวจนับจำนวนเครื่องปรับอากาศ

เนื่องจากจำนวนเครื่องปรับอากาศของแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน ซึ่งมีผลต่อค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละห้องและค่าการลงทุนในการติดตั้งหรือเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ จึงต้องมีการตรวจนับจำนวนเพื่อเก็บเป็นข้อมูลนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3.3.2 บันทึกอายุของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง

เครื่องปรับอากาศในอาคารแต่ละตัวทำการติดตั้งไม่พร้อมกัน เนื่องจากเครื่องปรับอากาศบางเครื่องเพิ่งมีการติดตั้งใหม่ซึ่งจะทำให้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องยังสูงอยู่ จึงไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง และนอกจากนั้นอายุการใช้งานของแต่ละเครื่องยังเป็นข้อมูลที่ยืนยันสภาพการทำงานและการใช้พลังงานของเครื่องนั้นๆอีกด้วย ซึ่งใช้วิธีการตรวจสอบคือ การเก็บข้อมูลจากเลขครุภัณฑ์ของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัว



ภาพที่ 3.15 การตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

3.3.3 ตรวจวัดประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

การตรวจวัดระบบปรับอากาศนั้นจำเป็นมากสำหรับโครงการตรวจวัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคาร เนื่องจากเครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานสูง โดยการตรวจวัดระบบเครื่องปรับอากาศนั้น จะตรวจวัดความเร็วลมทางด้าน Fan coil Unit (ช่องลมจ่าย) และ Condensing Unit (ช่องลมกลับ) รวมทั้งตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์ของลมทั้งสองด้าน และยังตรวจวัดอุณหภูมิขณะทำงานของเครื่องปรับอากาศ เพื่อที่จะนำไปหา %EER และเมื่อนำ %EER ที่หา มาได้ไปเทียบกับตารางมาตรฐานการประหยัดพลังงานก็จะรู้ว่า เครื่องปรับอากาศตัวที่ทำการวัดนั้นมีการประหยัดพลังงานอยู่ในเกณฑ์ใด และนอกจากนี้ยังทำการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ เพื่อนำไปคำนวณหาประสิทธิภาพ (efficiency) ถ้าค่าประสิทธิภาพที่ได้ออกมา มีค่าต่ำเกิน นั้นหมายถึง เครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นใช้พลังงานเกินความจำเป็น ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจวัดดังต่อไปนี้

1. เปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้องทิ้งไว้ 10-15 นาที โดย
 - ปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 24-25 °C
 - ปรับความเร็วของพัดลมไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด
2. ตรวจสอบไม่ให้มีสิ่งกีดขวางทางลมทางด้านช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ
3. วัดความกว้าง และความยาวของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ เพื่อนำไปคำนวณหาพื้นที่หน้าตัด (A) โดยใช้ตลับเมตร
4. วัดอุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านช่องลมกลับโดยใช้เครื่องวัด อุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter) และวัดความเร็วลม (ft/min) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
5. วัดอุณหภูมิ (°C) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ของอากาศทางด้านช่องลมจ่ายโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น (Temperature-Humidity Meter) และวัดความเร็วลม (ft/min) โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
6. วัดกำลังไฟฟ้รวมของเครื่องปรับอากาศโดยใช้ เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า (Power Meter) โดยต้อง ทำการวัดขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงาน

3.3.2 ขั้นตอนการคำนวณเพื่อวิเคราะห์สมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

สำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องปรับอากาศนั้นจะทำการพิจารณาจากค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนระหว่างความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr) และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศในการทำความเย็น (Watt) โดยค่า EER นี้จะมีหน่วยเป็น Btu/hr/Watt ซึ่งสำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ได้มีสัญลักษณ์ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 แล้วจะมีค่าไม่เกิน 1.13 kW/Ton จากค่าจำกัดความของทั้งสองค่านี้ จะเห็นได้ว่าค่านิยามของ EER และ kW/Ton เป็นส่วนกลับกันโดยยิ่งค่า EER สูงเท่าไร แสดงว่าเครื่องปรับอากาศมีสมรรถนะในการทำงานที่ดีโดยความสัมพันธ์ของทั้งสองสามารถเขียนได้โดยสมการ (3)

$$kW / Ton = 12 / EER \quad (3)$$

จากข้อมูลที่ได้ทำการตรวจสอบตามห้องเรียนต่างๆ ภายในอาคารสามารถนำค่าเหล่านี้มาหาค่าสมรรถนะของเครื่องปรับอากาศโดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาปริมาณลมเย็นที่หมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ คือค่า CFM

จากสมการ (4)

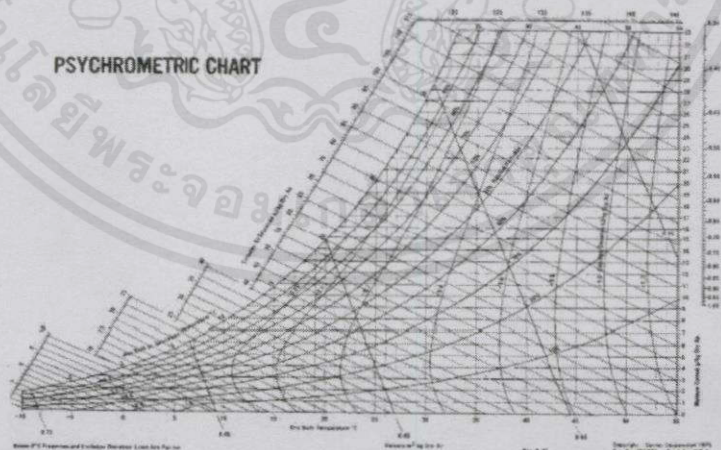
$$CFM = V \times A \quad (4)$$

โดยที่

V = ความเร็วลมเฉลี่ยด้านลมกลับ (ft/min)

A = พื้นที่หน้าตัดของช่องลมกลับ (ft^2)

2. ใช้แผนภาพไซโครเมตริกในการเทียบหาค่า เอนทัลปี (Enthalpy) ของอากาศด้านหลังลมจ่าย และด้านลมกลับจากค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่ทำการตรวจวัดมาได้ โดยจะกำหนดตัวแปรของเอนทัลปีด้านลมจ่ายคือ H_s และด้านลมกลับคือ H_r มีหน่วยเป็น Btu/lb dry air นอกจากนี้สามารถหาค่าเอนทัลปีได้ โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์มาคำนวณโดยตรง หรือใช้ซอฟต์แวร์ทางอินเทอร์เน็ตก็ได้



ภาพที่ 3.16 แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานวิจัยเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการ (5) อื่น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_c = 4.5 \times CFM \times (H_r - H_s) \quad (5)$$

โดยที่
 CFM = ปริมาณลมเย็นหมุนเวียนผ่านเครื่องปรับอากาศ (ft^3 / min)
 Hr = เอนทาลปีของอากาศด้านลมกลับ (Btu/lb min)
 Hs = เอนทาลปีของอากาศด้านลมจ่าย (Btu/lb min)

4. คำนวณหาสมรรถนะ การทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ (kW/Ton หรือ EER) ตามนิยามในข้างต้นเมื่อทำการคำนวณหาค่า EER ได้แล้วก็นำค่ามาเทียบว่าอยู่ในช่วงที่มีประสิทธิภาพพร้อมใช้งานอยู่หรือไม่และเพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศในการซ่อมบำรุงต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศตามมาตรฐาน

เบอร์ 5	$EER \geq 10.6$
เบอร์ 4	$10.6 \geq EER \geq 9.6$
เบอร์ 3	$9.6 \geq EER \geq 8.6$
เบอร์ 2	$8.6 \geq EER \geq 7.6$
เบอร์ 1	$EER \leq 7.6$

3.3.3 การตรวจวัดระบบปรับอากาศของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น

จึงทำการสำรวจเก็บข้อมูลและตรวจนับเครื่องปรับอากาศ ตรวจสอบสภาพทั่วไปว่ายังทำงานได้อย่างปกติหรือไม่ รวมถึงตำแหน่ง ขนาด ปีที่ติดตั้งจากเลขครุภัณฑ์ และวัดค่าการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่อง โดยเก็บข้อมูลต่างๆ ได้แก่

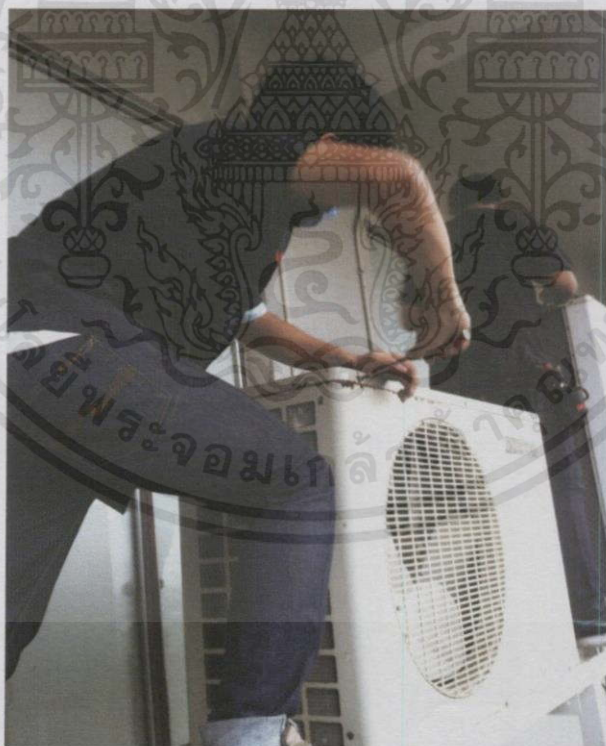
1. ขนาดของแรงดัน กระแส โดยใช้เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า
2. ความเร็วลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
3. ความชื้น โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น
4. พื้นที่ของหน้ากก

ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานและประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศได้ แล้วนำไปบันทึกค่าในตารางสะสมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ภาคผนวก ข และตารางบันทึกข้อมูลของเครื่องปรับอากาศปัจจุบัน ภาคผนวก ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.17 บริเวณที่ทำการตรวจวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 3.18 ขณะเปิดฝาคอมเพรสเซอร์เพื่อวัดค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การตรวจวัดระบบไฟฟ้าอื่นๆ

ทำการสำรวจเก็บข้อมูลและตรวจนับอุปกรณ์ไฟฟ้า รวมถึงตรวจสอบสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ เช่น เต้ารับ พัดลม สายไฟ การเดินสายไฟ ตู้ควบคุมไฟฟ้า ทั้งของวงจรรย่อยและของวงจรสายป้อน รวมทั้งตู้บริภัณฑ์ไฟฟ้า MDB โดยปฏิบัติดังนี้

1. เต้ารับ

ทำการสำรวจตำแหน่ง และสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ว่ายังสามารถใช้งานได้ปกติหรือไม่โดยใช้ไขควงเช็คไฟในการตรวจสอบ

2. พัดลม

ทำการสำรวจตำแหน่ง และสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ว่ายังสามารถใช้งานได้ปกติหรือไม่โดยการเปิดเครื่องพัดลม จากนั้นสังเกตลักษณะการหมุนของใบพัดและแกนพัดลม

3. ตัวนำไฟฟ้า

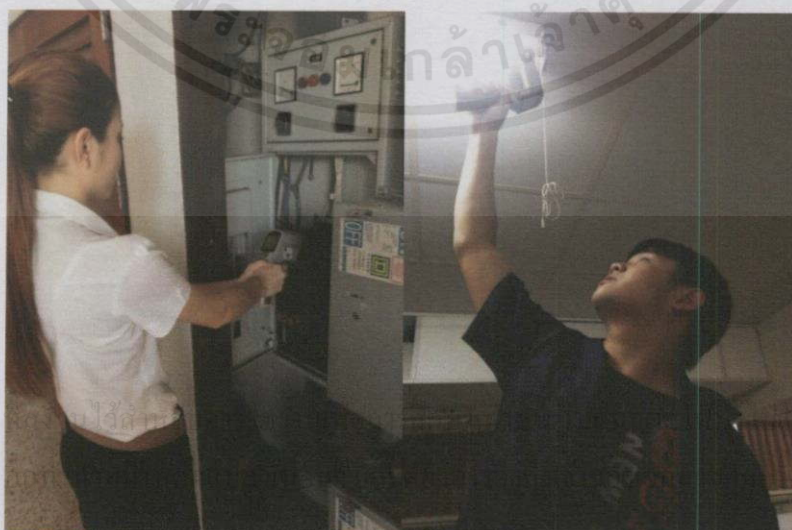
ทำการสำรวจตำแหน่งและสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ว่ายังใช้งานได้ปกติหรือไม่สำรวจพิกัดกระแสและความยาวของสายไฟเพื่อหาค่าสูญเสียที่เกิดขึ้นในตัวนำไฟฟ้า รวมถึงตรวจสอบอุณหภูมิที่ขั้วของตัวนำเมื่อมีการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดในวงจรนั้นๆ เพราะความร้อนจะสื่อถึงขนาดของสายที่ใช้ยังมีขนาดเล็กเกินไป หรืออาจมีความเสื่อมสภาพของสายไฟในบางช่วง

4. การเดินสายไฟ

ทำการสำรวจสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยและประกอบอยู่มิดชิดไม่มีส่วนของสายไฟไหลออกมานอกอุปกรณ์

5. ตู้ควบคุมไฟฟ้าทุกขนาด

ทำการสำรวจสภาพทั่วไปของอุปกรณ์ว่าอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยและประกอบอยู่มิดชิดไม่มีส่วนของสายไฟไหลออกมานอกอุปกรณ์ รวมถึงดูความเหมาะสมของการติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้ารวมถึงอุปกรณ์ตัดต่อวงจรหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ในการเลือกขนาดและจำนวน



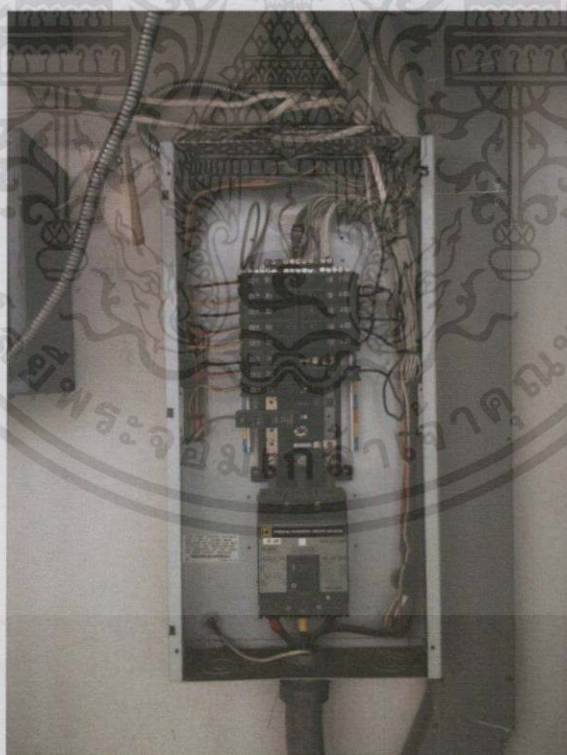
เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ประโยชน์ด้านการค้า
ที่มีกรนำไปใช้

ภาพที่ 3.19 ทำการตรวจวัดอุณหภูมิของอุปกรณ์



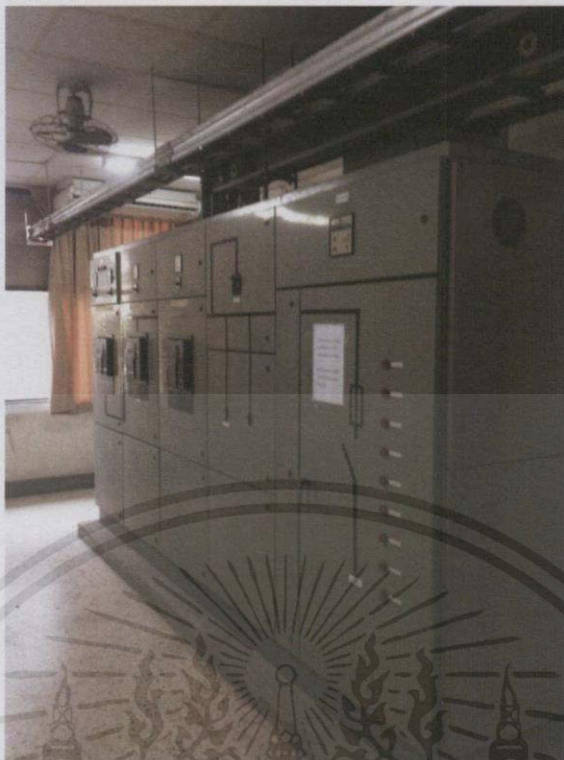
ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างห้องควบคุมไฟฟ้าชั้น 7 ผังซ้ายของอาคาร



ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างตู้ควบคุมไฟฟ้าของระบบเครื่องปรับอากาศในชั้น 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานนี้ ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



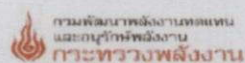
ภาพที่ 3.22 บริภัณฑ์ประธาน(Main Distribution Board)



ภาพที่ 3.23 การติดตั้งสายป้อน(Busway)จากบริภัณฑ์ประธานในปัจจุบัน

ซึ่งข้อมูลต่างๆจะเป็นประโยชน์ในการนำไปวิเคราะห์การใช้พลังงานของอุปกรณ์
แล้วนำไปบันทึกค่าในตารางสะสมข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ ภาคผนวก ข
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (BEC Software)

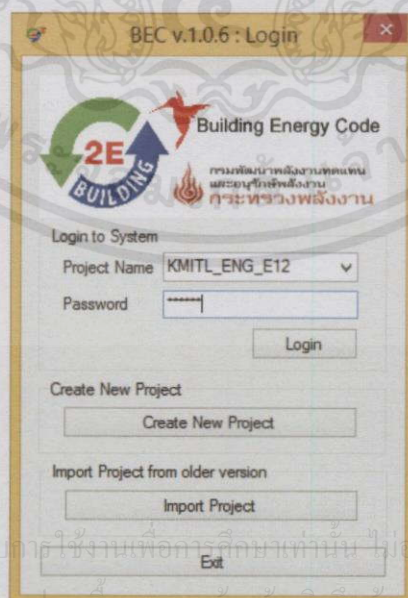


โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงาน ของอาคาร **BEC**



ภาพที่ 3.24 โปรแกรมเพื่อการประเมินประสิทธิภาพพลังงาน

โปรแกรม BEC เป็นโปรแกรมที่ถูกออกแบบให้ใช้งานของศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) กระทรวงพลังงาน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการตรวจและประเมินผลการออกแบบอาคารว่า เป็นไปตามกฎที่กระทรวงกำหนดไว้หรือไม่ รวมไปถึงสามารถช่วยวิศวกรและสถาปนิกในการออกแบบอาคารให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน โดยการกรอกค่าตัวแปรที่สำคัญลงไปโปรแกรม เช่น ชนิดของวัสดุก่อสร้าง กรอบอาคารที่ใช้ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ เป็นต้น เพื่อใช้ในการตรวจและประเมิน โดยขั้นตอนแรกในการใช้งาน จะเริ่มจากการตั้งชื่อโปรเจกต์หรืออาคารที่ต้องการประเมิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาคีใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหานี้และตั้งชื่ออื่นใดขึ้นของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.25 หน้าต่างเริ่มต้นโปรแกรม BEC

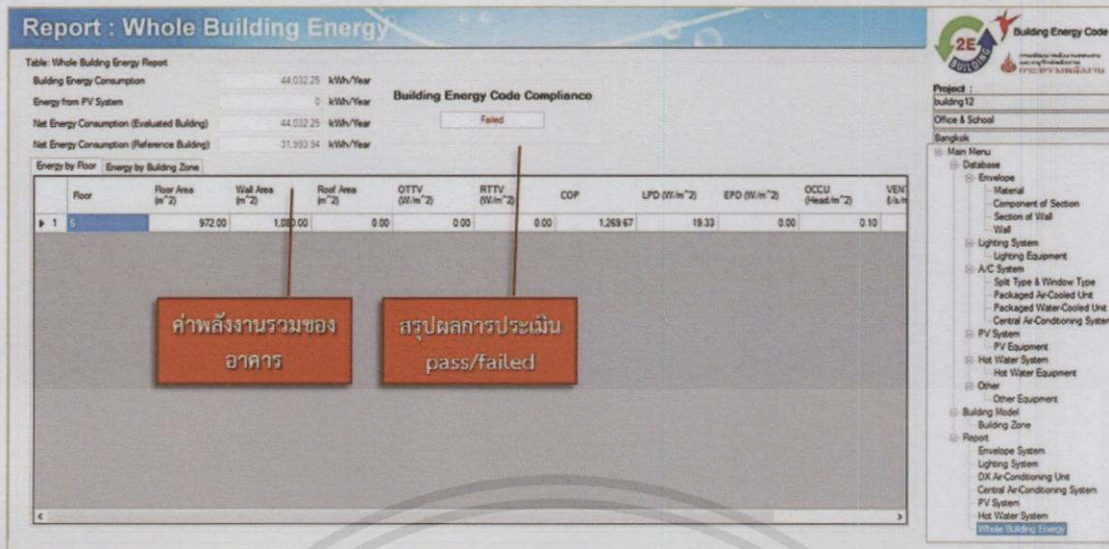


ภาพที่ 3.26 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม BEC

ในส่วนของหน้าจอหลักโปรแกรมจะมี 3 ส่วนที่สำคัญได้แก่ ฐานข้อมูล (Database), แบบจำลองอาคาร (Building Model) และรายงานผล (Report) ซึ่งข้อมูลที่ต้องการนำไปวิเคราะห์จะต้องนำไปกรอกที่ฐานข้อมูล ซึ่งจะมี 6 ระบบย่อยดังนี้ ข้อมูลกรอบอาคาร (Envelope), ข้อมูลระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System), ข้อมูลระบบปรับอากาศ (A/C System), ข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System), ข้อมูลระบบทำความร้อน (Hot Water System) และข้อมูลอุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าอื่นๆ (Other)

โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมากรอกในส่วนของฐานข้อมูล (Database) ซึ่งในโครงการนี้ได้ทำการสำรวจภาระทางไฟฟ้า 2 ระบบที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System) และระบบปรับอากาศ (A/C System) เมื่อกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จึงทำการกำหนดพื้นที่การใช้งาน(ขนาดของห้อง)ในส่วน of แบบจำลองอาคาร (Building Model) จากนั้นโปรแกรมจะทำการประเมินวิเคราะห์ผลและแสดงผลภาพในส่วนของการรายงานผล (Report)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

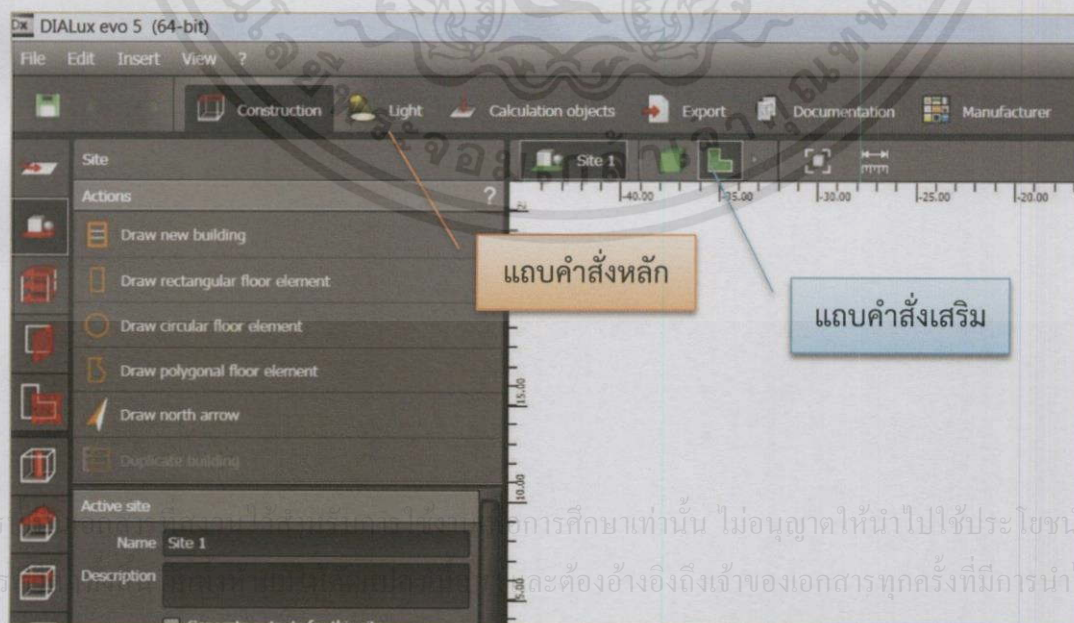


ภาพที่ 3.27 การรายงานผลของโปรแกรม BEC

เมื่อประมวลผลเสร็จโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังภาพที่ 3.12 การรายงานผลของโปรแกรม BEC ประกอบด้วยข้อมูลค่าพลังงานรวมของอาคาร ซึ่งเป็นปริมาณไฟฟ้ารวมต่อปี และสรุปผลการประเมินว่าผ่าน (pass) หรือไม่ผ่าน (fail) ตามเกณฑ์มาตรฐานการใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงานของกระทรวงพลังงาน

3.6 โปรแกรมออกแบบงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Dialux)

Dialux เป็นโปรแกรมจำลองการติดตั้งโคมไฟและหลอดไฟสำหรับผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่ออำนวยความสะดวกในการหาจำนวนของโคมไฟและตำแหน่งการติดตั้งโคมไฟในพื้นที่จริงให้มีค่าความสว่างที่เหมาะสม โดยโปรแกรมสามารถคำนวณค่าความเข้มแสง (lux) บนพื้นที่ใช้งานที่เรากำหนดได้



ภาพที่ 3.28 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Dialux

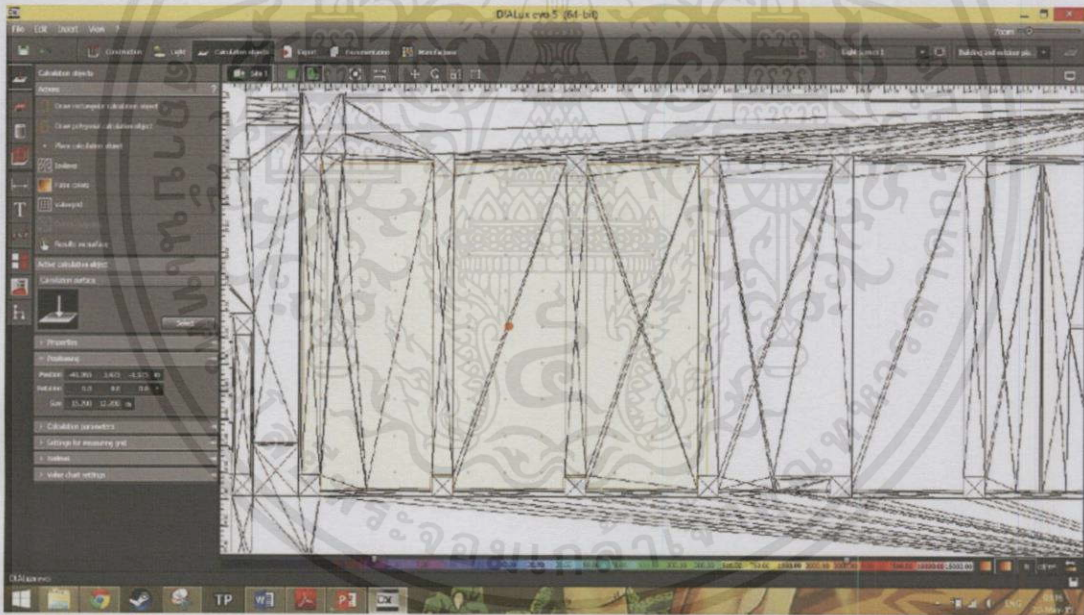
เอกสาร
ไม่ว่าการ

การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้งานโปรแกรม Dialux จากภาพที่ 3.13 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม Dialux ได้แสดงแถบคำสั่งของโปรแกรมซึ่งประกอบด้วย แถบคำสั่งหลัก และแถบคำสั่งเสริม โดยที่ แถบคำสั่งหลักจะแสดงส่วนประกอบทั้งหมดของโปรแกรมได้แก่ โครงสร้าง (Construction), การติดตั้งโคมไฟ (Light), เป้าหมายการคำนวณ (Calculation Object), การส่งออก (Export), เอกสาร (Documentation), และผู้ผลิต (Manufacturer) ส่วนในแถบคำสั่งเสริมเป็นจะเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม เช่น มุมมองสามมิติ (3D), มุมมองสองมิติ (2D), ไม้บรรทัด เป็นต้น

โปรแกรม Dialux มีความพิเศษที่สามารถจำลองลักษณะการส่องสว่างของโคมไฟได้จริง เนื่องจากนำข้อมูลของโคมไฟมาจากผลิตภัณฑ์จริงที่มีในท้องตลาด โดยผู้ผลิต (Manufacturer) ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตโคมไฟแต่ละยี่ห้อเป็นผู้ให้ข้อมูลลักษณะการส่องสว่างและความสว่างของโคมไฟของบริษัทตนเองมาในรูปแบบของ .ies ไฟล์ ซึ่งเป็นไฟล์ที่สามารถโหลดได้จาก catalog ของผู้ผลิตทางอินเทอร์เน็ตหรือทางคำสั่งผู้ผลิต (Manufacturer) ในแถบคำสั่งหลัก

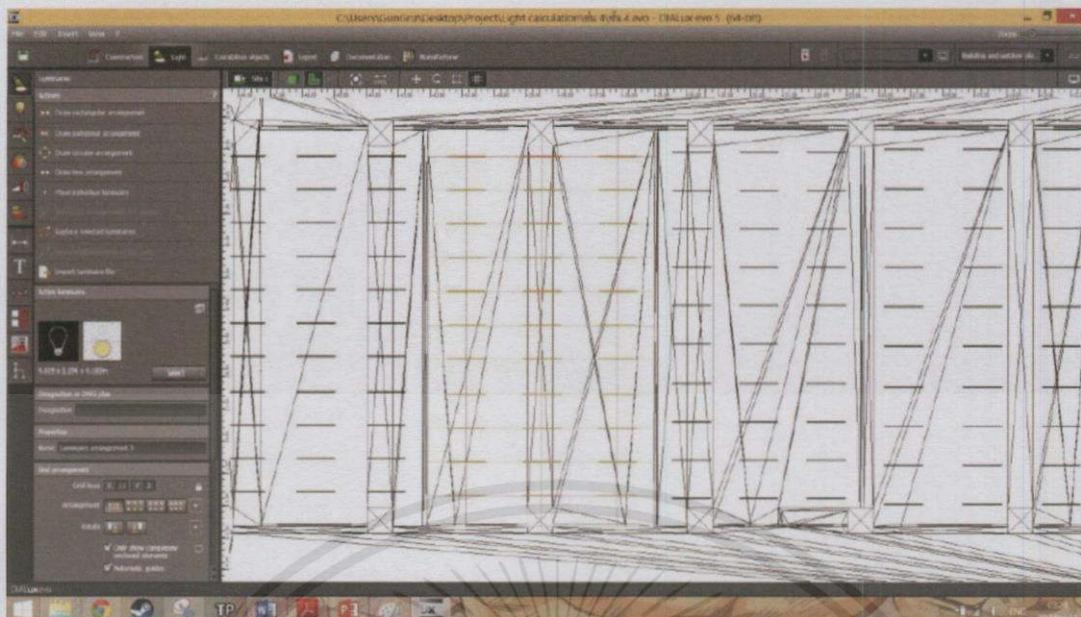
ในการจะเริ่มการจำลองจำเป็นต้องมีโครงสร้าง (Construction) ของห้องหรือพื้นที่ที่จะทำการจำลองก่อน ซึ่งสามารถนำเข้า (Import) โครงสร้างนี้จากการโปรแกรมสามมิติอื่นได้ หรือสร้างพื้นที่นี้จากโปรแกรมสองมิติอื่นได้เช่นกันแต่ต้องสร้างพื้น ผืน หรือเพดานเองโดยใช้คำสั่ง โครงสร้าง (Construction) ในแถบคำสั่งหลัก



ภาพที่ 3.29 การกำหนดพื้นที่ในการคำนวณโปรแกรม Dialux

เมื่อมีข้อมูลหลอดไฟและมีโครงสร้างห้องที่ต้องการจะจำลองการติดตั้งหลอดไฟแล้ว จะต้องทำการกำหนดพื้นที่ที่ต้องการให้โปรแกรมทำการคำนวณค่าความเข้มแสง (lux) พื้นที่นี้ก็คือ ตำแหน่งที่มีการใช้งานซึ่งต้องการทราบค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยสามารถกำหนด ตำแหน่งพื้นที่นี้ได้จากคำสั่งเป้าหมายการคำนวณ (Calculation Object) ในแถบคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.30 การวางตำแหน่งโคมไฟในโปรแกรม Dialux

จากนั้นทำการวางตำแหน่งโคมไฟให้เหมาะสมและสวยงามตามความเหมาะสมหรือความต้องการของผู้ออกแบบได้จากคำสั่งการติดตั้งโคมไฟ (Light) ในแถบคำสั่งหลักดังภาพที่ 3.14 การวางตำแหน่งโคมไฟในโปรแกรม Dialux เมื่อวางตำแหน่งโคมไฟเรียบร้อยแล้วจึงกดคำสั่งคำนวณ (play) เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่าความเข้มแสงและแสดงผลการส่องสว่างดังภาพที่ 3.15 ผลการคำนวณความสว่างของโปรแกรม Dialux



ภาพที่ 3.31 การคำนวณความสว่างของโปรแกรม Dialux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์พลังงาน

รายละเอียดของอาคาร 12 ชั้น ถูกแบ่งเป็นส่วนด้านหน้าของอาคารมีจำนวนทั้งหมด 3 ชั้น เป็นส่วนที่มีห้องประชุมและโถงอาคารอยู่ด้านล่าง และส่วนด้านหลังของอาคาร ที่มีทั้งหมด 12 ชั้น โดยทั้งอาคารจะประกอบไปด้วยห้องประชุมขนาดใหญ่จำนวน 4 ห้อง ห้องควบคุมต่างๆ ห้องธุรการ ห้องคอมพิวเตอร์ ห้องเรียน และยังมีส่วนของภาควิชาต่างๆ ได้แก่ ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร อยู่ด้านทิศตะวันออกของชั้น 2 และชั้น 3 , ภาควิศวกรรมสารสนเทศอยู่ชั้น 9 ถึงชั้น 12 และในปีการศึกษา 2558 จะมีการเปิดหลักสูตรภาควิชาวิศวกรรมการบินและนักบินพาณิชย์ที่จะใช้พื้นที่ใน ส่วนของด้านทิศตะวันตกของชั้น 11 ซึ่งในการตรวจวัดพลังงาน จะได้ข้อมูลบันทึกเป็นตารางการตรวจวัดระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตารางการวัดระบบปรับอากาศ และข้อมูลตำแหน่งของเต้ารับ บันทึกไว้แล้วในภาคผนวก ข, ภาคผนวก ค, ภาคผนวก ง โดยอ้างอิงจากรายการตรวจสอบอาคารของผู้ตรวจสอบอาคารที่ถูกต้องตามมาตราฐานของกระทรวงพลังงาน พบว่า อาคารเรียน 12 ชั้น มีหม้อแปลงชนิดฉนวนน้ำมันระบายความร้อนด้วยอากาศ 2 ลูก ลูกละ 1,500 kVA เดินเข้า MDB ในอาคาร ซึ่งมีการเดินสายโดยใช้ Bus way เดินในแนวตั้งเป็นจำนวน 4 ราง โดยแบ่งเป็นฝั่งซ้าย 2 รางและฝั่งขวา 2 ราง ขึ้นมาถึงชั้น 12 โดยแต่ละชั้นจะมีตู้ Sub Distribution Board (SDB) ทุกชั้น ชั้นละ 4 ตู้ แล้วเดินสายทั้งแบบเดินในรางเดินสายไฟ (Wireway) และแบบเดินร้อยท่อไปยังห้องต่างๆ โดยวิธีเดินบนฝ้าเพดานและฝังผนัง

เมื่อทำการนำข้อมูลที่สำรวจมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม BEC ในการประเมินตรวจสอบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เหมาะสมหรือผ่านเกณฑ์การประหยัดพลังงานของศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน(พพ.) กระทรวงพลังงาน ว่าเป็นไปตามที่กฎกระทรวงกำหนดหรือไม่ จากทฤษฎีเบื้องต้นเรานำมาศึกษาและเข้าตรวจวัดพลังงานของอาคาร 12 ชั้น พบว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าหลักๆอย่างเช่น เครื่องปรับอากาศจำนวนมากที่ใช้งานมาตั้งแต่ พ.ศ.2537 ดูจากข้อมูลเลขครุภัณฑ์ที่ติดอยู่กับอุปกรณ์ ซึ่งถือว่าเป็นเวลาที่นานพอสมควร โดยปกติระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานสูง และเครื่องปรับอากาศที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานานย่อมเกิดการเสื่อมสภาพลงทำให้มีการใช้พลังงานที่สูงขึ้น นอกจากนี้เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันเป็นเครื่องปรับอากาศแบบเก่าที่ยังไม่มีการรณรงค์ให้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง (ประหยัดไฟเบอร์ 5) และมีอายุการใช้งานที่ต่ำกว่าเครื่องปรับอากาศที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ตามที่ห้องตลาดจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน จึงเป็นสาเหตุทำให้มีการใช้พลังงานในอาคารค่อนข้างสูง ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์ในโปรแกรม BEC ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเรียน 12 ชั้น ปัจจุบันมีการปรับปรุงใช้เป็นหลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 แล้วเกือบทั้งหมด ทำให้เมื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่แล้ว แต่ด้วยอายุการใช้งานของหลอด T5 ที่เปลี่ยนมาค่อนข้างนานแล้ว จึงทำให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างเสื่อมลง โดยจากการวัดความเข้มแสงของบางห้องนั้นต่ำกว่ามาตรฐานที่ควรจะใช้ในห้องเรียน ส่วนอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เต้ารับ นั้นไม่ค่อยมีผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ช่วยประหยัดพลังงานจากเดิม แต่จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆที่เอามาใช้ต่อกับเต้ารับแทน

เอกสารเรียนการสอน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากการศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์เดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเปรียบเทียบกับอุปกรณ์ประหยัดพลังงานที่ใช้เทคโนโลยีใหม่ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบอุปกรณ์แสงสว่าง

หลอดไฟที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน					
อุปกรณ์	อุปกรณ์เสริม	คอมติดตั้ง	กำลังไฟฟ้า (Watt)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)	Lumen
T5	บัลลาสต์ อิเล็กทรอนิกส์	ฝังฝ้า/สะท้อนแสง/ ตะแกรง	29	10,000	2750
T8	บัลลาสต์แกนเหล็ก	ฝังฝ้า/สะท้อนแสง/ ตะแกรง	46	10,000	2710
Compact Fluorescent	-	ดาวไลท์/ไม่กรอง/ สะท้อนแสง	8	8,000	6500
Incandescent	-	ดาวไลท์/ไม่กรอง/ สะท้อนแสง	40	1,000	450
หลอดไฟที่ใช้ในการออกแบบ					
อุปกรณ์	อุปกรณ์เสริม	คอมติดตั้ง	กำลังไฟฟ้า (Watt)	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)	Lumen
LED T8 18W	-	ติดลอยไม่สะท้อนแสง	18	50,000	1546
LED 110W	-	Low - bay	110	50,000	9908

แสดงลักษณะโคมไฟและหลอดไฟที่ติดตั้งในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นอยู่ปัจจุบัน ดังนี้



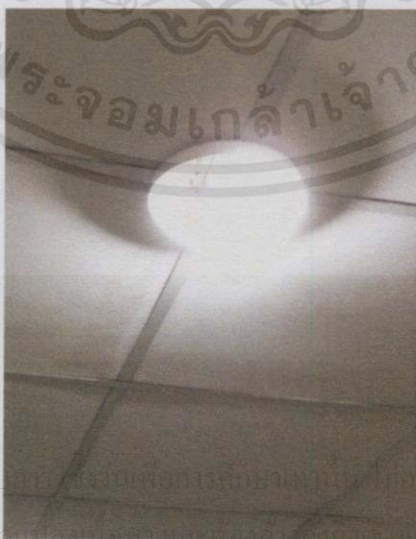
ภาพที่ 4.1 โคมไฟฝังฝ้า/สะท้อนแสง/ตะแกรงและหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์(T5)



ภาพที่ 4.2 โคมไฟติดลอย/ไม่สะท้อนแสง/ตะแกรงและหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์(T8)



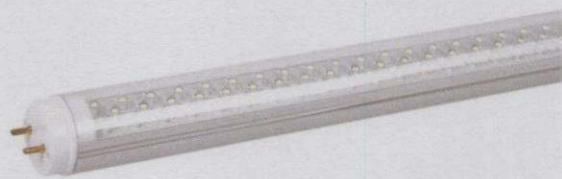
ภาพที่ 4.3 โคมไฟดาวไลท์/ไม่กรอง/สะท้อนแสงและหลอดไฟอินแคนเดสเซนต์ 40W



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะโครงการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.4 โคมไฟติดลอย/ฝาครอบและหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 8W

แสดงลักษณะโคมไฟและหลอดไฟที่ใช้ในการออกแบบ ดังนี้



ภาพที่ 4.5 หลอดไฟ LED 18W



ภาพที่ 4.6 โคมไฟโลว์เบย์ LED 110W

จะเห็นได้ว่าอุปกรณ์ที่ใช้อยู่เดิมนั้น หลังจากประเมินด้วยโปรแกรม BEC และพบว่าผ่านเกณฑ์การประหยัดพลังงานและมีแสงสว่างที่เพียงพอในแต่ละพื้นที่ แต่จากการไปตรวจวัดค่าความสว่างในอาคารจริงพบว่ามีความสว่างต่ำกว่ามาตรฐานที่ควรใช้ในห้องเรียน ซึ่งมีสาเหตุมาจากอายุการใช้งานของหลอดไฟมีผลต่อความสว่าง คือ หากใช้หลอดไฟไปนานๆ จะทำให้ความสว่างลดลง ในที่นี้จะเห็นได้ว่าหลอดไฟที่ใช้อยู่เดิมในปัจจุบันคือหลอดไฟประหยัดพลังงาน T5 และ T8 มีอายุการใช้งานของหลอด 10,000 ชั่วโมงเท่านั้น ถ้านับจากตอนที่ติดตั้งหลอดไฟจนถึงปัจจุบันพบว่าตอนนี้เกินอายุการใช้งานของหลอดแล้ว แม้จะยังสามารถส่องสว่างได้อยู่แต่ค่าความสว่างนั้นลดลงต่ำกว่าเกณฑ์ อีกทั้งเทคโนโลยีที่ใหม่ในปัจจุบันคือ หลอดไฟประหยัดพลังงานชนิด LED ทั้งขนาด T8 และขนาดที่ใช้ร่วมกับโคม Low bay มีอายุการใช้งานของหลอดไฟมากกว่าถึง 5 เท่า และยิ่งประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่าหลอดไฟชนิดเดิมมาก ถ้าหากทำการปรับปรุงก็จะทำให้ผ่านเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานได้เช่นกัน แต่สามารถลดพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่าเดิมถึง 2 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษายเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน				
ขนาด (BTU)	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ประสิทธิภาพ (EER)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)
20000	2537	3.53	5.07	6,777.6
	2551	1.99	8.53	2,865.6
30000	2537	4.44	6.7	8,524.8
	2551	3.53	9.77	6,624
เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในการคิดออกแบบ				
ขนาด (BTU)	ปีที่ผลิต (พ.ศ.)	กำลังไฟฟ้า (kW)	ประสิทธิภาพ (EER)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)
20000	2554	1.3	15.4	3,120
30000	2554	1.94	15.25	4,656



ภาพที่ 4.7 เครื่องปรับอากาศแบบแขวนเพดานและแบบตั้งพื้นที่ติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.8 เครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ที่ใช้ในการคิดออกแบบ

และในส่วนของเครื่องปรับอากาศ จะเห็นได้ว่าเครื่องปรับอากาศทั้งหมดที่ใช้เป็นแบบแยกส่วน (Split type) ซึ่งเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีกำลังไฟฟ้าที่มากกว่าเครื่องปรับอากาศที่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีใหม่ทั้งแบบ Inverter และ Non-Inverter และยังมีค่าประสิทธิภาพต่ำกว่ามาก ซึ่งถ้าหากเราเลือกอุปกรณ์ที่มีค่าประสิทธิภาพมากขึ้นก็จะยิ่งประหยัดพลังงานมากขึ้นด้วย ซึ่งเครื่องปรับอากาศแบบ Inverter เป็นอุปกรณ์ที่มีค่าประสิทธิภาพ(EER)สูงและยังมีความสามารถในการปรับการทำงาน โดยรักษาระดับความเย็นในห้องให้คงที่โดยไม่ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ แต่จะลดรอบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ลงจาก 100% เหลือ 30 - 100% ขึ้นอยู่กับความร้อนที่ถ่ายเทของมาในห้องมากน้อยเพียงใด และแบบ Non-Inverter ที่จำหน่ายในปัจจุบันจะมีการรับรองด้วยฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 ที่กำหนดไว้ว่าเครื่องปรับอากาศจะต้องมีค่าประสิทธิภาพหรือ EER มากกว่า 11 จึงเป็นเหตุผลที่สมควรจะเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศชนิดใหม่ ซึ่งในกรณีนี้จะเป็นแบบแยกส่วน (Split type) เพราะถ้าใช้แบบ AHU จะเป็นการสิ้นเปลืองการวางท่อช่องลมและการส่งผ่านลมเย็นในอาคารสูง ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ช่วยลดค่าไฟฟ้าได้ในระยะยาว

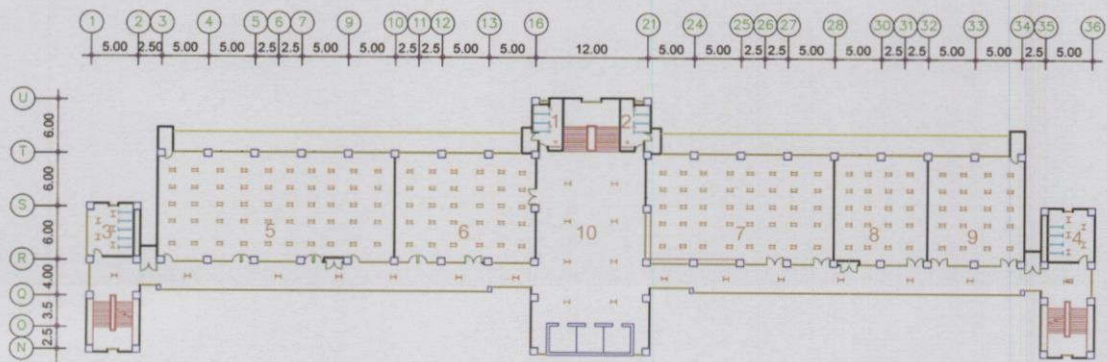
โครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อลดพลังงานไฟฟ้าในอาคาร โดยจะปรับปรุงในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบไฟฟ้าอื่นๆ โดยปรับปรุงเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานในส่วนที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานหรือถ้าหากมีผลิตภัณฑ์ที่สามารถช่วยลดพลังงานงานได้ยิ่งกว่าเดิมก็จะทำให้ค่าไฟฟ้านั้นลดลงไปด้วย ซึ่งจะแยกเป็นการปรับปรุงเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่แทนจำนวนเท่าอุปกรณ์เดิม กับการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ในส่วนที่ควรจะต้องปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (Renovation) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตรงที่การออกแบบระบบไฟฟ้าใหม่จะมีการวางตำแหน่งและจำนวนอุปกรณ์ใหม่ให้เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานและสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งในการออกแบบนี้จะมีการปรับปรุงส่วนของเซอร์กิตเบรกเกอร์ รวมถึงสายไฟชุดใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับพิกัดกระแสของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งใหม่และช่วยลดการสูญเสียที่เกิดขึ้นจากตัวนำที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี เพื่อความปลอดภัย และป้องกันความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับตัวอาคารในอนาคตได้

4.1 การปรับปรุงเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่แทนจำนวนเท่าอุปกรณ์เดิม

การออกแบบเพื่อลดการใช้พลังงานในอาคาร 12 ชั้นนี้ เราจะแบ่งออกเป็นทีละระบบ คือ ออกแบบระบบปรับอากาศแล้วทำการคำนวณหาค่าพลังงานที่สามารถลดได้จากเดิม และคำนวณหาจุดคุ้มทุนของการปรับปรุง แล้วทำแบบเดียวกันอีก 2 ระบบ โดยแต่ละระบบจะเสนอออกมาอีกหลายมาตรการ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการตัดสินใจในกรณีที่งบประมาณในการปรับปรุงอาคารมีจำกัด ไม่สามารถปรับปรุงพร้อมกันได้ทั้งอาคาร แต่หากแยกเป็นทีละระบบแล้ว จะช่วยให้พิจารณาออกแบบมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง



ภาพที่ 4.9 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบแสงสว่างในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน

ในระบบนี้จะสามารถเลือกวิธีการปรับปรุงได้หลายวิธี และจากการสำรวจพบว่า ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น ส่วนใหญ่ใช้หลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ T5 (หลอดเรียวยาว) ขนาด 120 เซนติเมตร ตามนโยบายการประหยัดพลังงานที่เริ่มนำหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ 5 มาใช้ ตั้งแต่ปี พ.ศ.2550 แต่ปัญหาปัจจุบันคือ ประสิทธิภาพความสว่างลดลงกว่ามาตรฐานของพื้นที่การใช้งานจากการวัดค่าความเข้มแสง และปัจจุบันเริ่มมีการพัฒนาหลอดประหยัดไฟชนิด LED ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 ดังนั้น หากเราทำการเปลี่ยนแปลงหลอดไฟเพื่อแก้ไขปัญหาความสว่างไม่เพียงพออยู่แล้ว จึงเพิ่มกรณีหากเราต้องการเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟเป็น หลอดไฟแอลอีดี ซึ่งจะสรุปออกมาเป็นระยะเวลาคืนทุนจากการประหยัดพลังงาน และยังแบ่งเป็นมาตรการที่เปลี่ยนหลอดไฟพร้อมกันทั้งอาคาร กับมาตรการที่เปลี่ยนหลอดไฟโดยแบ่งเป็น ปีละ 2 ชั้น ในกรณีที่งบประมาณการปรับปรุงอาคารมีอยู่อย่างจำกัด ในการจะคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนจำเป็นต้องมีข้อมูลจำนวน ราคาของหลอดและอุปกรณ์ที่ใช้ งานร่วม และราคาติดตั้งหลอด มีดังนี้

จำนวนหลอดไฟทั้งหมดประมาณ	5,157	หลอด
ค่าหลอดไฟแบบเดิม (T5)	100	บาท/หลอด
ค่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	300	บาท/อัน
ค่าหลอดไฟแอลอีดี 18 W	500	บาท/หลอด
ค่าติดตั้งหลอดไฟแอลอีดี	50	บาท/หลอด
อายุการใช้งานค่าหลอดไฟ (T5)	10,000	ชั่วโมง
อายุการใช้งานค่าหลอดไฟ แอลอีดี	50,000	ชั่วโมง
อายุการใช้งานค่าหลอดไฟ เทียบกับหลอดแบบเดิม	5	เท่า

โดยในการลงทุนจะต้องคำนึงถึงอัตราเงินเฟ้อที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเฉลี่ยปีละ 2.5% เมื่อได้ราคาลงทุนมาแล้วจึงจำเป็นต้องเพิ่มส่วนของอัตราเงินเฟ้อเข้าไปด้วย
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนั้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรการที่ 1 เปลี่ยนหลอดไฟทั้งอาคาร เพื่อปรับปรุงคุณภาพความสว่างของระบบแสงสว่าง สามารถทำได้ 2 กรณี

กรณี 1 เปลี่ยนเป็นหลอดไฟชนิดเดิม(ฟลูออเรสเซนต์ T5)	
ค่าหลอดไฟเดิม(ฟลูออเรสเซนต์ T5) 5,157 หลอด	= 5,157 หลอด x 100 บาท
	= 515,700 บาท
ค่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 2,579 อัน	= 2,579 อัน x 300 บาท
	= 773,700 บาท
ค่าบำรุงรักษาหลอด T5 100x5,157	= 25,785 (บาท/ปี)
อายุการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10,000 ชั่วโมง	= 10,000/(8x300)
	= 4.2 ปี
ลงทุน	= 1,289,400 บาท
อัตราการลงทุนค่าหลอดไฟต่อปี	= 1,430,302 /4.2
	= 340,548 บาท/ปี

กรณี 2 เปลี่ยนไปใช้หลอดไฟแอลอีดี T8 (ความสว่างมากกว่า) แทนหลอดแบบเดิม	
ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 5,157 หลอด	= 5,157 หลอด x 550 บาท
	= 2,836,350 บาท
อายุการใช้งานหลอดแอลอีดี 50,000 ชั่วโมง	= 50,000/(8x300)
	= 20.8 ปี
สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 5,157 หลอด	= 51,570 วัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 51,570x8x300	= 123,768 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 495,072 บาท/ปี
ระยะเวลาคืนทุนจากการประหยัดพลังงาน	= 2,836,350/495,072
	= 5.7 ปี
ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 500*5,157	= 128,925 (บาท/ปี)
อัตราการลงทุนค่าหลอดไฟต่อปี	= 2,836,350/20.8
	= 136,363 บาท/ปี

หากจะต้องมีการเปลี่ยนหลอดไฟอยู่แล้ว โดยเดิมต้องลงทุน 1,430,302 บาท
เลือกเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟแอลอีดีแทน ต้องลงทุนเพิ่มขึ้น = 3,310,111 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาคืนทุนของมาตรการที่ 1 การเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED T8

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	เงินทุนคงเหลือ (บาท)
0	4,740,413	-	495,072	- 4,245,341
1	-	128,925	495,072	-3,879,194
2	-	128,925	495,072	-3,400,697
3	-	128,925	495,072	-2,914,625
4	-	128,925	495,072	-2,410,553
5	-	128,925	495,072	-1,915,481
6	-	128,925	495,072	-1,420,409
7	-	128,925	495,072	-925,337
8	-	128,925	495,072	-430,265
9	-	128,925	495,072	64,827

มาตรการที่ 2 ลงทุนเปลี่ยนเป็นหลอดไฟแอลอีดี ปีละ 2 ชั้น

เพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกเปลี่ยนหลอดไฟที่ชั้นใดก่อนหลัง จึงได้ทำการคำนวณเปรียบเทียบของแต่ละชั้น เนื่องจากแต่ละชั้นมีจำนวนหลอดไม่เท่ากันซึ่งแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานของหลอดไฟและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างหลอดปัจจุบัน กับหลอดไฟ LED

ชั้น	จำนวน (หลอด)	พลังงานที่ LEDใช้ (Watt)	พลังงานที่ หลอดเดิม ใช้ (Watt)	ประหยัดไฟ กว่าเดิม (Watt)	ประหยัด ไฟ/ปี (kW)	ประหยัดค่า ไฟ/ปี (บาท)	ลงทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)
1	522	9396	19456	10060	24144	96576	287100	3.0
2	926	16668	37708	21040	50496	201984	509300	2.5
3	370	6660	13960	7300	17520	70080	203500	2.9
4	404	7272	12760	5488	13171	52684.8	222200	4.2
5	360	6480	11120	4640	11136	44544	198000	4.4
6	476	8568	14926	6358	15259	61036.8	261800	4.3
7	416	7488	14036	6548	15715	62860.8	228800	3.6
8	306	5508	9554	4046	9710	38841.6	168300	4.3
9	340	6120	10540	4420	10608	42432	187000	4.4
10	276	4968	8684	3716	8918	35673.6	151800	4.3
11	294	5292	9206	3914	9394	37574.4	161700	4.3
12	467	8406	14682	6276	15062	60249.6	256850	4.3

จากตารางจะแสดงให้เห็นว่า หากเราพิจารณาจากชั้นที่คุ้มค่ากับการลงทุนก่อน จะดูจากชั้นที่สามารถคืนทุนได้เร็วกว่า เพื่อทำการเปลี่ยนหลอดปีละ 2 ชั้น แล้วนำค่าไฟที่สามารถประหยัดลงไปมาใช้ลงทุนเพิ่มกับงบประมาณลงทุนของปีถัดไป

ซึ่งชั้นที่ควรเปลี่ยนใน ปีที่ 1 คือ ชั้น 2 และ 3
 ปีที่ 2 คือ ชั้น 1 และ 7
 ปีที่ 3 คือ ชั้น 4 และ 6
 ปีที่ 4 คือ ชั้น 11 และ 12
 ปีที่ 5 คือ ชั้น 8 และ 10
 ปีที่ 6 คือ ชั้น 5 และ 9

การคำนวณจากการเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟแอลอีดี T8 (ความสว่างมากกว่า) แทนหลอดแบบเดิม ซึ่งอายุการใช้งานหลอดแอลอีดี 50,000 ชั่วโมง = $50,000 / (8 \times 300) = 20.8$ ปี

ปีที่ 0 คือ ชั้น 2 และ 3

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 1,296 หลอด = $1,296 \text{ หลอด} \times 550 \text{ บาท}$
 = 712,800 บาท
 สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 1,296 หลอด
 = 12,960 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $12,960 \times 8 \times 300$ = 31,104 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 124,416 บาท/ปี

ปีที่ 1 คือ ชั้น 1 และ 7

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 938 หลอด = $938 \text{ หลอด} \times 550 \text{ บาท}$
 = 515,900 บาท
 ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 = 128,925 บาท
 มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเพื่อ = 430,361 บาท
 เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเพื่อ = 1,153,490 บาท
 สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 938 หลอด
 = 9,380 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $9,380 \times 8 \times 300$ = 22,512 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 90,048 บาท/ปี
 จะประหยัดไฟรวมกับหลอดที่เปลี่ยนไปแล้วปีที่ 1 ได้ $90,048 + 124,416 \text{ บาท}$
 = 214,464 บาท/ปี

ปีที่ 2 คือ ชั้น 4 และ 6

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 880 หลอด = $880 \text{ หลอด} \times 550 \text{ บาท}$
 = 484,000 บาท
 ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 = 128,925 บาท
 มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเพื่อ = 313,981 บาท
 เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเพื่อ = 1,482,723 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครู ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกฉบับนี้ก็มีอีกฉบับคือฉบับเต็ม อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 880หลอด
 = 8,800 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $8,800 \times 8 \times 300$ = 21,120 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 84,480 บาท/ปี
 จะประหยัดไฟรวมกับหลอดที่เปลี่ยนไปแล้วตั้งแต่ปีที่ 1 ได้ $214,464 + 84,480$ บาท
 = 298,944 บาท/ปี

ปีที่ 3 คือ ชั้น 11 และ 12

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 761 หลอด = 761หลอด \times 550 บาท
 = 418,550 บาท
 เงินลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อรวม = $418,550 \times (1+0.025)^{10} = 535,779$ บาท
 ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 = 128,925 บาท
 มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 175,475 บาท
 เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 1,671,137บาท
 สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 761หลอด
 = 7,610 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $7,610 \times 8 \times 300$ = 18,264 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 73,056 บาท/ปี
 จะประหยัดไฟรวมกับหลอดที่เปลี่ยนไปแล้วปีที่ 1 ได้ $298,944 + 73,056$ บาท
 = 372,000 บาท/ปี

ปีที่ 4 คือ ชั้น 8 และ 10

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 582 หลอด = 582 หลอด \times 550 บาท
 = 320,100 บาท
 เงินลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อรวม = $418,550 \times (1+0.025)^{10} = 409,755$ บาท
 ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 = 128,925 บาท
 มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 21,153 บาท
 เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 1,694,669บาท
 สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 582หลอด
 = 5,820 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $5,820 \times 8 \times 300$ = 13,968 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 55,872 บาท/ปี
 จะประหยัดไฟรวมกับหลอดที่เปลี่ยนไปแล้วปีที่ 1 ได้ $372,000 + 55,872$ บาท
 = 427,872 บาท/ปี

ปีที่ 5 คือ ชั้น 5 และ 9

ค่าหลอดไฟแอลอีดีรวมค่าติดตั้ง 700 หลอด = 700 หลอด \times 550 บาท
 = 385,000 บาท
 เงินลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อรวม = $385,000 \times (1+0.025)^{10} = 492,832$ บาท
 ค่าบำรุงรักษาหลอด LED T8 = 128,925 บาท
 มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 18,853 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มาไปใช้

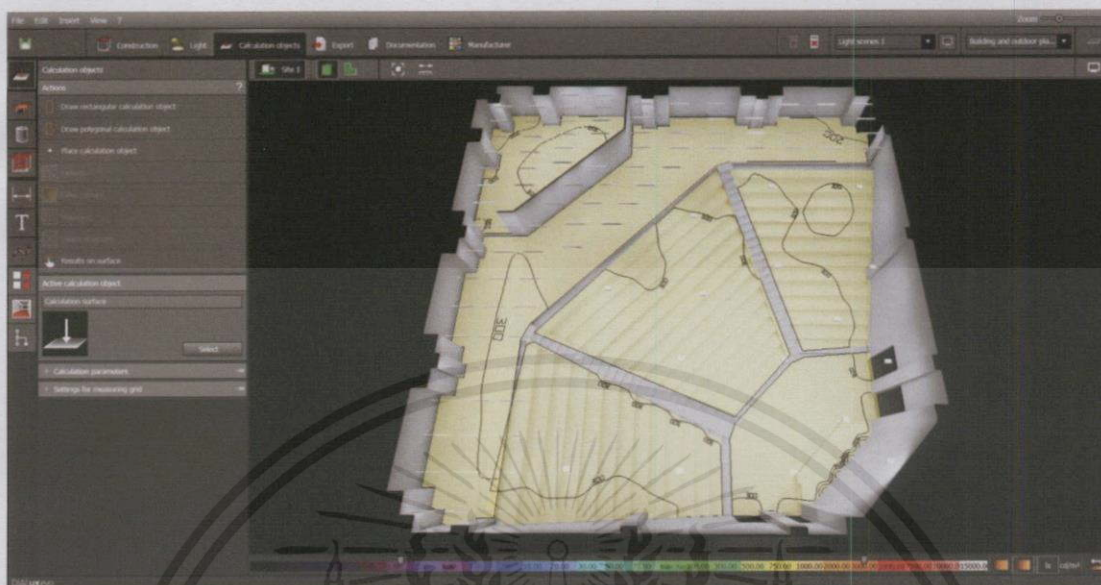
เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 1,716,209 บาท
 สามารถประหยัดไฟจากหลอดแบบเดิมได้ 10 วัตต์/หลอด ทั้งหมด 700 หลอด
 = 7,000 วัตต์
 สามารถประหยัดไฟได้ $7,000 \times 8 \times 300$ = 16,800 กิโลวัตต์/ปี
 คิดเป็นเงิน = 67,200 บาท/ปี
 จะประหยัดไฟรวมกับหลอดที่เปลี่ยนไปแล้วปีที่ 1 ได้ $427,872 + 67,200$ บาท
 = 495,072 บาท/ปี

ตารางที่ 4.5 ระยะเวลาคืนทุนของมาตรการที่ 2 เปลี่ยนหลอดไฟ กรณีปีละ 2 ชั้น

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	กระแสเงินสด สุทธิ (บาท)	เงินลงทุน คงเหลือ (บาท)
0	712,800	-	124,416	-712,800	-712,800
1	515,900	128,925	214,464	-430,361	-1,153,490
2	484,000	128,925	298,944	-313,981	-1,482,723
3	418,550	128,925	372,000	-175,475	-1,671,137
4	320,100	128,925	427,872	-21,153	-1,694,669
5	385,000	128,925	495,072	-18,853	-1,716,209
6	-	128,925	495,072	366,147	-1,268,723
7	-	128,925	495,072	366,147	-827,510
8	-	128,925	495,072	366,147	-363,686
9	-	128,925	495,072	366,147	114,053
10	-	128,925	495,072	366,147	606,124
11	-	128,925	495,072	366,147	1,112,957
12	-	128,925	495,072	366,147	1,634,995
13	-	128,925	495,072	366,147	2,157,033

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดไฟในพื้นที่อาคารห้องประชุมสโลปชั้น 2 และบริเวณโถงด้านหน้าของอาคารในชั้น 1



ภาพที่ 4.10 การใช้โคมไฟโลว์เบย์ LED 110W แทนโคมไฟลูออเรสเซนต์เดิมในโปรแกรม Dialux

จากการสำรวจพื้นที่บริเวณห้องประชุมสโลปชั้น 2 และบริเวณโถงด้านหน้าของอาคารในชั้น 1 พบว่ามีการใช้งานอยู่เป็นประจำทั้งในส่วนของห้องประชุม 1-4 ที่ใช้เรียนตลอดทั้งวัน และบริเวณโถงหน้าอาคารชั้นล่างที่ใช้อ่านหนังสือตลอดทั้งคืน แต่หลอดไฟที่ใช้ให้ความสว่างเป็นหลอดไฟลูออเรสเซนต์ (T8) ที่มีความเข้มแสงไม่เพียงพอเมื่อระยะระหว่างเพดานถึงพื้นที่ใช้งาน (working plane) สูงมากกว่า 4 เมตร และนอกจากนั้นการติดหลอดไฟเป็นจำนวนมากก็ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายอีกด้วย จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งที่จะเปลี่ยนหลอดไฟลูออเรสเซนต์เหล่านี้เป็นหลอดไฟ LED ชนิดโคม Low Bay ขนาด 110 วัตต์ ซึ่งมีความสว่างสูงกว่าและเมื่อได้ทำการจำลองหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยในโปรแกรม Dialux แล้วพบว่าโคมไฟชนิดนี้จำนวน 9 โคมสามารถทดแทนโคมไฟลูออเรสเซนต์ได้ 21 โคมในส่วนของห้องประชุม 1 ได้ค่าความเข้มแสงเฉลี่ยที่ดีขึ้นคือ 385 ลักซ์ นอกจากนี้แต่ละโคมใช้พลังงานน้อยกว่าถึง 28 วัตต์

เมื่อทำการคำนวณระยะเวลาคืนทุนจะต้องมีข้อมูลต่างๆดังนี้

จำนวนโคมไฟ LED low bay ที่จะเอามาแทน	70 โคม
ราคาโคมไฟ LED low bay	15,000 บาท
ราคาค่าติดตั้งโคมไฟ LED low bay โคมละ	1,000 บาท
พลังงานที่โคมไฟ LED low bay ใช้โคมละ	110 วัตต์
ลงทุนเปลี่ยนโคมไฟ LED จำนวน 70 โคม	= 70 โคม x 16,000 บาท
	= 112,000 บาท

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่โคมเดิมใช้ = 19,228 กิโลวัตต์

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดไปได้ = 11,528 กิโลวัตต์

ปริมาณไฟฟ้าลดลงใน 1 ปี และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ = 31,214 กิโลวัตต์

ประหยัดค่าไฟฟ้าใน 1 ปี = 124,857 บาท

ระยะเวลาในการคืนทุน = $112,000 / 124,857 = 0.89$ ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้ผู้อื่นนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกประการหนึ่งการนำไฟฟ้าไปใช้จะต้องอ้างอิงถึงเจ้าของ

ตารางที่ 4.6 ระยะเวลาคืนทุนจากการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟ LED 110W

พื้นที่	จำนวน LED ที่เอามาแทน (หลอด)	พลังงานที่หลอด LED ใช้ (Watt)	จำนวนหลอดไฟชนิดเดิม (หลอด)	พลังงานที่ หลอด เดิม ใช้ (Watt)	ประหยัด ไฟฟ้า กว่าเดิม (Watt)	ประหยัด ไฟฟ้า/ปี (kW)	ประหยัด ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	จำนวน เงิน ลงทุน (บาท)	ระยะเวลา คืนทุน (ปี)
โถงหน้าอาคาร	20	2,200	96	4,416	2,216	7,978	31,910	32,000	1.0
ลานจอดรถ	10	1,100	40	1,840	740	2,664	10,656	16,000	1.5
ห้องประชุม 1	9	990	63	2,898	1,908	4,579	18,317	14,400	0.8
ห้องประชุม 2	11	1,210	78	3,588	2,378	5,707	22,829	17,600	0.8
ห้องประชุม 3	11	1,210	78	3,588	2,378	5,707	22,829	17,600	0.8
ห้องประชุม 4	9	990	63	2,898	1,908	4,579	18,317	14,400	0.8
รวม	70	7,700	418	19,228	11,528	31,214	124,857	112,000	0.9

จากการคำนวณหาระยะเวลาการคืนทุนของมาตรการนี้จะสรุปได้ว่า หากทำการปรับปรุง จะช่วยลดค่าไฟไปได้ทั้งหมด 124,857 บาท และคืนทุนได้ในเวลา 0.9 ปี

มาตรการการควบคุมแสงสว่าง

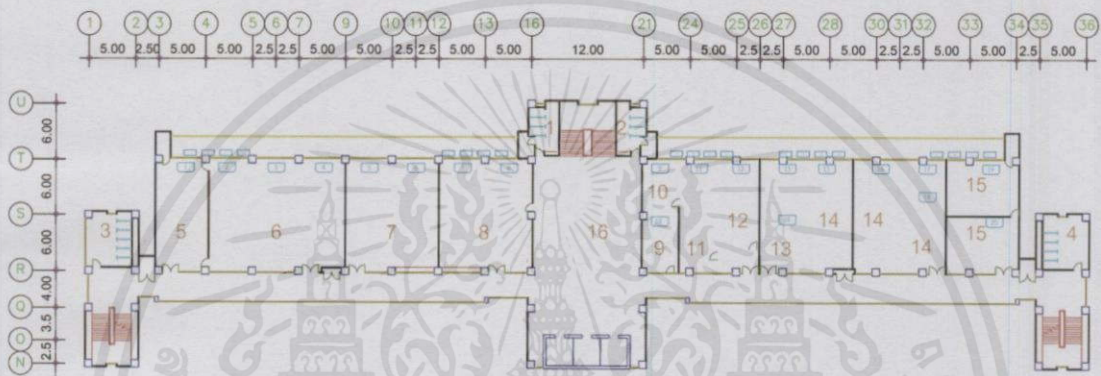
1. การปรับหรี่แสงไฟ (Dimming Control) เป็นวิธีการลดการใช้พลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยลดระดับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่หลอด ทำให้หลอดกำลังไฟที่ใช้ลง เนื่องจากระบบนี้จะทำให้ความสว่างของหลอดลดน้อยลง 15 % เหมาะกับพื้นที่ที่มีความสว่างมากเกินความจำเป็นที่ใช้งาน ทำให้ประหยัดไฟฟ้าได้ถึง 30% เหมาะกับการติดตั้งในอาคารในบริเวณทางเดิน อย่างไรก็ตามการปรับหรี่แสงต้องคำนึงถึงมาตรฐานความสว่างของแต่ละพื้นที่การใช้งานด้วย
2. การควบคุมตามเวลา (Time Scheduled Control) เป็นวิธีการที่ใช้ระบบอัตโนมัติในการเปิดปิดหลอดไฟตามช่วงเวลาที่กำหนด เพื่อเปิดโคมไฟให้สว่างในเวลาทำงาน และปิดโคมแสงสว่างให้เหลือเท่าที่จำเป็น โดยผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าเวลาการเปิดปิดไฟได้ตามพื้นที่ต่างๆตามต้องการ เพื่อลดการใช้ไฟในเวลาก่อนเรียนและหลังเลิกเรียน รวมถึงช่วงพักกลางวัน โดยสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือจะทำงานร่วมกับระบบการจัดการในอาคาร หรือสามารถปรับเป็นเปิดปิดได้ด้วยตนเอง
3. การควบคุมโดยการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Occupancy Control) เป็นวิธีการควบคุมการเปิดปิดโคมแสงสว่างโดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหว เพื่อเปิดโคมแสงสว่างเมื่อมีคนเข้าใช้งานในพื้นที่ และปิดโคมแสงสว่างโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีคนอยู่ในพื้นที่แล้ว ซึ่งอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวจะส่งคลื่นอัลตราโซนิกหรืออินฟราเรดไปในพื้นที่ห้อง แล้ววัดการสะท้อนกลับมา จะทำหน้าที่คล้ายสวิทช์ คือ เมื่อตรวจจับพบการเคลื่อนไหว โคมไฟจะสว่าง และหากไม่พบการเคลื่อนไหวเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ การคัดลอกหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย

ระยะเวลาหนึ่งที่ตั้งค่าไว้คอมไฟท์จะดับลง เพื่อลดการเปิดคอมแสงสว่างไว้อย่างเปล่า ประโยชน์เมื่อไม่มีคนอยู่ในพื้นที่แล้ว

4. การควบคุมตามระดับแสงธรรมชาติ (Daylight Control) เป็นระบบที่เปิดปิดและปรับหรี่คอมแสงสว่างตามความสว่างของแสงภายนอกที่เข้ามาภายในอาคาร โดยคอมไฟท์จะปิดหรือปรับหรี่แสงสว่างในเวลาที่มีแสงภายนอกเข้ามามาก ทำให้พื้นที่ในห้องมีความสว่างเกินระดับที่ตั้งไว้ จะไปประกอบด้วยตัววัดแสงที่ส่งสัญญาณไปในตัวควบคุมทำให้ลดการใช้ไฟฟ้าในบริเวณที่มีหน้าต่างหรือช่องแสงเข้ามาในห้องถึง 50%

4.1.2 ระบบปรับอากาศ



ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบปรับอากาศในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน

จากการสำรวจพบว่า ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น มีเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 291 ตัว แบ่งเป็นกรณีโดยมีเครื่องปรับอากาศที่ใช้พิจารณาเปลี่ยนคือ

1. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 20000 BTU

ราคา 38000 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 25000 BTU

ราคา 46100 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 30000 BTU

ราคา 55500 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 35000 BTU

ราคา 62300 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 40000 BTU

ราคา 70400 บาท/เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 20000 BTU

ราคา 29300 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 25000 BTU

ราคา 31200 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 30000 BTU

ราคา 39400 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 35000 BTU

ราคา 44200 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 40000 BTU

ราคา 53700 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 46000 BTU

ราคา 66000 บาท/เครื่อง

เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 60000 BTU

ราคา 74000 บาท/เครื่อง

มาตรการที่ 1 ปรับปรุงพร้อมกันทั้งอาคาร (รวมทั้งเครื่องที่เสียอยู่แล้ว) มี 2 กรณี

กรณีที่ 1 เปลี่ยนเป็น เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER

- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 20000 BTU มีทั้งหมด 37 เครื่อง
เครื่องราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $37 \times 38,000 = 1,406,000$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 25000 BTU มีทั้งหมด 88 เครื่อง
เครื่องราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $88 \times 46,100 = 4,056,800$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 30000 BTU มีทั้งหมด 41 เครื่อง
เครื่องราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $41 \times 55,500 = 2,275,500$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 35000 BTU มีทั้งหมด 46 เครื่อง
เครื่องราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $46 \times 62,300 = 2,865,800$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 40000 BTU มีทั้งหมด 15 เครื่อง
เครื่องราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $15 \times 70,400 = 1,056,000$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 46000 BTU มีทั้งหมด 1 เครื่อง
ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $1 \times 66,000 = 66,000$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 60000 BTU มีทั้งหมด 32 เครื่อง
ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $32 \times 74,000 = 2,368,000$ บาท
- ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 291 = 145,500$ บาท

แทนเครื่องปรับอากาศที่เสียอยู่แล้วโดยใช้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 25000 BTU มีทั้งหมด 31 เครื่อง

ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $31 \times 46,100$

= 1,429,100 บาท

ลงทุนทั้งหมด = 15,523,200 บาท
 เงินลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อรวม $15,523,200 \times (1+0.025)^{10} = 19,871,010$ บาท
 การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าภายในอาคารทั้งหมด 920.25 kW
 การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ตัวใหม่
 ทั้งหมด 647.95 kW ประหยัด 317.43 kW ลดค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 3,047,328 บาท
 ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 291 = 145,500$ บาท

ตารางที่ 4.7 การแสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ INVERTER

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	เงินทุนคงเหลือ (บาท)
0	19,871,010	-	3,047,328	- 19,871,010
1	-	145,500	3,047,328	-16,967,882
2	-	145,500	3,047,328	-13,920,554
3	-	145,500	3,047,328	-10,873,226
4	-	145,500	3,047,328	-7,825,898
5	-	145,500	3,047,328	-4,924,070
6	-	145,500	3,047,328	-1,876,742
7	-	145,500	3,047,328	1,170,586

กรณีที่ 2 เปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน แบบ NON-INVERTER

- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 20000 BTU มีทั้งหมด 37 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $37 \times 29,300 = 1,084,100$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 25000 BTU มีทั้งหมด 88 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $88 \times 31,200 = 2,745,600$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 30000 BTU มีทั้งหมด 41 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $41 \times 39,400 = 1,615,400$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 35000 BTU มีทั้งหมด 46 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $46 \times 44,200 = 2,033,200$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 40000 BTU มีทั้งหมด 15 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $15 \times 53,700 = 805,500$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 46000 BTU มีทั้งหมด 1 เครื่อง
 ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง) = $1 \times 66,000 = 66,000$ บาท
- เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ขนาด 60000 BTU มีทั้งหมด 32 เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาและการวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกกรณีที่มีการนำไปใช้
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกกรณีที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง)} &= 32 \times 74,000 = 2,368,000 \text{ บาท} \\ - \text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 291 &= 145,500 \text{ บาท} \end{aligned}$$

แทนเครื่องปรับอากาศที่เสียอยู่แล้วโดยใช้เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 25000 BTU มีทั้งหมด 31 เครื่อง

$$\begin{aligned} \text{ราคารวม(ไม่คิดค่าติดตั้ง)} &= 31 \times 31,200 \\ &= 967,200 \text{ บาท} \end{aligned}$$

แต่เนื่องจากมีเครื่องปรับอากาศตัวเก่าที่มีประสิทธิภาพดีกว่าตัวเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน ชนิด NON-INVERTER จำนวน 8 ตัว ทำให้ไม่สมควรจะเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ

$$\text{ประเมินเป็นราคา} = 329,500 \text{ บาท}$$

$$\text{ลงทุนทั้งหมด} = 11,355,500 \text{ บาท}$$

$$\text{เงินลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อรวม } 11,355,500 \times (1+0.025)^{10} = 14,536,000 \text{ บาท}$$

การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศตัวเก่าภายในอาคารทั้งหมด 920.25 kW

การใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ตัวใหม่รวมทั้งหมด 807.58 kW ประหยัด 182.08 kW ลดค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 1,747,968 บาท

$$\text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 291 = 145,500 \text{ บาท}$$

ตารางที่ 4.8 การแสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	เงินทุนคงเหลือ (บาท)
0	14,536,000	-	1,747,968	- 14,536,000
1	-	145,500	1,747,968	- 12,802,582
2	-	145,500	1,747,968	-11,069,164
3	-	145,500	1,747,968	-9,335,746
4	-	145,500	1,747,968	-7,602,328
5	-	145,500	1,747,968	-5,868,910
6	-	145,500	1,747,968	-4,135,492
7	-	145,500	1,747,968	-2,402,074
8	-	145,500	1,747,968	-668,656
9	-	145,500	1,747,968	1,064,762

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรการ 2 ลงทุนเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ปีละ 2 ชั้น

เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของการลดค่าไฟในอาคาร สำหรับกรณีมีเงินลงทุนอย่างจำกัด ซึ่งจะทำให้การแสดงให้เห็นว่า ชั้นไหนเหมาะสมสำหรับการลงทุนดังตารางดังนี้

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างเครื่องปรับอากาศ ปัจจุบันกับเครื่องปรับอากาศ INVERTER

ชั้น	ชนิดเครื่องปรับอากาศ	จำนวนเครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	พลังงานเครื่องปรับอากาศใหม่ใช้ (kW)	พลังงานที่เครื่องปรับอากาศเดิมใช้ (kW)	พลังงานที่ประหยัดได้ (kW)	ประหยัด /ปี (kW)	ประหยัดค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	ลงทุนทั้งหมด (บาท)	คืนทุน (ปี)
1	INVERTER	23	40.8	68.11	27.31	65,544	262,176	1141000	4.35
2		29	54.97	79.38	24.41	58,584	234,336	1513500	6.46
3		54	224.21	293.17	68.96	165,504	662,016	3,554,900	5.37
4		19	39.37	65.92	26.55	63,720	254,880	1,099,800	4.31
5		20	40.31	70.67	30.36	72,864	291,456	1,110,900	3.81
6		17	33.93	53.49	19.56	46,944	187,776	938,600	5
7		18	36.2	73.16	36.96	88,704	354,816	958,900	2.7
8		8	16.85	31.24	14.39	34,536	138,144	480,600	3.48
9		19	35.13	54.39	19.26	46,224	184,896	986,400	5.33
10		13	21.46	29.31	7.85	18,840	75,360	600,600	7.97
11		18	30.8	55.04	24.02	57,648	230,592	872,900	3.79
12		22	28.57	46.37	17.8	42,720	170,880	836,000	4.89
แทนตัวฟังก์		31	45.35	-	-	-	-	1,429,100	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าพลังงานของเครื่องปรับอากาศและระยะเวลาคืนทุน ระหว่างเครื่องปรับอากาศ ปัจจุบันกับเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER

ชั้น	ชนิดเครื่องปรับอากาศ	จำนวนเครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	พลังงานที่เครื่องปรับอากาศใหม่ใช้ (kW)	พลังงานที่เครื่องปรับอากาศเดิมใช้ (kW)	พลังงานที่ประหยัดได้ (kW)	ประหยัด /ปี (kW)	ประหยัดค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	ลงทุนทั้งหมด (บาท)	คืนทุน (ปี)
1	NON - INVERTER	23	54.12	68.11	13.99	33,576	134,304	800,100	5.96
2		29	72.24	79.38	7.14	17,136	68,544	1,049,800	15.32
3		54	237.87	293.17	55.91	134,184	536,736	3,143,600	5.86
4		19	53.38	65.92	12.54	30,096	120,384	791,700	6.58
5		20	53.54	70.67	17.13	41,112	164,448	796,700	4.84
6		17	45.35	53.49	8.14	19,536	78,144	663,900	8.5
7		18	47.03	73.16	26.13	62,712	250,848	701,200	2.8
8		8	23.55	31.24	7.69	18,456	73,824	348,600	4.72
9		19	47.08	54.39	8.79	21,096	84,384	537,100	6.36
10		13	28.04	29.31	1.83	4,392	17,568	372,500	21.2
11		18	41.16	55.04	14.06	33,744	134,976	538,500	3.99
12		22	37.64	46.37	8.73	20,952	83,808	644,600	7.69
แทนตัวฟัง		31	66.58	-	-	-	-	967,200	-

จากตารางจะแสดงให้เห็นถึงข้อมูลต่างๆ ที่จะพิจารณาในการเลือกใช้สำหรับการปรับปรุงอาคาร เมื่อพิจารณาจากระยะเวลาในการคืนทุน และทำการเปลี่ยนที่ละ 2 ชั้นโดยสอดคล้องกับการเปลี่ยนหลอดไฟในระบบไฟฟ้าแสงสว่างข้างต้น จะทำให้ได้ลำดับชั้นดังนี้

ลำดับชั้นในการเปลี่ยน ปีที่ 0 คือ ชั้น 2 และ 3

ปีที่ 1 คือ ชั้น 1 และ 7

ปีที่ 2 คือ ชั้น 4 และ 6

ปีที่ 3 คือ ชั้น 11 และ 12

ปีที่ 4 คือ ชั้น 8 และ 10

ปีที่ 5 คือ ชั้น 5 และ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในอาคารเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 1 เปลี่ยนเป็น เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER
ปีที่ 0 คือ ชั้น 2 และ 3

ชั้น 2

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 2 = 1,513,500 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 24.41 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 24,410x8x300 = 58,584 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน = 234,336 บาท/ปี

ชั้น 3

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 3 = 3,554,900 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 68.96 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 68,960x8x300 = 165,504 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน = 662,016 บาท/ปี

เงินลงทุนปีแรก = 1,513,500 + 3,554,900 = 5,068,400 บาท
= 6,487,980 บาท
รวมปีแรกจะสามารถลดค่าใช้ไฟได้ = 234,336 + 662,016
= 896,352 บาท

ปีที่ 1 คือ ชั้น 1 และ 7

ชั้น 1

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 1 = 1,141,000 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 27.31 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 27,310x8x300 = 65,544 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน = 262,176 บาท/ปี

ชั้น 7

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 7 = 958,900 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 36.96 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 36,960x8x300 = 88,704 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน = 354,816 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 1 และ 7 = 1,141,000 + 958,900
= 2,099,900 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ 500 x 83 = 41,500 บาท

มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 628,056 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 5,711,529 บาท

รวมปีที่ 1 สามารถลดค่าไฟได้ = 354,816 + 262,176
= 616,992 บาท

เมื่อลงทุนในปีที่ 1 แล้วจะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = 896,352 + 616,992
= 1,513,344 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือขึ้นด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีที่ 2 คือ ชั้น 4 และ 6

ชั้น 4

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 4	= 1,099,800 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 26.55 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ $26,550 \times 8 \times 300$	= 63,720 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 254,880 บาท/ปี

ชั้น 6

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 6	= 938,600 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 19.56 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ $36,960 \times 8 \times 300$	= 46,944 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 187,776 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 4 และ 6	= 1,099,800 + 938,600
	= 2,038,400 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 124 = 62,000$ บาท

มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 144,400 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 5,862,944 บาท

รวมปี 2 สามารถลดค่าไฟได้ = 254,880 + 187,776
= 442,656 บาท

เมื่อลงทุนในปีที่ 2 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = $1,513,344 + 442,656$
= 1,956,000 บาท

ปีที่ 3 คือ ชั้น 11 และ 12

ชั้น 11

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 11	= 872,900 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 24.02 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ $24,020 \times 8 \times 300$	= 57,648 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 230,592 บาท/ปี

ชั้น 12

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 12	= 836,000 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 17.80 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ $17,800 \times 8 \times 300$	= 42,720 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 170,880 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 11 และ 12 = 872,900 + 836,000
= 1,708,900 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 160 = 80,000$ บาท

มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 568,572 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 5,252,444 บาท

รวมปี 3 สามารถลดค่าไฟได้ = 230,592 + 170,880
= 401,472 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังเป็นลิขสิทธิ์ของเจ้าของและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อลงทุนในปีที่ 3 แล้วจะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = $1,956,000 + 401,472$
= 2,357,472 บาท

ปีที่ 4 คือ ชั้น 8 และ 10

ชั้น 8

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 8 = 480,600 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 14.39 กิโลวัตต์

สามารถประหยัดไฟได้ $14,390 \times 8 \times 300$ = 34,536 กิโลวัตต์/ปี

คิดเป็นเงิน = 138,144 บาท/ปี

ชั้น 10

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 12 = 600,600 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 7.85 กิโลวัตต์

สามารถประหยัดไฟได้ $7,850 \times 8 \times 300$ = 18,840 กิโลวัตต์/ปี

คิดเป็นเงิน = 75,360 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 11 และ 12 = $480,600 + 600,600$

= 1,081,200 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ 500×200 = 100,000 บาท

มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 1,389,776 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 3,706,383 บาท

รวมปี 4 สามารถลดค่าไฟได้ = $138,144 + 75,360$

= 213,504 บาท

เมื่อลงทุนในปีที่ 4 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = $2,357,472 + 213,504$

= 2,570,976 บาท

ปีที่ 5 คือ ชั้น 5 และ 9

ชั้น 5

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น = 1,110,900 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 30.36 กิโลวัตต์

สามารถประหยัดไฟได้ $30,360 \times 8 \times 300$ = 72,864 กิโลวัตต์/ปี

คิดเป็นเงิน = 291,456 บาท/ปี

ชั้น 9

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 9 = 986,400 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 19.26 กิโลวัตต์

สามารถประหยัดไฟได้ $19,260 \times 8 \times 300$ = 46,224 กิโลวัตต์/ปี

คิดเป็นเงิน = 184,896 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 5 และ 9 = $1,110,900 + 986,400$ = 2,097,300 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ 500×221 = 110,500 บาท

มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 839,528 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 2,747,231 บาท

รวมปี 5 สามารถลดค่าไฟได้ = $291,456 + 184,896$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการโรงงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกห้าปีข้างหน้าต้นทุนค่าไฟจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆอีกทั้งค่าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

= 476,352 บาท

เมื่อลงทุนในปีที่ 5 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = $2,570,976 + 476,352$

= 3,047,328 บาท

ปีที่ 6

เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่เสียออก โดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่แทน จำนวน 31 เครื่อง โดยใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 25000BTU โดยจะมีราคาอยู่ที่เครื่องละ 46,100 บาท ทำให้ต้องลงทุนเพิ่มเป็นจำนวนเงิน = 1,429,100 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 260 = 130,000$ บาท

มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 6,812,452 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 11,073,045 บาท

ตารางที่ 4.11 การแสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ INVERTER กรณีปีละ 2 ชั้น

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่าบำรุงรักษา (บาท)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	กระแสเงินสดสุทธิ (บาท)	เงินลงทุนคงเหลือ (บาท)
0	5,068,400	-	896,352	-5,068,400	-5,068,400
1	2,099,900	41,500	1,513,344	-628,056	-5,711,529
2	2,038,400	62,000	1,956,000	-144,400	-5,862,944
3	1,708,900	80,000	2,357,472	568,572	-5,252,444
4	1,081,200	100,000	2,570,976	1,389,776	-3,706,383
5	2,097,300	110,500	3,047,328	839,528	-2,747,231
6	9,729,780	130,000	3,047,328	-6,812,452	-11,073,045
7	-	145,500	3,047,328	2,901,828	-7,576,294
8	-	145,500	3,047,328	2,901,828	-3,900,345
9	-	145,500	3,047,328	2,901,828	-114,117
10	-	145,500	3,047,328	2,901,828	3,785,697

กรณีที่ 2 เปลี่ยนเป็น เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER

ปีที่ 0 คือ ชั้น 2 และ 3

ชั้น 2

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 2 = 1,049,800 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้ = 7.14 กิโลวัตต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สามารถประหยัดไฟได้ $7,140 \times 8 \times 300$ บาท/ปี = 17,136 กิโลวัตต์/ปี ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีก คิดเป็นเงินที่ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารฉบับนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น 3

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 3 = 3,143,600 บาท

สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 55.91 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 55,910x8x300	= 134,184 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 536,736 บาท/ปี
เงินลงทุนปีแรก	= 1,049,800 + 3,143,600
	= 4,193,400 บาท
รวมปีแรกจะสามารถลดค่าใช้ไฟได้	= 68,544 + 536,736
	= 605,280 บาท

ปีที่ 1 คือ ชั้น 1 และ 7

ชั้น 1

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 1	= 800,100 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 13.99 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 13,990x8x300	= 33,576 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 134,304 บาท/ปี

ชั้น 7

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 7	= 701,200 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 26.13 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 26,130x8x300	= 62,712 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 250,848 บาท/ปี

เงินลงทุนของชั้น 1 และ 7	= 800,100 + 701,200
	= 1,501,300 บาท

ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ $500 \times 83 = 41,500$ บาท

มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ = 884,452 บาท

เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ = 5,108,947 บาท

รวมปี 1 สามารถลดค่าไฟได้ = 134,304 + 250,848

= 385,152 บาท

เมื่อลงทุนในปีที่ 1 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน = 605,280 + 385,152

= 990,432 บาท

ปีที่ 2 คือ ชั้น 4 และ 6

ชั้น 4

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 4	= 791,700 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 12.54 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 12,540x8x300	= 30,096 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 120,384 บาท/ปี

ชั้น 6

เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 6	= 663,900 บาท
สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้	= 8.14 กิโลวัตต์
สามารถประหยัดไฟได้ 8,140x8x300	= 19,536 กิโลวัตต์/ปี
คิดเป็นเงิน	= 78,144 บาท/ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานของกรมการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในข้อมูลรวมทั้งการนำออกไปใช้

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนของชั้น 4 และ 6} &= 791,700 + 663,900 \\ &= 1,455,600 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 124 = 62,000 \text{ บาท}$$

$$\text{มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 527,168 \text{ บาท}$$

$$\text{เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 5,611,693 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{รวมปี 2 สามารถลดค่าไฟได้} &= 120,384 + 78,144 \\ &= 198,528 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อลงทุนในปีที่ 2 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน} &= 990,432 + 198,528 \\ &= 1,188,960 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ปีที่ 3 คือ ชั้น 11 และ 12

ชั้น 11

$$\text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 11} = 538,500 \text{ บาท}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} = 14.06 \text{ กิโลวัตต์}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟได้ } 14,060 \times 8 \times 300 = 33,744 \text{ กิโลวัตต์/ปี}$$

$$\text{คิดเป็นเงิน} = 134,976 \text{ บาท/ปี}$$

ชั้น 12

$$\text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 12} = 644,600 \text{ บาท}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} = 8.73 \text{ กิโลวัตต์}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟได้ } 8,730 \times 8 \times 300 = 20,9652 \text{ กิโลวัตต์/ปี}$$

$$\text{คิดเป็นเงิน} = 83,808 \text{ บาท/ปี}$$

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนของชั้น 11 และ 12} &= 538,500 + 644,600 \\ &= 1,183,100 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 160 = 80,000 \text{ บาท}$$

$$\text{มูลค่าการลงทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 74,140 \text{ บาท}$$

$$\text{เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 5,680,742 \text{ บาท}$$

$$\begin{aligned} \text{รวมปี 3 สามารถลดค่าไฟได้} &= 134,976 + 83,808 \\ &= 218,784 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อลงทุนในปีที่ 3 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน} &= 1,188,960 + 218,784 \\ &= 1,407,744 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ปีที่ 4 คือ ชั้น 8 และ 10

ชั้น 8

$$\text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 8} = 348,600 \text{ บาท}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} = 7.69 \text{ กิโลวัตต์}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟได้ } 7,690 \times 8 \times 300 = 18,456 \text{ กิโลวัตต์/ปี}$$

$$\text{คิดเป็นเงิน} = 73,824 \text{ บาท/ปี}$$

ชั้น 10

$$\text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 10} = 372,500 \text{ บาท}$$

$$\text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} = 1.83 \text{ กิโลวัตต์}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และตั้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{สามารถประหยัดไฟได้ } 1,830 \times 8 \times 300 &= 4,392 \text{ กิโลวัตต์/ปี} \\ \text{คิดเป็นเงิน} &= 17,568 \text{ บาท/ปี} \\ \text{เงินลงทุนของชั้น 11 และ 12} &= 348,600 + 372,500 \\ &= 721,100 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 200 &= 100,000 \text{ บาท} \\ \text{มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ} &= 586,644 \text{ บาท} \\ \text{เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ} &= 5,153,399 \text{ บาท} \\ \text{รวมปี 4 สามารถลดค่าไฟได้} &= 73,824 + 17,568 \\ &= 91,392 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อลงทุนในปีที่ 4 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน} &= 1,407,744 + 91,392 \\ &= 1,499,136 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ปีที่ 5 คือ ชั้น 5 และ 9

$$\begin{aligned} \text{ชั้น 5} \\ \text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น} &= 796,700 \text{ บาท} \\ \text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} &= 17.13 \text{ กิโลวัตต์} \\ \text{สามารถประหยัดไฟได้ } 17,130 \times 8 \times 300 &= 41,112 \text{ กิโลวัตต์/ปี} \\ \text{คิดเป็นเงิน} &= 164,448 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ชั้น 9} \\ \text{เครื่องปรับอากาศที่ต้องลงทุนของชั้น 9} &= 537,100 \text{ บาท} \\ \text{สามารถประหยัดไฟจากเครื่องแบบเดิมได้} &= 8.79 \text{ กิโลวัตต์} \\ \text{สามารถประหยัดไฟได้ } 8,790 \times 8 \times 300 &= 21,096 \text{ กิโลวัตต์/ปี} \\ \text{คิดเป็นเงิน} &= 84,384 \text{ บาท/ปี} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เงินลงทุนของชั้น 5 และ 9} &= 796,700 + 537,100 \\ &= 1,333,800 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 221 &= 110,500 \text{ บาท} \\ \text{มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ} &= 54,836 \text{ บาท} \\ \text{เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ} &= 5,105,402 \text{ บาท} \\ \text{รวมปี 5 สามารถลดค่าไฟได้} &= 164,448 + 84,384 \\ &= 248,832 \text{ บาท} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{เมื่อลงทุนในปีที่ 5 แล้ว จะสามารถลดค่าไฟได้เป็นจำนวน} &= 1,499,136 + 248,832 \\ &= 1,747,968 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ปีที่ 6 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่เสียออก โดยการติดตั้งเครื่องปรับอากาศใหม่แทนจำนวน 31 เครื่อง โดยใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 25000BTU โดยจะมีราคาอยู่ที่เครื่องละ 31,200 บาท ทำให้ต้องลงทุนเพิ่มเป็นจำนวนเงิน = 967,200 บาท

$$\text{ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ ปีละ } 500 \times 260 = 130,000 \text{ บาท}$$

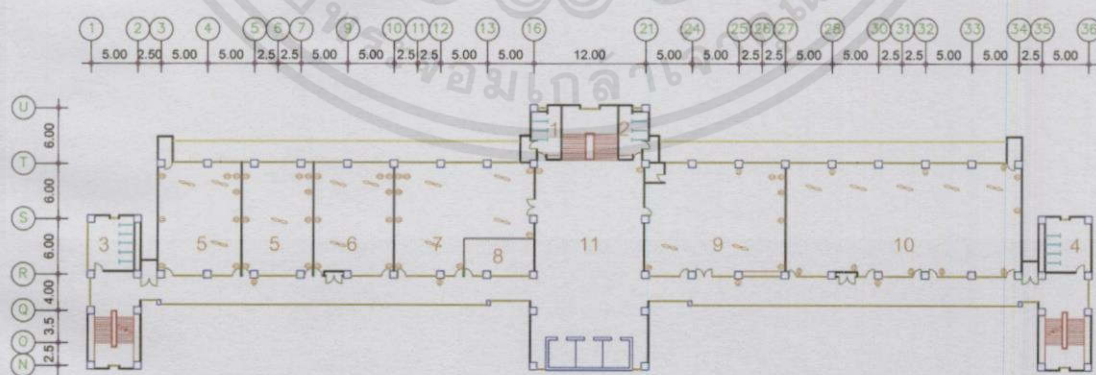
$$\text{มูลค่าการคืนทุนเมื่อคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 650,768 \text{ บาท}$$

$$\text{เงินทุนที่ยังค้างอยู่หลังคิดอัตราเงินเฟ้อ} = 4,572,923 \text{ บาท}$$

ตารางที่ 4.12 การแสดงระยะเวลาคืนทุนของเครื่องปรับอากาศ NON-INVERTER กรณีปีละ 2 ชั้น

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่า บำรุงรักษา (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	กระแสเงินสด สุทธิ (บาท)	เงินลงทุนคงเหลือ หลังคิดอัตราเงิน เพื่อ (บาท)
0	4,193,400	-	605,280	-4,193,400	-4,193,400
1	1,501,300	41,500	990,432	-937,520	-5,108,947
2	1,455,600	62,000	1,188,960	-527,168	-5,611,693
3	1,183,100	80,000	1,407,744	-74,140	-5,680,742
4	721,100	100,000	1,499,136	586,644	-5,153,399
5	1,333,800	110,500	1,747,968	54,836	-5,105,402
6	967,200	130,000	1,747,968	650,768	-4,572,923
7	-	145,500	1,747,968	1,602,468	-3,243,092
8	-	145,500	1,747,968	1,602,468	-1,978,089
9	-	145,500	1,747,968	1,602,468	-749,931
10	-	145,500	1,747,968	1,602,468	442,456
11	-	145,500	1,747,968	1,602,468	1,600,113
12	-	145,500	1,747,968	1,602,468	2,724,052

4.1.3 ระบบไฟฟ้าอื่นๆ



ภาพที่ 4.12 ตัวอย่างการวางตำแหน่งของระบบเต้ารับและพัดลมในอาคารเรียนรวม 12 ชั้นในปัจจุบัน
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเดินสายไฟ การติดตั้งเต้ารับ จะมีผลต่อโครงสร้างของอาคารคือ หากมีการปรับปรุงในส่วนนี้ จะต้องทำการรื้อผนังหรือฝ้าเพดานในการติดตั้ง ในขณะที่เต้ารับก็มีจำนวนที่เพียงพอและเหมาะสมกับการใช้งานอยู่แล้ว จึงมองว่าในกรณีของเต้ารับนั้นไม่จำเป็นต้องปรับปรุง แต่ยังมีมาตรการและข้อแนะนำต่างๆที่เห็นสมควรที่จะปรับปรุงเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารให้ลดลง

มาตรการที่ 1 การประหยัดพลังงานของเครื่องคอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับฉลาก Energy Star จะมีระบบประหยัดพลังงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งสภาวะการทำงานเพื่อลดการใช้งานของเครื่องได้ โดยการหยุดการทำงานชั่วคราว การพักการทำงาน และการปิดจอภาพหรือฮาร์ดดิสก์โดยอัตโนมัติ แบ่งเป็น 4 โหมด มีดังนี้

1. Hibernation ช่วยประหยัดพลังงานลง 95% เป็นการปิดโปรแกรมเอกสารทุกอย่างลงและปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และเมื่อเปิดเครื่องขึ้นมาใหม่ทุกอย่างก็จะกลับมาเป็นอย่างเดิมแต่ใช้เวลาพอๆกับการเปิดเครื่องจริงๆเลย
2. Stand by ช่วยประหยัดพลังงานลง 40% อีกชื่อคือ Sleep mode เป็นการประหยัด พลังงานคล้ายๆ กับการกดปุ่ม pause ในเครื่องเล่น DVD การทำงานต่างๆในคอมพิวเตอร์จะถูกหยุดลง และเอกสารที่เปิดทิ้งไว้ก็จะถูกจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำหลัก ซึ่งคุณสามารถเริ่มการทำงานต่อจากนั้นได้โดยง่ายในเวลาไม่กี่นาที กล่าวคือมันก็คือโหมด “Standby” ที่เคยเห็นใน xp นั่นเอง
3. Automatic Monitor/Hard Disk Turn-off ช่วยประหยัดพลังงานลง 10-35%
4. Screen Saver ช่วยประหยัดพลังงานลง 0% จะช่วยยืดอายุจอภาพแต่ไม่ได้ช่วยประหยัดพลังงานแต่อย่างใด

โดยมาตรการนี้ไม่ได้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มแต่อย่างใด เพราะการทำงานของคอมพิวเตอร์มีฟังก์ชันต่างๆข้างต้นนี้อยู่แล้ว แต่จำเป็นที่จะต้องขอความร่วมมือของผู้ใช้คอมพิวเตอร์ทุกคนได้ทราบในข้อมูลนี้ เพื่อการนำไปใช้ให้เหมาะกับลักษณะการใช้งาน โดยถ้าหากผู้ใช้งานต้องการพักการทำงานเป็นระยะเวลานาน ก็ควรใช้โหมด Hibernation เพื่อเป็นการพักการทำงานทั้งของผู้ใช้และเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานในการทำงานของส่วนต่างๆในคอมพิวเตอร์ไปที่ทำงานไปโดยเปล่าประโยชน์ หรือ ควรปิดเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อไม่ได้ใช้งานแล้ว

มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก

การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊กนั้น จะสามารถช่วยในการประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายได้มาก ซึ่งจะแสดงการคำนวณให้เห็นถึงความประหยัดและระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุน ดังแสดงต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

ตารางที่ 4.13 จำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในปัจจุบัน

ชั้น	จำนวนเครื่อง
1	240
2	180

โดยจากการสำรวจพบว่ามีเครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ(เฉพาะในห้องคอมฯ) ทั้งหมด 420 เครื่องที่เปิดให้นักศึกษาใช้บริการและใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งทางเรามีข้อเสนอว่า หากเปลี่ยนจากคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะเป็นโน้ตบุ๊กทั้ง 420 เครื่อง จะเกิดการประหยัดมากขึ้น ซึ่งแสดงการคำนวณได้ดังนี้

- ระยะเวลาเฉลี่ยในการใช้คอมพิวเตอร์ต่อวันเท่ากับ 8 ชั่วโมง
- คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะกินไฟเครื่องละ 300W ฉะนั้นใน 1 วันจะกินไฟเครื่องละ 2.4kWh

- โน้ตบุ๊กกินไฟเครื่องละ 100W ฉะนั้นใน 1 วันจะกินไฟเครื่องละ 0.8kWh

จะเห็นว่า ใน 1 วัน หากใช้โน้ตบุ๊กจะสามารถประหยัดพลังงานได้ 1.6 kWh ต่อเครื่อง ซึ่งหากคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จะทราบว่าในการใช้โน้ตบุ๊กแทนการใช้คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จะสามารถประหยัดพลังงานไปได้ถึง 66.67% เมื่อเทียบกับตอนใช้คอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะทั้ง 420 เครื่องและใน 1 ปีจะสามารถประหยัดพลังงานได้

$$= (\text{กำลังไฟฟ้าก่อนปรับปรุง} - \text{กำลังไฟฟ้าหลังปรับปรุง}) \times \text{ชั่วโมงการใช้งานต่อปี}$$

$$= (126\text{kW} - 42\text{kW}) \times 8 \times 300 ; \text{ใน 1 ปีจะประมาณว่ามี 300 วันทำการ}$$

$$= 201,600\text{kWh/ปี}$$

$$= 201,600 \times 4 ; \text{คิดค่าไฟฟ้า 4 บาทต่อหน่วย}$$

$$= 806,400 \text{ บาท/ปี}$$

ในส่วนของการลงทุนเพื่อซื้อโน้ตบุ๊กทั้ง 420 เครื่องนั้นอยู่ที่ $18,000 \times 420 = 7,560,000$ บาท และระยะเวลาในการคืนทุน $= \frac{7,560,000}{806,400} = 9.375$ ปี ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลของมาตรการนี้ ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการอนุรักษ์พลังงานของการเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (Electrical energy Saving)	201,600 kWh/ปี
ปริมาณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (Cost saving)	806,400 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนรวมทั้งสิ้น (Total Cost)	7,560,000 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	9.375 ปี

มาตรการที่ 3 การลดพลังงานสูญเสียจากฮาร์โมนิกส์

ฮาร์โมนิกส์ซึ่งเป็นคลื่นไฟฟ้ารบกวนในระบบไฟฟ้าที่เกิดจากอุปกรณ์ เช่น แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ คอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดพลังงานสูญเสียและความร้อนที่หม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟฟ้า รวมทั้งการทำงานผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จึงควรมีการออกแบบระบบจ่ายไฟฟ้าและติดตั้งอุปกรณ์กรองไฟฟ้าอย่างเหมาะสมเพื่อลดผลของฮาร์โมนิกส์

มาตรการที่ 4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร

ลิฟต์จะใช้พลังงานมากขึ้นถ้ามีการจอดมากขึ้น เนื่องจากมอเตอร์ขับเคลื่อนลิฟต์จะกินกระแสไฟฟ้ามากในช่วงเร่งความเร็วเพื่อออกตัวหลังการจอด ดังนั้นจึงควรโปรแกรมหรือจัดกลุ่มลิฟต์ใช้งานเพื่อลดการจอดระหว่างชั้นโดยไม่จำเป็น

การเลือกใช้ลิฟต์ที่มีระบบขับเคลื่อนมอเตอร์แบบแปรผันแรงดันไฟฟ้าและความถี่ (Variable Voltage Variable Frequency: VVVF) ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วในการวิ่งของลิฟต์อย่างนุ่มนวลและแม่นยำโดยการปรับแรงดันไฟฟ้าและความถี่ของคลื่นไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเพื่อปรับความเร็วรอบและแรงบิดของมอเตอร์ให้สัมพันธ์กับการวิ่งและการชะลอของลิฟต์ที่ต้องการ ซึ่งเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งใช้พลังงานเพียง 50% ของระบบขับเคลื่อนแบบเดิมที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนแบบเปลี่ยนจำนวนขั้วหรือมอเตอร์กระแสตรง

โปรแกรมบริหารจัดการลิฟต์ สำหรับอาคารที่ใช้ลิฟต์หลายตัว ควรเลือกชนิดที่มีโปรแกรมบริหารจัดการซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มของลิฟต์ที่ทำงาน และควบคุมการเดินทางของลิฟต์แต่ละตัวให้สัมพันธ์กับจำนวนผู้โดยสารในช่วงเวลาต่างๆซึ่งทำให้สามารถลดการเดินทางและการใช้พลังงานของลิฟต์ได้ 5-10% และลดเวลาการรอคอยของผู้โดยสารอีกด้วย

ระบบปิดการทำงานตามช่วงเวลา อาคารที่มีลิฟต์หลายตัว ควรตั้งปิดการทำงานของลิฟต์บางตัวในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้น้อย เช่น ในช่วงเวลากลางคืน เพื่อให้ลิฟต์ทำงานได้เต็มภาระใช้งานมากขึ้นและลดการใช้พลังงาน



ภาพที่ 4.13 หม้อแปลงที่ติดตั้งในอาคาร 12 ชั้น

มาตรการที่ 5 การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า

การคำนวณการสูญเสียและประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าเนื่องจากไม่มีสวนใดๆ ของหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีการหมุน ประสิทธิภาพจะมีค่าอยู่ในช่วง 96 ถึง 99 % สวนใหญ่แล้วการสูญเสียจะเกิดขึ้นจาก

การสูญเสียคงที่: เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการสูญเสียจากเหล็กหรือการสูญเสียจากแกน ซึ่งหลักๆแล้วจะขึ้นอยู่กับประเภทวัสดุของแกนและวงจรแม่เหล็กของเส้นทางการไหล การสูญเสียจากคาฮีสเตอร์รีซิส และกระแสไหลวน เบนองคประกอบ 2 ประการของการสูญเสียคงที่

การสูญเสียผันแปร: เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสูญเสียจากทองแดง ซึ่งจะมีค่าผันแปรไปตามค้ายกกำลังสองของกระแสไหล

หมายเหตุ ค่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของหม้อแปลงไฟฟ้าเกิดขึ้นที่ปริมาณงานเมื่อการสูญเสียคงที่ มีค่าเท่ากับการสูญเสียแบบผันแปร ผู้ผลิตหม้อแปลงไฟฟ้ามักจะให้การสูญเสียแบบไม่มีโหลด ($P_{NO-LOAD}$) และแบบมีโหลดเต็ม (P_{LOAD}) ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ต่อไปนี้จะให้ค่าการสูญเสียรวม (P_{TOTAL}) ในสถานะที่มีปริมาณงานใดๆในหม้อแปลงไฟฟ้า

$$P_{TOTAL} = P_{NO-LOAD} + (\% \text{ Load}/100)^2 \times P_{LOAD} \quad (1)$$

$$P_{TOTAL} = P_{NO-LOAD} + (\text{Load KVA}/\text{Rated KVA})^2 \times P_{LOAD} \quad (2)$$

การใช้หม้อแปลงความสูญเสียต่ำ เมื่ออาคารต้องการติดตั้งหม้อแปลงใหม่ควรเลือกใช้หม้อแปลงชนิดความสูญเสียต่ำ ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานต่ำกว่าหม้อแปลงแบบทั่วไป 15-20% และควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลดเพื่อให้หม้อแปลงทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดช่วยลดการสูญเสียของพลังงานและลดค่าไฟได้ในระยะยาว ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้งานตลอดเวลาและมีอายุใช้งานนาน 30 - 40 ปี เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างหม้อแปลงทั่วไปกับหม้อแปลงความสูญเสียต่ำ จะพบว่าหม้อแปลงความสูญเสียต่ำจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียไปเมื่อใช้งานเต็มพิกัดตลอดเวลามากกว่า 17,082 kWh/ปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าที่ลดลงไปได้ 59,787 บาท/ปี (เมื่อคิดจากหม้อแปลงพิกัด 1,500 kVA หรือเท่ากับหม้อแปลงที่ใช้อยู่เดิม)

มาตรการที่ 6 การจัดการโหลดให้สมดุล

เป็นการเฉลี่ยโหลดแต่ละเฟสให้มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันซึ่งทำให้กระแสในแต่ละเฟสมีค่าใกล้เคียงกัน หากโหลดไม่สมดุล จะทำให้เกิดการสูญเสียและแรงดันปลายสายตกมาก รวมทั้งแรงดันไฟฟ้าในแต่ละเฟสไม่เท่ากันและความสามารถในการจ่ายโหลดของหม้อแปลงลดลง

มาตรการที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลง

จะช่วยปรับระดับแรงดันไฟฟ้าขาออกของหม้อแปลงโดยสัมพันธ์กับระดับภาระทางไฟฟ้าของอาคาร ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในระดับมาตรฐานใช้งาน (380V.) ตลอดเวลา ทำให้ลดพลังงานสูญเสียเนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าปกติในช่วงเวลาที่อาคารมีภาระทางไฟฟ้าต่ำ โดยสามารถให้ผลประหยัดได้ 15-20% ของพลังงานไฟฟ้าที่อาคารใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 รางสายไฟในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น

มาตรการที่ 8 การลดพลังงานสูญเสียของสายไฟ

การเดินสายไฟควรมีระยะทางจากแผงจ่ายไฟถึงอุปกรณ์น้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าตกและพลังงานสูญเสีย นอกจากนี้การเลือกใช้สายไฟควรเลือกใช้ขนาดตามมาตรฐานการติดตั้ง โดยอาจเผื่อขนาดสายให้ใหญ่ขึ้นบ้างสำหรับโหลดที่อาจเพิ่มขึ้นในอนาคต รวมทั้งช่วยลดความต้านทานไฟฟ้าและพลังงานสูญเสียของสายไฟ

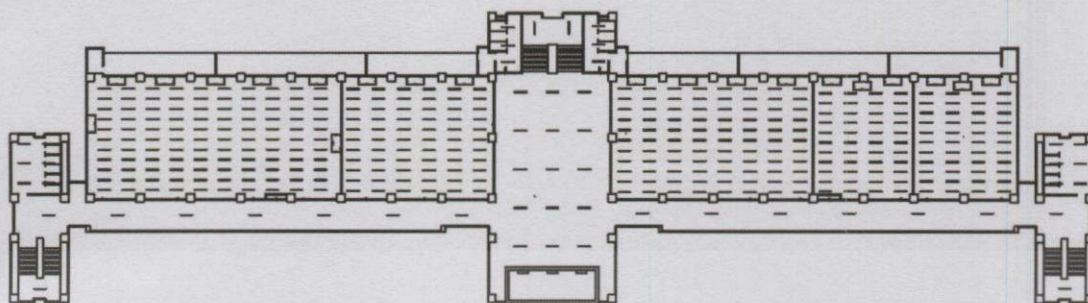
มาตรการที่ 9 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยคำนึงถึงโครงสร้างอาคาร (OTTV, RTTV)

ในการถ่ายเทความร้อนของหลังคาและผนังนั้น ควรเพิ่มวัสดุป้องกันความร้อนจากภายนอกของอาคาร โดยปัจจุบันมีวัสดุกระจกที่ใช้ในอาคารเป็นแบบกระจกสกัดกั้นความร้อนสีเขียว แทนการใช้กระจกแบบธรรมดาที่แสงและความร้อนสามารถทะลุผ่านเข้ามาในอาคารได้ ขณะที่กระจกสกัดกั้นความร้อนสีเขียวจะยอมให้แสงผ่านเข้ามาในอาคารแต่จะสะท้อนความร้อนไม่ให้เข้ามาในตัวอาคารด้วยช่วยลดค่าไฟได้ถึง 35% รวมถึงการคำนึงถึงพื้นที่ของกระจก ถ้าหากเราลดพื้นที่ของกระจกลงหรือเสริมแผงบังแดดแนวราบเหนือหน้าต่างจะช่วยลดความร้อนที่จะทะลุผ่านกระจกเข้ามาภายในอาคารอีกด้วย ส่งผลทำให้มีการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก (OTTV) ที่กฎหมายระบุไว้ไม่เกิน 45 W/m^2

อีกกรณีคือการออกแบบเพื่อปรับปรุงหลังคาให้มีการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV) ที่กฎหมายระบุไว้ไม่เกิน 25 W/m^2 โดยการเพิ่มช่องว่างของหลังคาครึ่งเมตร และติดตั้งฝ้ายิบซั่มพร้อมบุฉนวนใยแก้ว ช่วยสะท้อนความร้อนจากภายนอกบนหลังคาของอาคาร

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ในโอกาสที่ครบรอบ 10 ปีของการดำเนินงานด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ ในส่วนที่ควรจะปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (Renovation)



ภาพที่ 4.15 ตัวอย่างตำแหน่งการอุปกรณ์เมื่อทำการออกแบบใหม่ในโปรแกรม SketchUp

การปรับปรุงอาคารใหม่ จำเป็นต้องดูความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของอาคาร และความเหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน โดยจะคำนึงถึงอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าทั้งหมด หากไม่เหมาะสมก็ควรปรับปรุง ซึ่งในระบบไฟฟ้าหลักๆ จะประกอบด้วย วงจรย่อย วงจรสายป้อน วงจรประธานและหม้อแปลงไฟฟ้า

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง การเลือกชนิดหลอดไฟให้เหมาะสมกับการใช้งานและการวาง layout ของหลอดไฟใหม่เพื่อให้มีความสว่างเหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ โดยได้ใช้โปรแกรม Dialux ช่วยในการออกแบบคิดออกมาเป็นจำนวนหลอดไฟ โดยหากเป็นบริเวณที่ใช้สายตามากก็จะกำหนดให้มีความสว่างมาก (lux) และใช้ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (lumen) ในการจัดวางหลอด ซึ่งในที่นี้จะใช้หลอดไฟชนิดแอลอีดี T8 18 W ติดด้วยโคมติดบนฝ้าเพดาน และแอลอีดี 110 W ที่ใช้ร่วมกับโคม low-bay แทนการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 แม้จะเป็นหลอดไฟประหยัดพลังงานเช่นกัน แต่ด้วยความสามารถของหลอดแอลอีดี ที่เป็นเทคโนโลยีและได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าเดิม แต่มีความสว่างเท่าเดิม

ระบบปรับอากาศ การเลือกชนิดของเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับการใช้งาน คำนวณหาขนาด และจำนวนในการติดตั้งในแต่ละห้องอย่างเหมาะสม

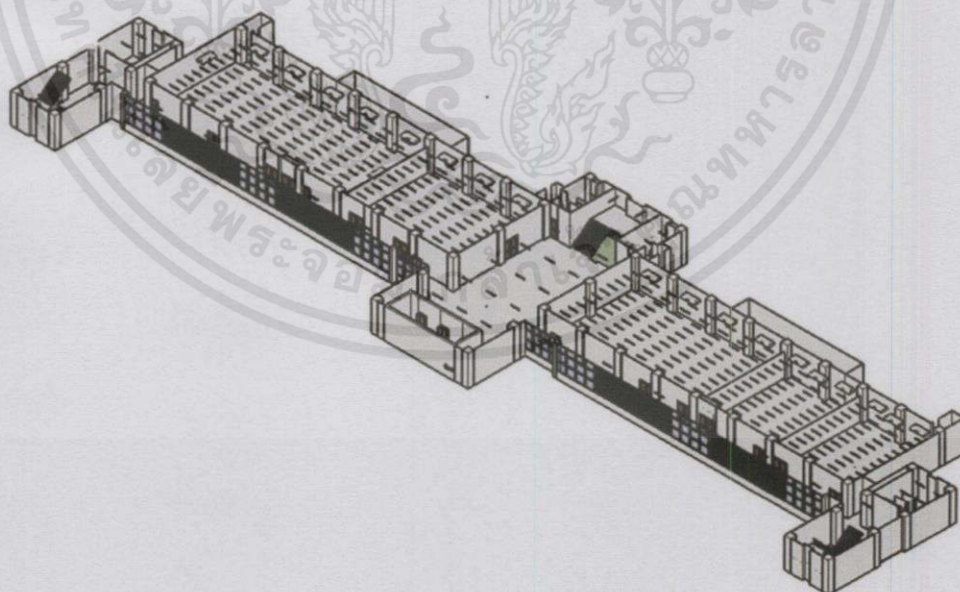


ภาพที่ 4.16 ภาพสามมิติอาคารเรียนรวม 12 ชั้นจาก SkechUp

ตารางที่ 4.15 การเลือกขนาดเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมกับห้องที่จะติดตั้ง

ขนาดของห้อง (ตารางเมตร)		
ขนาดเครื่อง (บีทียู)	ห้องทำงาน	ห้องทำงาน โดนแดด
12,000	14-18	12-16
15,300	18-23	15-20
18,000	21-27	18-24
20,800	24-31	21-28
22,800	27-34	23-30
27,200	32-41	27-36
32,800	38-49	33-44
38,000	44-57	38-51
53,000	62-80	53-71
64,400	75-97	64-86

โดยในการออกแบบนี้จะใช้เครื่องปรับอากาศชนิด Inverter ในการออกแบบ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีค่าประสิทธิภาพที่สูงและยังมีความสามารถในการปรับการทำงานโดยรักษา ระดับความเย็นในห้องให้คงที่โดยไม่ตัดการทำงานของคอมเพรสเซอร์ แต่จะลดรอบการทำงานของ คอมเพรสเซอร์ลง จึงถือว่าเป็นอุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงานที่สุดในตอนนี้เหมาะสมในการนำมาใช้งาน เพื่อการลดพลังงานในระยะยาว



ภาพที่ 4.17 ตัวอย่างตำแหน่งอุปกรณ์ในลักษณะสามมิติจากโปรแกรม SketchUp

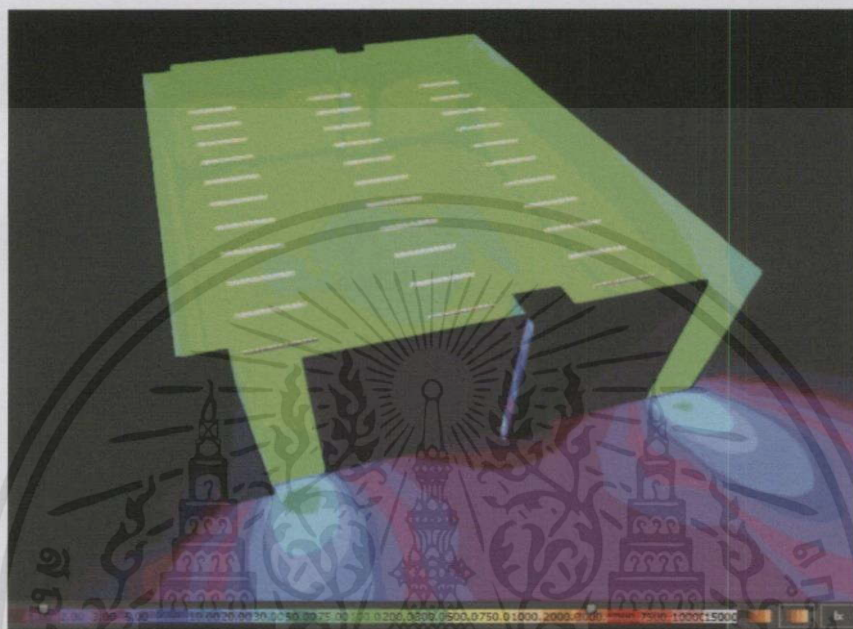
เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ภายใต้การดำเนินงานของโครงการวิจัยฯ มีอยู่ในระบบงานวิจัยฯ ด้านการถ้

ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

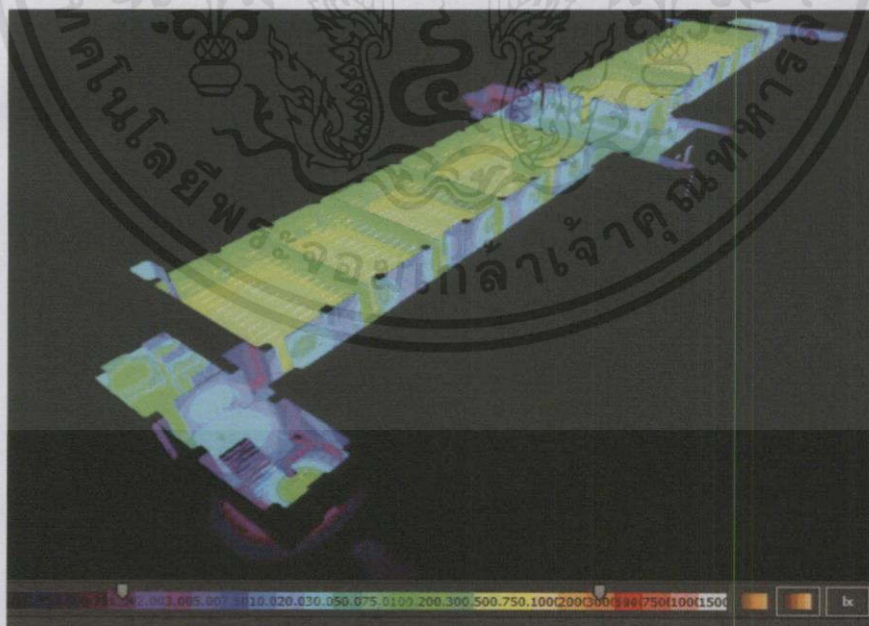
ระบบไฟฟ้าอื่นๆ เช่น การวางตำแหน่งของเต้ารับ รวมถึงการติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้า (Load center) โดยปรับปรุงจากเดิมที่มีตู้ควบคุมไฟฟ้าชั้นละ 4 ตู้ เป็นชั้นละ 2 ตู้

ในการออกแบบครั้งนี้จะอ้างอิงจากหนังสือมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 และได้เลือกอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่าง ๆ ดังนี้

- 1.หลอดไฟแอลอีดี 18 W
- 2.เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ Inverter

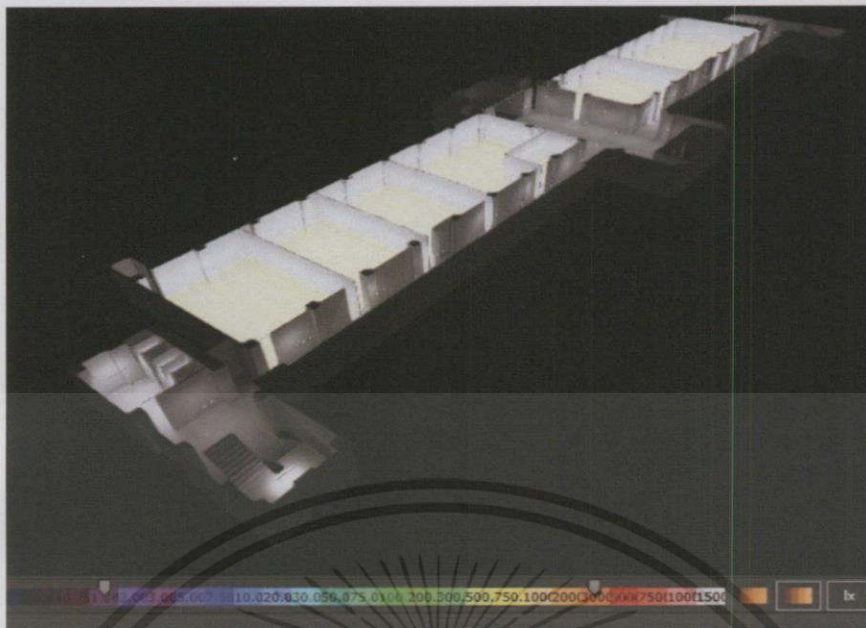


ภาพที่ 4.18 การวางตำแหน่งของหลอดไฟด้วยโปรแกรม Dialux ของห้อง 601



ภาพที่ 4.19 การวางตำแหน่งของหลอดไฟด้วยโปรแกรม Dialux ของชั้นที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงการส่องสว่างจริง ของชั้นที่ 6

โดยแปลนการวางตำแหน่งของหลอดไฟและเครื่องปรับอากาศของอาคาร 12 ชั้น ที่ได้ออกแบบใหม่อยู่ในภาคผนวก ญ

ซึ่งเมื่อได้จำนวนของอุปกรณ์แล้ว จึงได้บันทึกตารางอุปกรณ์ดังกล่าวลงในภาคผนวก ข และภาคผนวก ฉ จึงนำมาคำนวณเพื่อเลือกการเดินสายต่อไป โดยเมื่อได้รวมกำลังไฟฟ้าของ อุปกรณ์ที่จะติดตั้งเข้าวงจรย่อยเดียวกันแล้วจึงนำมาเลือกขนาดของอุปกรณ์ตัดต่อวงจร (Circuit Breaker) และเลือกวิธีการเดินสายแบบเดินในท่อโลหะภายในฝ้าเพดานและฝังผนังในคอนกรีต รวมถึงขนาดของสายไฟที่ใช้ตารางที่ 5-20 และการเลือกขนาดท่อร้อยสายจากภาคผนวก ฎ ของหนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2556 เดินเข้าตู้ควบคุมไฟฟ้าโดย แบ่งเป็นฝั่งทิศตะวันตก 1 ตู้ต่อชั้น และทิศตะวันออก 1 ตู้ต่อชั้น ซึ่งตู้ของแต่ละชั้นจะเชื่อมต่อเข้ากับ บัสเวย์ของแต่ละฝั่งโดยการเลือกขนาดของบัสเวย์จะขึ้นอยู่กับ พิกัดกระแส แรงดันตก และกระแส ลัดวงจร ซึ่งจะเดินไปยังตู้บริภัณฑ์ประธานหรือ MDB ที่แบ่งออกเป็น 2 ตู้ก่อนจะรับไฟฟ้ามาจากหม้อ แปลงไฟฟ้าภายนอกอาคาร

การออกแบบเป็นตารางโหลดที่อยู่ในภาคผนวก ฎ ได้แก่

1. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของห้องประชุม 1 (LPS1-1)
2. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของห้องประชุม 2 (LPS1-2)
3. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของห้องประชุม 3 (LPS1-3)
4. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของห้องประชุม 4 (LPS1-4)
5. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหน้า 1 (LPS1A)
6. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหน้า 2 (LPS1B)
7. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 1 ฝั่งทิศตะวันตก (LP1L)
8. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 1 ฝั่งทิศตะวันออก (LP1R)
9. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 2 ฝั่งทิศตะวันตก (LP2L)

10. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 2 ฝั่งทิศตะวันออก (LP2R)
11. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 3 ฝั่งทิศตะวันตก (LP3L)
12. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 3 ฝั่งทิศตะวันออก (LP3R)
13. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 4 ฝั่งทิศตะวันตก (LP4L)
14. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 4 ฝั่งทิศตะวันออก (LP4R)
15. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 5 ฝั่งทิศตะวันตก (LP5L)
16. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 5 ฝั่งทิศตะวันออก (LP5R)
17. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 6 ฝั่งทิศตะวันตก (LP6L)
18. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 6 ฝั่งทิศตะวันออก (LP6R)
19. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 7 ฝั่งทิศตะวันตก (LP7L)
20. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 7 ฝั่งทิศตะวันออก (LP7R)
21. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 8 ฝั่งทิศตะวันตก (LP8L)
22. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 8 ฝั่งทิศตะวันออก (LP8R)
23. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 9 ฝั่งทิศตะวันตก (LP9L)
24. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 9 ฝั่งทิศตะวันออก (LP9R)
25. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 10 ฝั่งทิศตะวันตก (LP10L)
26. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 10 ฝั่งทิศตะวันออก (LP10R)
27. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 11 ฝั่งทิศตะวันตก (LP11L)
28. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 11 ฝั่งทิศตะวันออก (LP11R)
29. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 12 ฝั่งทิศตะวันตก (LP12L)
30. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าของอาคารด้านหลัง ชั้น 12 ฝั่งทิศตะวันออก (LP12R)
31. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าบริเวณที่ประธานของอาคาร (MDB1)
32. ตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าบริเวณที่ประธานของอาคาร (MDB2)

จากการคำนวณในตารางโหลดตู้ควบคุมไฟฟ้าบริเวณที่ประธานของอาคารเลือกอุปกรณ์ตัดต่อวงจรประธานขนาด 1600AT/2000AF ทั้ง 2 ตู้ และเลือกขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 1,500kVA จำนวน 2 ลูก และเลือกใช้ตัวเก็บประจุเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลัง (Capacitor) ขนาด 50 kVar จำนวน 9 ตัว

ตารางที่ 4.17 แสดงค่าสูญเสียของบัสเวย์ของขนาดปัจจุบันและขนาดที่ใช้ในการออกแบบ

กระแสพิกัด (A)	Resistance (mΩ/m.)	Impedance (mΩ/m.)
1,250	0.047	0.053
1,600	0.034	0.039
2,500	0.020	0.025

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีลิขสิทธิ์สงวนเนื้อหา และข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบของอุปกรณ์ระหว่างของเดิมกับของที่ควรปรับปรุงอาคารใหม่

ตารางอุปกรณ์ไฟฟ้า			
อุปกรณ์	จำนวนเดิม	จำนวนใหม่	ประหยัดไฟฟ้าง (kW)
หลอดไฟ (หลอด)	5,287	5,412	68.5
เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)	291	292	176.8
ตู้ควบคุมไฟฟ้า (ตู้)	56	30	-
Busway (ราง)	4	2	150

พบว่าได้ค่ากำลังไฟฟ้าหลังจากเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน (ไม่รวมเด้ารับ เพราะไม่ได้เปลี่ยนหรือเพิ่มเติม) ได้เท่ากับ 880,528 W (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟทั้งหมด 108,088 W., กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 743,440 W. กำลังไฟฟ้าของบัสเวย์ 29,000 W.)

แต่ค่ากำลังไฟฟารวมของอาคารจากอุปกรณ์ที่ใช้ในปัจจุบันเท่ากับ 1,275,882W. (กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟทั้งหมด 176,632W., กำลังไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ 920,250W, กำลังไฟฟ้าของบัสเวย์ 179,000 W.)

ดังนั้นจะประหยัดไฟฟ้าไปได้ทั้งหมด 395,354 W. คิดเป็น 948,849 kW/ปี และคิดเป็นค่าประหยัดไฟฟ้า 3,795,398 บาทต่อปี

การคำนวณการลงทุนในการปรับปรุงอาคาร (Renovation)

1. ราคา LED T8-18Watt ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคา โคมไฟ LED Low bay รวมค่าติดตั้ง ราคา 16,000 บาท ต่อโคมต่อหลอด
3. ค่าบำรุงรักษาหลอดไฟปีละ 5% = 128,925 บาท/ปี
4. ราคาเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,โคมไฟ,สวิตซ์) / หลอด 500 บาท
5. สายไฟ 2.5 mm². IEC 01, 1/2" 100m ราคา 750 บาท หรือ เมตรละ 7.5 บาท
6. สายไฟ 4 mm². IEC 01, 1/2" 100m ราคา 1,200 บาท หรือ เมตรละ 12 บาท
7. สายไฟ 6 mm². IEC 01, 1/2" 100m ราคา 2,000 บาท หรือ เมตรละ 20 บาท
8. สายไฟ 10 mm². IEC 01, 1/2" 100m ราคา 3,000 บาท หรือ เมตรละ 30 บาท
9. ท่อ EMT 1/2" ราคา 150 บาท ต่อ 3 เมตร หรือ 50 บาท ต่อ 1 เมตร
10. ท่อ EMT 3/4" ราคา 200 บาท ต่อ 3 เมตร หรือ 67 บาท ต่อ 1 เมตร
11. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 12000 BTU ราคา 24,000 บาท/เครื่อง
12. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 20000 BTU ราคา 38,000 บาท/เครื่อง
13. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 25000 BTU ราคา 46,100 บาท/เครื่อง
14. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 30000 BTU ราคา 55,500 บาท/เครื่อง
15. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 35000 BTU ราคา 62,300 บาท/เครื่อง

16. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ขนาด 40000 BTU ราคา 70,400 บาท/เครื่อง
17. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER ขนาด 60000 BTU ราคา 74,000 บาท/เครื่อง
18. ราคาเหมาติดตั้งเครื่องปรับอากาศ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,น้ำยาทำความเย็น)
19. ต่อเครื่องขนาด 12000-18000 BTU ราคา 2,500 บาท / เครื่อง
20. ราคาเหมาติดตั้งเครื่องปรับอากาศ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,น้ำยาทำความเย็น)
21. ต่อเครื่องขนาด 20000-25000 BTU ราคา 4,500 บาท / เครื่อง
22. ราคาเหมาติดตั้งเครื่องปรับอากาศ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,น้ำยาทำความเย็น)
23. ต่อเครื่องขนาด 30000-35000 BTU ราคา 5,500 บาท / เครื่อง
24. ราคาเหมาติดตั้งเครื่องปรับอากาศ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,น้ำยาทำความเย็น)
25. ต่อเครื่องขนาด 40000-60000 BTU ราคา 6,500 บาท / เครื่อง
26. ค่าบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ 5% = 145,500 บาท

การติดตั้งหลอดไฟ

ชั้น 1

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 459 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด = $459 \times 500 = 229,500$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม (ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $459 \times 500 = 229,500$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500m.
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
- รวมราคาของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 1 = $229,500 + 229,500 + 3,750 + 25,000 = 487,750$ บาท
7. ติดตั้งคอมไฟ LED Low bay ทั้งหมด 50 โคม
รวมราคาการติดตั้งคอมไฟ LED Low bay = $16,000 \times 50 = 800,000$ บาท
รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 1 = $487,750 + 800,000 = 1,287,750$ บาท

ชั้น 2

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 480 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด = $480 \times 500 = 240,000$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $480 \times 500 = 240,000$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำข้อมูลไปเผยแพร่หรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารหากครั้งใดมีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 2} &= 240,000+240,000+ \\ & 3,750+25,000 \\ &= 508,750 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ชั้น 3

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 731 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 731 \times 500 = 365,500$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,โคมไฟ,สวิตช์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 731 \times 500 = 365,500$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 2,000 m.
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย $= 7.5 \times 1,000 = 15,000$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย $= 50 \times 500 = 25,000$ บาท
รวมราคาของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 3 $= 365,500+365,500+ \\ 15,000+25,000 \\ = 771,000$ บาท
7. ติดตั้งโคมไฟ LED Low bay ทั้งหมด 66 โคม
รวมราคาการติดตั้งโคม LED Low bay $= 16,000 \times 66 = 1,056,000$ บาท
รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 3 $= 771,000+1,056,000 \\ = 1,827,000$ บาท

ชั้น 4

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 404 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 404 \times 500 = 202,000$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,โคมไฟ,สวิตช์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 404 \times 500 = 202,000$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย $= 7.5 \times 500 = 3750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย $= 50 \times 500 = 25,000$ บาท
รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 4 $= 202,000+202,000+ \\ 3,750+25,000 \\ = 432,750$ บาท

ชั้น 5

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 399 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 399 \times 500 = 199,500$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,โคมไฟ,สวิตช์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 399 \times 500 = 199,500$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดูแบบแปลนข้อ 2 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
- รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 5 = $199,500 + 199,500 + 3,750 + 25,000$
= 427,750 บาท

ชั้น 6

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 401 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด = $401 \times 500 = 200,500$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $401 \times 500 = 200,500$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 500 m.
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
- รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 6 = $200,500 + 200,500 + 3,750 + 25,000$
= 429,750 บาท

ชั้น 7

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 390 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด = $390 \times 500 = 195,000$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์)
4. คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $390 \times 500 = 195,000$ บาท
5. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 500 m
6. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
7. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
- รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 7 = $195,000 + 195,000 + 3,750 + 25,000$
= 418,750 บาท

ชั้น 8

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 402 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
2. ราคาหลอดทั้งหมด = $402 \times 500 = 201,000$ บาท
3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $402 \times 500 = 201,000$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 500 m
5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned} \text{รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 8} &= 201,000+201,000+ \\ & 3,750+25,000 \\ &= 430,750 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ชั้น 9

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 416 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
 2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 416 \times 500 = 208,000$ บาท
 3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์) คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 416 \times 500 = 208,000$ บาท
 4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
 5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย $= 7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
 6. ราคาท่อร้อยสาย $= 50 \times 500 = 25,000$ บาท
- $$\begin{aligned} \text{รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 9} &= 208,000+208,000+ \\ & 3,750+25,000 \\ &= 444,750 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ชั้น 10

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 380 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
 2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 380 \times 500 = 190,000$ บาท
 3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์) คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 380 \times 500 = 190,000$ บาท
 4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
 5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย $= 7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
 6. ราคาท่อร้อยสาย $= 50 \times 500 = 25,000$ บาท
- $$\begin{aligned} \text{รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 10} &= 190,000+190,000+ \\ & 3,750+25,000 \\ &= 408,750 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ชั้น 11

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 437 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
 2. ราคาหลอดทั้งหมด $= 437 \times 500 = 218,500$ บาท
 3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตซ์) คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา $= 437 \times 500 = 218,500$ บาท
 4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
 5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย $= 7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
 6. ราคาท่อร้อยสาย $= 50 \times 500 = 25,000$ บาท
- $$\begin{aligned} \text{รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 11} &= 218,500+218,500+ \\ & 3,750+25,000 \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงพาณิชย์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายจัดการ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเพื่อนำมาเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายจัดการ

= 465,750 บาท

ชั้น 12

1. ติดตั้งหลอดไฟทั้งหมด 397 หลอด ราคาหลอดละ 500 บาท
 2. ราคาหลอดทั้งหมด = $397 \times 500 = 198,500$ บาท
 3. ราคาจ้างผู้รับเหมาติดตั้งหลอดไฟ รวม(ท่อ,สายไฟ,ค่าแรง,คอมไฟ,สวิตช์)
คือ 500 บาทต่อหลอด รวมราคาจ้างผู้รับเหมา = $397 \times 500 = 198,500$ บาท
 4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 500 m
 5. ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
 6. ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
- รวมราคาทั้งหมดของการติดตั้งหลอดไฟในชั้นที่ 12 = $198,500 + 198,500 + 3,750 + 25,000$
= 425,750 บาท

การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ชั้น 1

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 11 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
ราคา = $70,400 \times 11 = 774,400$ บาท
ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 11 = 71,500$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 6 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
ราคา = $55,500 \times 6 = 333,000$ บาท
ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 6 = 33,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
ราคา = $38,000 \times 2 = 76,000$ บาท
ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 2 = 9,000$ บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5 mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 1,100 m.
ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1,100 = 8,250$ บาท
ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,100 = 55,000$ บาท
5. สายไฟวงจรร้อยย 4 mm². IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้
ทั้งหมด 100 m.
ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $12 \times 100 = 1,200$ บาท
ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
6. สายไฟวงจรร้อยย 10 mm². IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย
ใช้ทั้งหมด 300 m.
ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 300 = 9,000$ บาท
ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 300 = 20,100$ บาท

รวมราคา = $774,400 + 71,500 + 333,000 + 33,000 + 76,000 + 9,000 + 8,250 + 55,000 + 1,200$
 $+ 5,000 + 9,000 + 20,100 = 1,395,450$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สิทธิในสิ่งพิมพ์นี้เป็นของคณะผู้บริหารและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชั้น 2

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 10 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
 ราคา = $70,400 \times 10 = 704,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 10 = 65,000$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 4 = 222,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 4 = 22,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
 ราคา = $38,000 \times 2 = 76,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 2 = 9,000$ บาท
4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 12K BTU 15 เครื่อง ราคาเครื่องละ 24,000 บาท
 ราคา = $24,000 \times 15 = 360,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $2,500 \times 15 = 37,500$ บาท
5. สายไฟวงจรย่อย 2.5mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1,750 m
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1,750 = 13,125$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,750 = 87,500$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 4mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $12 \times 100 = 1,200$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
7. สายไฟวงจรย่อย 10mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 200 m
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 200 = 6,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 200 = 13,400$ บาท

รวมราคา = $704,000 + 65,000 + 222,000 + 22,000 + 76,000 + 9,000 + 360,000 + 37,500$
 $+ 13,125 + 87,500 + 1,200 + 5,000 + 6,000 + 13,400 = 1,621,725$ บาท

ชั้น 3

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
 ราคา = $70,400 \times 1 = 70,400$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 1 = 6,500$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 22 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 22 = 1,221,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 22 = 121,000$
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 2 = 92,200$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 2 = 9,000$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาดูงาน ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำไปอ้างปดลงเนื้อหาและต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สายไฟวงจรย่อย 2.5mm^2 . IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 100 = 750$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
5. สายไฟวงจรย่อย 6mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 100 = 2,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 10mm^2 . IEC 01, 3/4"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1,100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 1,100 = 33,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 1,100 = 73,700$ บาท

$$\text{รวมราคา} = 70,400 + 6,500 + 1,221,000 + 121,000 + 92,200 + 9,000 + 750 + 5,000 + 2,000 + 5,000 + 33,000 + 73,700 = 16,395,550 \text{ บาท}$$

ชั้น 4

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 19 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 19 = 1,054,500$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 19 = 104,500$
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 2 = 92,200$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 2 = 9,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
 ราคา = $38,000 \times 4 = 152,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 4 = 18,000$ บาท
4. สายไฟวงจรย่อย 4mm^2 . IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 200 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $12 \times 200 = 2,400$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 200 = 10,000$ บาท
5. สายไฟวงจรย่อย 6mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 100 = 2,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 10mm^2 . IEC 01, 3/4"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 950 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 950 = 28,500$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 950 = 63,650$ บาท

$$\text{รวมราคา} = 1,054,500 + 104,500 + 92,200 + 9,000 + 152,000 + 18,000 + 2,400 + 10,000 + 2,000 + 5,000 + 28,500 + 63,650 = 1,541,750 \text{ บาท}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับโรงเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น ถือว่าผิดกฎหมายและต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งเป็นการนำไปใช้

ชั้น 5

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 12 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
 ราคา = $70,400 \times 12 = 844,800$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 12 = 78,000$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 6 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 6 = 333,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 6 = 33,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 2 = 92,200$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 2 = 9,000$ บาท
4. สายไฟวงจรย่อย 2.5mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1,200 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1200 = 9,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,200 = 60,000$ บาท
5. สายไฟวงจรย่อย 6mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 100 = 2,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 100 = 5,000$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 10mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 300 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 300 = 9,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 300 = 20,100$ บาท

$$\text{รวมราคา} = 844,800 + 78,000 + 333,000 + 33,000 + 92,200 + 9,000 + 9,000 + 60,000 + 2,000 + 5,000 + 9,000 + 20,100 = 1,495,100 \text{ บาท}$$

ชั้น 6

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
 ราคา = $70,400 \times 4 = 281,600$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 4 = 26,000$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 16 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 16 = 888,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 16 = 88,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 3 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 3 = 138,300$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 3 = 13,500$ บาท
4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
 ราคา = $38,000 \times 1 = 38,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 1 = 4,500$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปลงเนื้อหา และต้องอ้างถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สายไฟวงจรร้อยย 2.5mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 400 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 7.5×400 = 3,000 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 50×400 = 20,000 บาท
6. สายไฟวงจรร้อยย 4mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 50 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 12×50 = 600 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 50×50 = 2,500 บาท
7. สายไฟวงจรร้อยย 6 mm². IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 150 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 20×150 = 3,000 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 50×150 = 7,500 บาท
8. สายไฟวงจรร้อยย 10 mm². IEC 01, 3/4"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 800 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 30×800 = 24,000 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 67×800 = 53,600 บาท

รวมราคา = 281,600+26,000+888,000+88,000+138,300+13,500+38,000+4,500
 +3,000+20,000+600+2,500+3,000+7,500+24,000+53,600 = 1,592,100 บาท

ชั้น 7

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 16 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท
 ราคา = 70400×16 = 1,126,400 บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = 6500×16 = 104,000 บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55500 บาท
 ราคา = 55500×4 = 222,000 บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = 5500×4 = 22,000 บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
 ราคา = 38000×2 = 76,000 บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = 4,500×2 = 9,000 บาท
4. สายไฟวงจรร้อยย 2.5mm². IEC 01, 1/2"EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1600 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 7.5×1,600 = 12,000 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 50×1,600 = 80,000 บาท
5. สายไฟวงจรร้อยย 4 mm². IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = 12×100 = 1,200 บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = 50×100 = 5,000 บาท
6. สายไฟวงจรร้อยย 10 mm². IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 200 m.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ ใช้งานด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเอกสารฉบับนี้ไว้ด้วย

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 200 = 6,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 200 = 13,400$ บาท

รวมราคา = $1126,400 + 104,000 + 222,000 + 22,000 + 76,000 + 9,000 + 12,000 + 80,000$
 $+ 1,200 + 5,000 + 6,000 + 13,400 = 1,677,000$ บาท

ชั้น 8

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 13 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท

ราคา = $70,400 \times 13 = 915,200$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 13 = 84,500$ บาท

2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 8 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท

ราคา = $55,500 \times 8 = 444,000$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 8 = 44,000$ บาท

3. สายไฟวงจรย่อย 2.5 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1,300 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1,300 = 9,750$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,300 = 65,000$ บาท

4. สายไฟวงจรย่อย 10 mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 400 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 400 = 12,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 400 = 26,800$ บาท

รวมราคา = $915,200 + 84,500 + 444,000 + 44,000 + 9,750 + 65,000 + 12,000 + 26,800$
 $= 1,601,250$ บาท

ชั้น 9

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 8 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท

ราคา = $70,400 \times 8 = 563,200$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 8 = 52,000$ บาท

2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 6 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท

ราคา = $55,500 \times 6 = 333,000$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 6 = 33,000$ บาท

3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 10 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท

ราคา = $46,100 \times 10 = 461,000$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 10 = 45,000$ บาท

4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 12K BTU 4 เครื่อง ราคาเครื่องละ 24,000 บาท

ราคา = $24,000 \times 4 = 96,000$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $2,500 \times 4 = 10,000$ บาท

5. สายไฟวงจรย่อย 2.5 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1,200 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1,200 = 9,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,200 = 60,000$ บาท

6. สายไฟวงจรย่อย 6 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 500 = 10,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท

7. สายไฟวงจรย่อย 10 mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 300 m

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 300 = 9,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 300 = 20,100$ บาท

รวมราคา = $563,200 + 52,000 + 333,000 + 33,000 + 461,000 + 45,000 + 96,000 + 10,000$

+ $9,000 + 60,000 + 10,000 + 25,000 + 9,000 + 20,100 = 1,726,300$ บาท

ชั้น 10

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 3 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท

ราคา = $70,400 \times 3 = 211,200$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 3 = 19,500$ บาท

2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 18 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท

ราคา = $55,500 \times 18 = 999,000$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 18 = 99,000$ บาท

3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 1 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท

ราคา = $46,100 \times 1 = 46,100$ บาท

ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 1 = 4,500$ บาท

4. สายไฟวงจรย่อย 2.5 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 300 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 300 = 2,250$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 300 = 15,000$ บาท

5. สายไฟวงจรย่อย 6 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 50 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 50 = 1,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 50 = 2,500$ บาท

6. สายไฟวงจรย่อย 10 mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 900 m.

ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 900 = 27,000$ บาท

ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 900 = 60,300$ บาท

รวมราคา = $211,200 + 19,500 + 999,000 + 99,000 + 46,100 + 4,500 + 2,250 + 15,000$

+ $1,000 + 2,500 + 27,000 + 60,300 = 1,487,350$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ชั้น 11

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิให้อำนาจลงนามและต้องอ้างถึงตำแหน่งเอกสารของสิ่งที่มีการนำไปใช้

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 40K BTU 10 เครื่อง ราคาเครื่องละ 70,400 บาท

ราคา = $70,400 \times 10 = 704,000$ บาท

- ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 10 = 65,000$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 3 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 3 = 166,500$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 3 = 16,500$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 13 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 13 = 599,300$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 13 = 58,500$ บาท
4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 12K BTU 2 เครื่อง ราคาเครื่องละ 24,000 บาท
 ราคา = $24,000 \times 2 = 48,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $2,500 \times 2 = 5,000$ บาท
5. สายไฟวงจรย่อย 2.5 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 1100 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 1,200 = 8,250$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 1,100 = 55,000$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 6 mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 650 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 650 = 13,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 650 = 32,500$ บาท
7. สายไฟวงจรย่อย 10 mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 150 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 150 = 4,500$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 150 = 10,050$ บาท

รวมราคา = $704,000 + 65,000 + 166,500 + 16,500 + 599,300 + 58,500 + 48,000 + 5,000$
 $+ 8,250 + 5,500 + 13,000 + 32,500 + 4,500 + 10,050 = 1,786,100$ บาท

ชั้น 12

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 30K BTU 3 เครื่อง ราคาเครื่องละ 55,500 บาท
 ราคา = $55,500 \times 3 = 166,500$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $5,500 \times 3 = 16,500$ บาท
2. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 25K BTU 14 เครื่อง ราคาเครื่องละ 46,100 บาท
 ราคา = $46,100 \times 14 = 645,400$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 14 = 63,000$ บาท
3. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 20K BTU 6 เครื่อง ราคาเครื่องละ 38,000 บาท
 ราคา = $38,000 \times 6 = 228,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $4,500 \times 6 = 27,000$ บาท
4. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 12K BTU 10 เครื่อง ราคาเครื่องละ 24,000 บาท
 ราคา = $24,000 \times 10 = 240,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $2,500 \times 10 = 25,000$ บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำไปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สายไฟวงจรย่อย 2.5mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 500 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $7.5 \times 500 = 3,750$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 500 = 25,000$ บาท
6. สายไฟวงจรย่อย 4mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 300 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $12 \times 300 = 3,600$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 300 = 15,000$ บาท
7. สายไฟวงจรย่อย 6mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 700 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $20 \times 700 = 14,000$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 700 = 35,000$ บาท
8. สายไฟวงจรย่อย 10mm^2 . IEC 01, 3/4" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 150 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $30 \times 150 = 4,500$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $67 \times 150 = 10,050$ บาท

$$\begin{aligned} \text{รวมราคา} &= 166,500 + 16,500 + 645,400 + 63,000 + 228,000 + 27,000 + 240,000 + 25,000 \\ &+ 3,750 + 25,000 + 3,600 + 15,000 + 14,000 + 35,000 + 4,500 + 10,050 \\ &= 1,522,300 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ชั้น 3 ห้องพิเศษ (SLOPE)

1. ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ 60K BTU 32 เครื่อง ราคาเครื่องละ 74,000 บาท
 ราคา = $74,000 \times 32 = 2,368,000$ บาท
 ราคาเหมาติดตั้ง = $6,500 \times 32 = 208,000$ บาท
2. สายไฟวงจรย่อย 4mm^2 . IEC 01, 1/2" EMT ที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย ใช้ทั้งหมด 3,200 m.
 ราคาสายไฟที่ใช้ในการเดินสายในท่อร้อยสาย = $12 \times 3,200 = 38,400$ บาท
 ราคาท่อร้อยสาย = $50 \times 3,200 = 160,000$ บาท

$$\text{รวมราคา} = 2,368,000 + 208,000 + 38,400 + 160,000 = 2,774,400 \text{ บาท}$$

การติดตั้งอุปกรณ์ตัดต่อวงจรและตู้ควบคุมไฟฟ้า

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์

ขนาด 16 AT/ 63AF 1P ตัวละ 530 บาท จำนวน 31 ตัว เป็นเงิน 16,430 บาท

ขนาด 20 AT/ 63AF 1P ตัวละ 530 บาท จำนวน 17 ตัว เป็นเงิน 9,010 บาท

ขนาด 25 AT/ 63AF 1P ตัวละ 530 บาท จำนวน 47 ตัว เป็นเงิน 24,910 บาท

ขนาด 32 AT/ 63AF 1P ตัวละ 530 บาท จำนวน 115 ตัว เป็นเงิน 60,950 บาท

ขนาด 16 AT/ 63AF 3P ตัวละ 2,400 บาท จำนวน 88 ตัว เป็นเงิน 211,200 บาท

ขนาด 20 AT/ 63AF 3P ตัวละ 2,400 บาท จำนวน 32 ตัว เป็นเงิน 76,800 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ข้อมูลไปโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางโครงการฯ



ภาพที่ 4.21 อุปกรณ์ตัดต่อบริษัทประธาน

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์ สวิตช์ตัดตอนอัตโนมัติ (MCCB)

ขนาด 150 AT/ 250 AF 3P ตัวละ 10,900 บาท จำนวน 20 ตัว เป็นเงิน 218,000 บาท

ขนาด 160 AT/ 250 AF 3P ตัวละ 10,900 บาท จำนวน 2 ตัว เป็นเงิน 21,800 บาท

ขนาด 175 AT/ 250 AF 3P ตัวละ 11,000 บาท จำนวน 1 ตัว เป็นเงิน 11,000 บาท

ขนาด 200 AT/ 250 AF 3P ตัวละ 11,000 บาท จำนวน 4 ตัว เป็นเงิน 44,000 บาท

ขนาด 225 AT/ 250 AF 3P ตัวละ 11,000 บาท จำนวน 1 ตัว เป็นเงิน 11,000 บาท

ขนาด 400 AT/ 400 AF 3P ตัวละ 23,300 บาท จำนวน 2 ตัว เป็นเงิน 46,600 บาท

3. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (ACB)

ขนาด 1600 AT/ 2000 AF 3P ตัวละ 165,000 บาท จำนวน 2 ตัว เป็นเงิน 330,000 บาท

4. ตู้ควบคุมไฟฟ้า

ขนาด 18 ช่อง ตัวละ 12,400 บาท จำนวน 1 ตัว เป็นเงิน 12,400 บาท

ขนาด 30 ช่อง ตัวละ 14,300 บาท จำนวน 15 ตัว เป็นเงิน 214,500 บาท

ขนาด 36 ช่อง ตัวละ 15,600 บาท จำนวน 9 ตัว เป็นเงิน 140,400 บาท

ขนาด 42 ช่อง ตัวละ 16,100 บาท จำนวน 5 ตัว เป็นเงิน 80,500 บาท

รวมเป็นเงินทั้งหมด 1,529,500 บาท

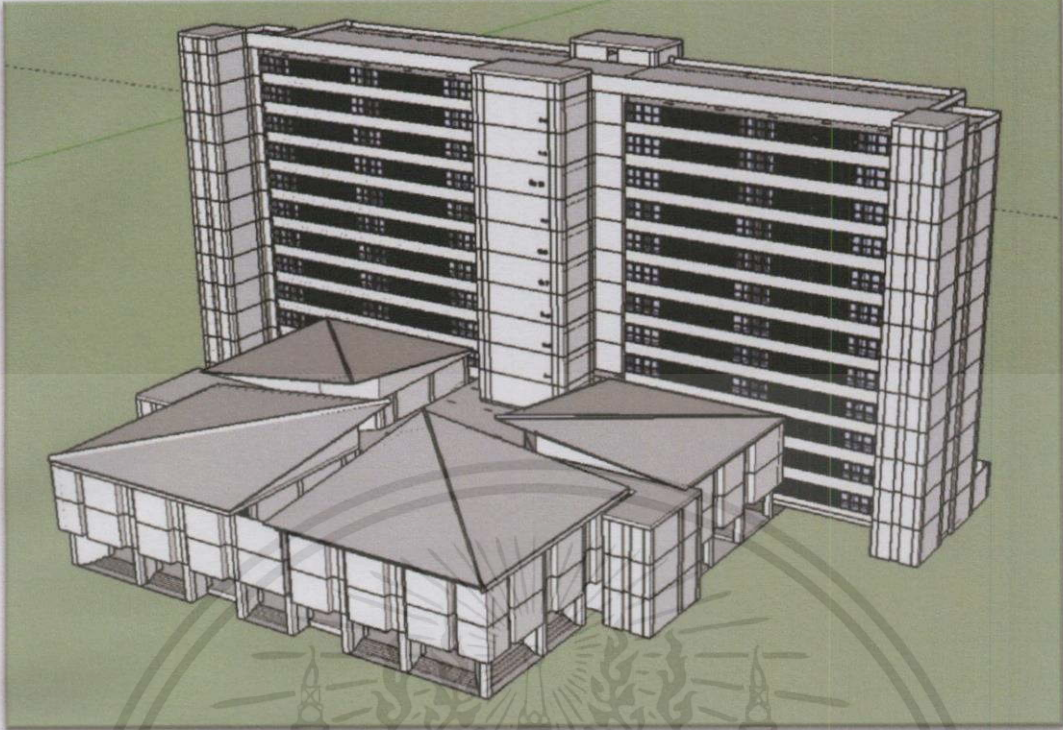
การติดตั้งตัวเก็บประจุเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลัง

ขนาด 50 kVar ตัวละ 14,200 บาท จำนวน 9 ตัว 2 ชุด เป็นเงิน 255,600 บาท

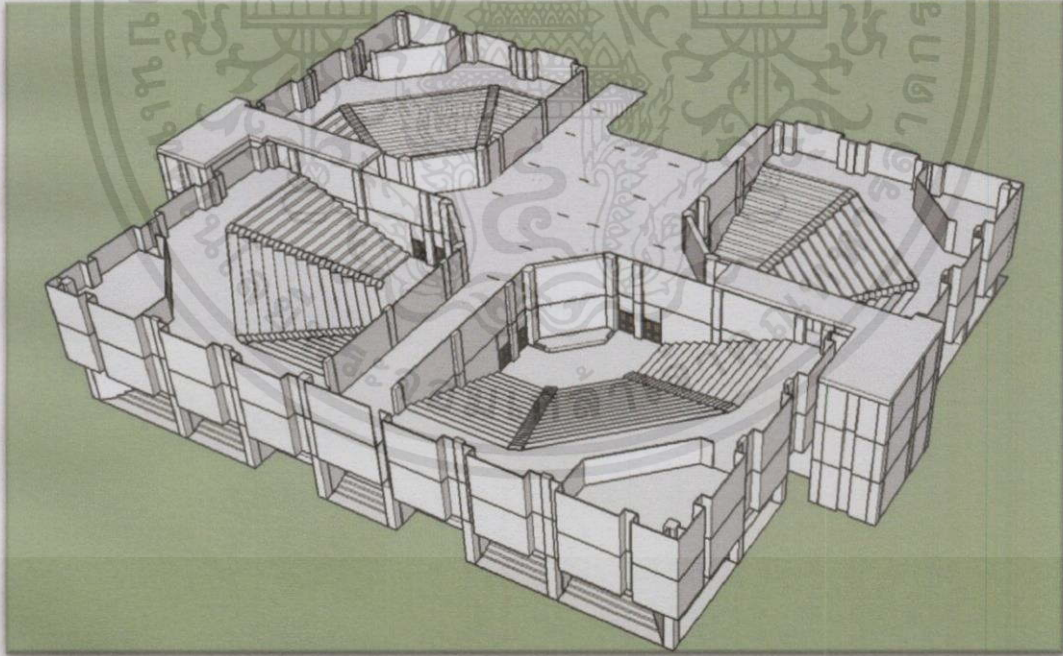
รวมคิดเป็นเงินการลงทุนทั้งหมด 47,436,625 บาท ค่าบำรุงรักษา 274,425 บาท/ปี ซึ่งจะต้องมีการประเมินการประหยัดพลังงานอีกใน 20 ปีข้างหน้า คิดเป็นเงินการลงทุนรวมอัตราเงินเพื่อ 20 ปีได้ 77,730,433 บาท ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 3,795,398 บาทต่อปี และจะใช้ระยะเวลาคืนทุนภายใน 24 ปี

ตารางที่ 4.19 การแสดงระยะเวลาคืนทุนของการปรับปรุงระบบไฟฟ้าใหม่

ปี	เงินลงทุน (บาท)	ค่า บำรุงรักษา (บาท/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ ลดได้ (บาท/ปี)	กระแสเงิน สดสุทธิ (บาท)	เงินลงทุนคงเหลือ หลังคิดอัตราเงิน เพื่อ (บาท)
1	47,436,625	-	3,795,398	- 47,436,625	-47,436,625.00
2	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-43,998,174.80
3	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-40,640,313.29
4	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-37,361,151.65
5	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-34,196,099.13
6	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-31,114,256.37
7	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-28,233,281.55
8	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-25,311,353.02
9	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-22,531,864.42
10	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-19,833,331.80
11	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-17,213,397.21
12	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-14,669,771.40
13	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-12,200,231.78
14	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-9,730,692.16
15	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-7,261,152.54
16	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-4,791,612.92
17	-	274,425	3,795,398	3,520,973	-2,322,073.30
18	-	274,425	3,795,398	3,520,973	147,466.32
19	-	274,425	3,795,398	3,520,973	2,617,005.94
20	-	274,425	3,795,398	3,520,973	5,086,545.56
21	-	274,425	3,795,398	3,520,973	7,556,085.19
22	-	274,425	3,795,398	3,520,973	10,025,624.81
23	-	274,425	3,795,398	3,520,973	12,495,164.43
24	-	274,425	3,795,398	3,520,973	14,964,704.05

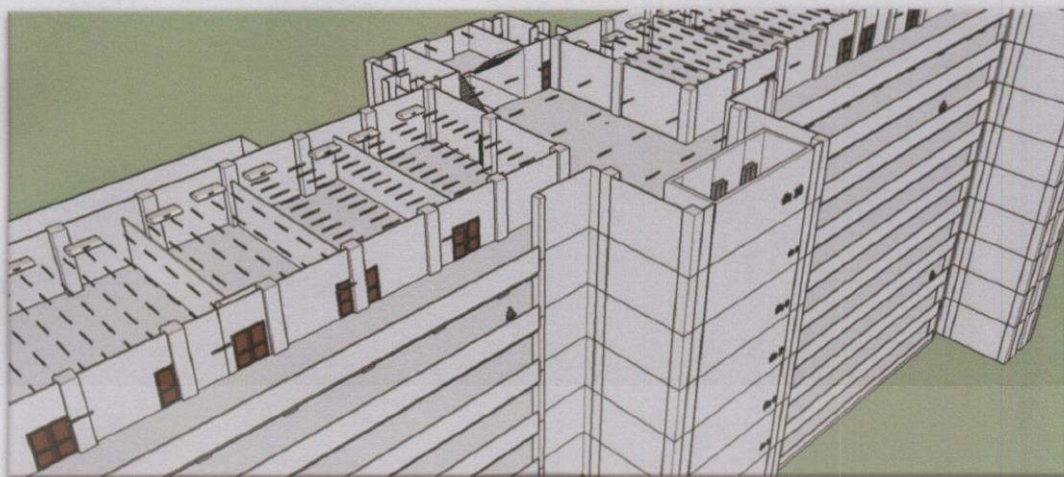


ภาพที่ 4.22 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp (อาคารโดยรวม)



ภาพที่ 4.23 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ (ส่วนหน้าของอาคารและห้องประชุม) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.24 การออกแบบอาคารเรียน 12 ชั้น ในโปรแกรม SketchUp
(ส่วนหลังของอาคาร)



ภาพที่ 4.25 การติดตั้งหลอดไฟบริเวณทางเดินอาคารเรียนรวม 12 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

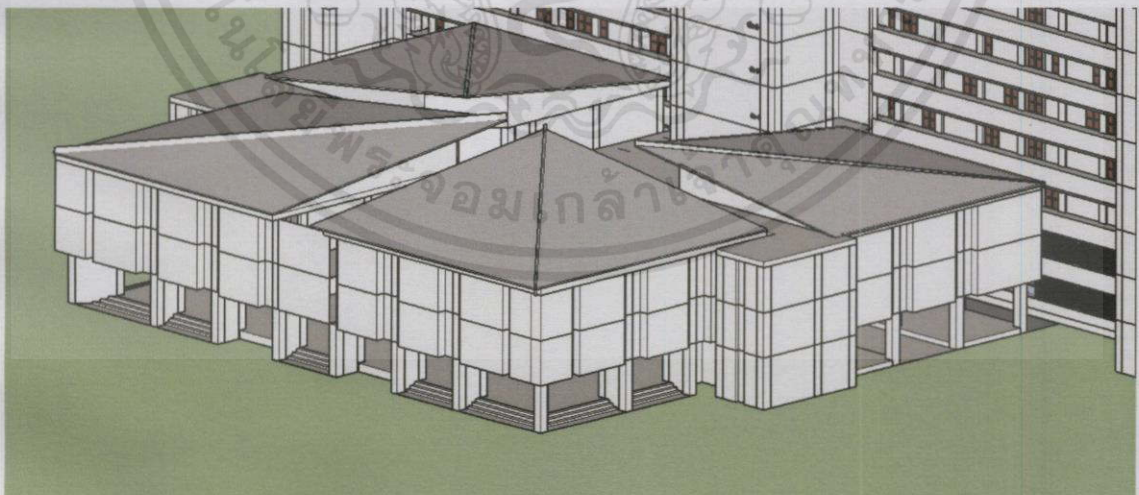
อาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์มีการใช้พลังงานตามพระราชบัญญัติ ข้อมูลองค์ประกอบต่างๆด้านพลังงาน ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ถูกกำหนดไว้ในกฎกระทรวง โดยมี รายละเอียดในการใช้พลังงานของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น อย่างละเอียด และรายงานการวิเคราะห์ การใช้พลังงาน รวมไปถึงการปรับปรุงระบบต่างๆเพื่อให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานที่น้อยที่สุดอยู่ใน ปริมาณพันธบัตรฉบับนี้ ซึ่งในบทนี้จะแสดงถึงบทสรุปที่สำคัญของโครงการนี้ อันประกอบไปด้วย มาตรการต่างๆ การลงทุน ระยะเวลาที่ใช้ในการคืนทุนในแต่ละมาตรา และมาตรการอื่นๆที่เกี่ยวข้อง กับการอนุรักษ์พลังงาน ดังแสดงต่อไปนี้

5.1 สรุปมาตรการการประหยัดพลังงานทั้งหมด

จากการสำรวจและวิเคราะห์ที่ผ่านมาได้ข้อสรุปและวิธีการการปรับปรุงอาคารใหม่ดังนี้

5.1.1 การปรับปรุงเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่แทนอุปกรณ์เดิม

- 1.1 การเปลี่ยนเป็นหลอดไฟประหยัดพลังงานแอลอีดีทั้งอาคาร
- 1.2 การเปลี่ยนเป็นหลอดไฟประหยัดพลังงานแอลอีดี ปีละ 2 ชั้น
- 1.3 การเปลี่ยนเป็นหลอดไฟประหยัดพลังงานแอลอีดี ในพื้นที่อาคาร ห้องประชุมสโตน และบริเวณโถง ชั้น 1 ด้านหน้าของอาคาร
- 1.4 การปรับปรุงชนิดของเครื่องปรับอากาศพร้อมกันทั้งอาคาร (รวมทั้งเครื่องที่เสียอยู่แล้ว) มี 2 กรณี
 1. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER
 2. เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ NON-INVERTER
- 1.5 เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ปีละ 2 ชั้น



ภาพที่ 5.1 บริเวณอาคารห้องประชุมสโตนของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะสามารถสรุปมาตรการต่างๆที่จะช่วยในการลดการใช้พลังงานของอาคารเรียนรวม 12 ชั้น ได้ดังตารางนี้ ต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปมาตรการการประหยัดไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศ

ระบบ	มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ปริมาณที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	ลงทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	(กรณีเปลี่ยนพร้อมกันทั้งอาคาร) เปลี่ยนหลอด T5 เป็นหลอด LED T8 ขนาด 120 เซนติเมตร	123,768	495,072	4,740,413	10
	(กรณีเปลี่ยนปีละ 2 ชั้น) เปลี่ยนหลอด T5 เป็นหลอด LED T8 ขนาด 120 เซนติเมตร	123,768 *	495,072 *	4,740,413	14
	เปลี่ยนเป็นโคม Low – Bay LED	31,214	124,857	112,000	0.9
ระบบปรับอากาศ	(กรณีเปลี่ยนพร้อมกันทั้งอาคาร) เปลี่ยนชนิดเครื่องปรับอากาศ เป็นแบบ INVERTER	647.95	3,047,328	19,871,010	8
	(กรณีเปลี่ยนพร้อมกันทั้งอาคาร) เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ ชนิด NON-INVERTER	182.08	1,747,968	14,536,000	8
	(กรณีเปลี่ยนปีละ 2 ชั้น) เปลี่ยนชนิดเครื่องปรับอากาศ เป็นแบบ INVERTER	647.95 *	3,047,328 *	19,871,010	12
	(กรณีเปลี่ยนปีละ 2 ชั้น) เปลี่ยนเครื่องปรับอากาศใหม่ ชนิด NON-INVERTER	182.08 *	1,747,968 *	14,536,000	14

หมายเหตุ * 6 ปีแรก จะประหยัดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับจำนวนที่ติดตั้งใหม่แล้วของปีนั้นๆ และในส่วนของระบบอื่นๆ จะแสดงดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปมาตรการการประหยัดไฟฟ้าของระบบอื่นๆ

ระบบ	มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ผลที่ได้จากมาตรการ
ระบบอื่นๆ	การประหยัดพลังงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ (โดยใช้โหมดต่างๆ)	เป็นมาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมแต่อย่างใด แต่เป็นมาตรการที่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ใช้ในการประหยัดพลังงาน
	การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก	สามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้นถึง 66.67%
	การลดพลังงานสูญเสียจากฮาร์ดไดรฟ์	จะช่วยลดพลังงานสูญเสียและความร้อนที่หม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟฟ้า ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น
	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร	ช่วยลดการใช้พลังงาน ยืดอายุการใช้งานของลิฟต์ และสามารถลดระยะเวลารอคอยของผู้โดยสารได้อีกด้วย
	การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า	ช่วยให้ประหยัดพลังงานมากขึ้น และลดการสูญเสียของหม้อแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานแปลนการใช้งบประมาณการศึกษาค้นคว้าเพื่อประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น นอกเหนือจากนี้ หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อ
สำนักส่งเสริมการค้าและการลงทุนต่างประเทศ กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์

5.1.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ ในส่วนที่ควรปรับปรุงให้เหมาะสมกับการใช้งานในแต่ละพื้นที่ (Renovation)

ตารางที่ 5.3 แสดงระยะเวลาการคืนทุนของการปรับปรุงอาคารใหม่ (Renovation)

มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ปริมาณที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ลดได้ (บาท/ปี)	ต้นทุน (บาท)	คืนทุน (ปี)
Renovation	948,849	3,795,398	77,730,433	24

5.2 มาตรการและข้อเสนอแนะ ที่ควรปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงาน

5.2.1 การบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกวิธี

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคาร หากใช้งานตามหลักอย่างถูกต้องและคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานจะช่วยให้ลดการใช้พลังงานได้และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้มากขึ้นอีก ซึ่งจะแยกให้เห็นออกเป็นระบบต่างๆ ดังนี้

1. การบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าแสงสว่าง มีข้อเสนอแนะดังนี้

- 1.1 ปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน
- 1.2 ทำความสะอาดดวงโคมและหลอดไฟอย่างสม่ำเสมอ
- 1.3 ควรมีการตรวจสอบสายไฟ หากมีการชำรุดควรแก้ไขในทันที ไม่ควรปล่อยให้สายล่อยเปลือยเอาไว้ อาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้ใช้งานได้
- 1.4 ผับังและวัสดุโดยรอบบริเวณที่ทำงาน ควรใช้สีโทนสว่าง เพื่อช่วยในการสะท้อนของแสง
- 1.5 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการปิด เปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติในบริเวณที่ใช้แสงสว่างในช่วงเวลาสั้นๆ เช่น ห้องน้ำ ห้องเก็บของ

2. การบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ มีข้อเสนอแนะดังนี้

- 2.1 การรักษาอุณหภูมิในการปรับอากาศให้เหมาะสม ควรปรับตั้งให้อุณหภูมิที่เทอร์โมสแตทหรืออุณหภูมิห้องไว้ที่ 24.5 - 25.5°C ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมและทำให้ผู้ที่อาศัยไม่รู้สึกร้อนและหนาวจนเกินไป ซึ่งการปรับตั้งอุณหภูมิห้องที่ต่ำเกินไปนอกจากจะรู้สึกร้อนแล้วเครื่องปรับอากาศยังต้องทำงานหนัก ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้น

2.2 การบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศแยกส่วน

ในขณะที่ทำการตรวจวัด พบว่าเครื่องปรับอากาศบางส่วน บริเวณแฟนคอยล์ยูนิต (Fan coil Unit) นั้นค่อนข้างสกปรกและขาดการบำรุงรักษา ดังนั้นจึงเสนอให้มีการตรวจสอบสภาพการทำงาน of เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ฉนวนหุ้มท่อสารทำความเย็น, เทอร์โมสแตท และตรวจเช็คการรั่วของสารทำความเย็นในระบบด้วยเพื่อให้เครื่องปรับอากาศสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

เอกสารไฟฟ้าสำหรับเครื่องปรับอากาศลงได้ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การใช้พัดลมดูดอากาศ

ในห้องที่ไม่มีกลิ่น หรือไม่มีการระบายอากาศเสีย ไม่ควรใช้พัดลมระบายอากาศ เนื่องจากจะอาจมีผลให้เกิดความชื้นและฝุ่นละอองเข้ามาในห้อง ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น ส่งผลให้สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

3. พัดลม ไม่เปิดทิ้งไว้เมื่อไม่มีคนอยู่และถอดปลั๊กออกทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งาน
4. อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานอื่นๆ มีข้อเสนอแนะดังนี้

4.1 หลังจากการใช้คอมพิวเตอร์ ต้องปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ (CPU) และหน้าจอ (Monitor) ทุกครั้ง หรือเมื่อไม่ใช้งานคอมพิวเตอร์นานๆ แต่ต้องเปิดเครื่องทิ้งไว้ ก็ควรปิดหน้าจอ (Monitor) เพื่อเป็นการไม่สิ้นเปลืองพลังงานโดยใช่เหตุ

4.2 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ได้รับฉลาก Energy Star จะมีระบบประหยัดพลังงาน ซึ่งผู้ใช้สามารถตั้งสถานะการทำงานเพื่อลดการใช้งานของเครื่องได้ โดยใช้โหมด Hibernation ช่วยประหยัดพลังงานลง 95% เป็นการปิดโปรแกรมเอกสารทุกอย่างลงและปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และเมื่อเปิดเครื่องขึ้นมาใหม่ทุกอย่างก็จะกลับมาเป็นอย่างเดิมแต่ใช้เวลาพอๆกับการเปิดเครื่องจริงๆ

4.3 อุปกรณ์ต่างๆในห้องปฏิบัติการ หลังจากใช้งานควรปิดและถอดปลั๊กให้เรียบร้อย ทั้งนี้นอกจากจะเป็นการประหยัดพลังงานแล้ว ยังช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุที่คาดไม่ถึงอีกด้วย

4.4 การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ (Personal Computer) ให้เป็นโน้ตบุ๊ก (Notebook) จะสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ถึง 1.6 kWh หรือคิดเป็น 66.67% ตารางที่ 5.4 แสดงผลการอนุรักษ์พลังงานของการเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก

ข้อมูล	ผลการอนุรักษ์พลังงาน
พลังงานไฟฟ้าที่สามารถประหยัดได้ (Electrical energy Saving)	201,600 kWh/ปี
ปริมาณค่าใช้จ่ายไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (Cost saving)	806,400 บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายในการลงทุนรวมทั้งสิ้น (Total Cost)	7,560,000 บาท
ระยะเวลาในการคืนทุนของมาตรการ (Simple Payback Period)	9.375 ปี

5. ลิฟต์โดยสาร

5.1 ควรใช้บันไดในบางโอกาส เช่น ขึ้นหรือลงแค่ 1-2 ชั้น ทั้งนี้เพื่อลดการใช้พลังงานและสามารถยืดอายุการใช้งานของลิฟต์ได้อีก

5.2 ควรตั้งโปรแกรมควบคุมหรือจัดกลุ่มการใช้งานลิฟต์โดยสารเพื่อลดการจอดระหว่างชั้นโดยไม่จำเป็น

5.3 เลือกใช้ลิฟต์โดยสารที่มีระบบขับเคลื่อนมอเตอร์แบบแปรผันแรงดันไฟฟ้าและความถี่ (Variable Voltage Variable Frequency) ซึ่งใช้พลังงานเพียง 50% ของระบบขับเคลื่อนแบบเดิมที่ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนแบบเปลี่ยนจำนวนขั้วหรือมอเตอร์กระแสตรง

5.4 โปรแกรมบริหารจัดการลิฟต์ สำหรับอาคารที่ใช้ลิฟต์หลายตัวสามารถลดการเดินทางและการใช้พลังงานของลิฟต์ได้ 5-10% และลดเวลาการรอคอยของผู้โดยสารอีกด้วย

5.5 ระบบปิดการทำงานตามช่วงเวลา อาคารที่มีลิฟต์หลายตัว ควรตั้งปิดการทำงานของลิฟต์บางตัวในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้งานน้อย เช่น ในช่วงเวลากลางคืน เพื่อให้ลิฟต์ทำงานได้เต็มภาระใช้งานมากขึ้นและลดการใช้พลังงาน

6. การติดตั้งอุปกรณ์กรองฮาร์โมนิกส์ ที่เกิดจากอุปกรณ์ เช่น แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง ตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ คอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดพลังงานสูญเสียและความร้อนที่หม้อแปลงไฟฟ้า สายไฟฟ้า รวมทั้งการทำงานผิดปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

7. การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า โดยการใช้หม้อแปลงความสูญเสียต่ำ ซึ่งมีการสูญเสียพลังงานต่ำกว่าหม้อแปลงแบบทั่วไป 15-20% และควรเลือกขนาดที่เหมาะสมกับโหลดเพื่อให้หม้อแปลงทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดช่วยลดการสูญเสียของพลังงานและลดค่าไฟได้ในระยะยาว และมีอายุใช้งานนาน 30 - 40 ปี

8. การจัดการโหลดให้สมดุล เป็นการเฉลี่ยโหลดแต่ละเฟสให้มีค่าเท่ากันหรือใกล้เคียงกันซึ่งทำให้กระแสในแต่ละเฟสมีค่าใกล้เคียงกัน

9. การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลง ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ในระดับมาตรฐานใช้งาน (380V.) ตลอดเวลา ทำให้ลดการสูญเสียพลังงานและประหยัดไฟฟ้าได้ 15-20% ของพลังงานไฟฟ้าที่อาคารใช้

10. คำนึงถึงโครงสร้างอาคาร (OTTV, RTTV) ให้มีการถ่ายเทความร้อนของหลังคาและผนังนั้น ควรเพิ่มวัสดุป้องกันความร้อนจากภายนอกของอาคาร โดยปัจจุบันมีวัสดุกระจกที่ใช้ในอาคารเป็นแบบกระจกสกัดกั้นความร้อนสีเขียวที่ช่วยป้องกันความร้อนทำให้ลดค่าไฟได้ถึง 35% และการปรับปรุงหลังคา โดยการเพิ่มช่องว่างของหลังคาครึ่งเมตร และติดตั้งผ้าใยข่มพร้อมบุฉนวนใยแก้ว ช่วยสะท้อนความร้อนจากภายนอกบนหลังคาของอาคาร

11. ควรแยกมิเตอร์ไฟฟ้าเป็นอาคารละมิเตอร์เพื่อสะดวกในการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าว่าอาคารแต่ละอาคารใช้พลังงานไฟฟ้าเท่าใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. ข้อมูลพลังงาน. วันที่ค้นข้อมูล 8 พฤษภาคม 2558, จาก กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: <http://www.eppo.go.th/info/Situation/>
- [2] ทีมเศรษฐกิจ (2556). "บูรณาการ"สร้างความมั่นคงชาติ ฝ่าวิกฤติพลังงานไฟฟ้า. วันที่ค้นข้อมูล 25 มิถุนายน 2557, จาก หนังสือพิมพ์ไทยรัฐออนไลน์ เว็บไซต์: <http://www.thairath.co.th/column/eco/ecoscoop/347162>.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550. วันที่ค้นข้อมูล 22 กันยายน 2557, จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทน กระทรวงพลังงาน เว็บไซต์: http://www.dede.go.th/ewt_dl_link.php?nid=134
- [4] กฎกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 จาก กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เว็บไซต์: www.enconfund.go.th/pdf/02-rules/2552-1.pdf.
- [5] เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงาน วันที่ค้นข้อมูล 8 พฤษภาคม 2558 เว็บไซต์: http://www.meaenergysavingbuilding.net/downloads/knowledge2/technology_conservation_office.pdf.
- [6] Michael Overcash Khaled Bawaneh & Janet Twomey Estimating nonprocess energy from building energy consumption, July 2012,
- [7] Darnell, Building automation in energy management, Charles Facilities Design & Management, ABI/INFORM Complete pg. 34
- [8] Evan Mills, Building commissioning: a golden opportunity for reducing energy costs and greenhouse gas emissions in the United States, Sep 2011
- [9] Sara C, Building-Related Renewable Energy and the Case of 360 State Street Bronin, Vanderbilt Law Review; Nov 2012; 65, 6; ABI/INFORM Complete pg. 1875
- [10] LESLEY ANNE HERRMANN, INVESTIGATING THE PERFORMANCE AND ENERGY SAVING POTENTIAL OF CHINESE COMMERCIAL BUILDING BENCHMARK MODELS FOR THE HOT HUMID AND SEVERE COLD CLIMATE REGIONS, B.A., University of Montana, 2007
- [11] Orion Zavalani, Reducing energy in buildings by using energy management systems and alternative energy-saving systems, Department of Electro-technique, Polytechnic University of Tirana, 2011
- [12] Tianshu Wei & Qi Zhu & Mehdi Maasoumy, Co-scheduling of HVAC Control, EV Charging and Battery Usage for Building Energy Efficiency, University of California, Riverside

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ในการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

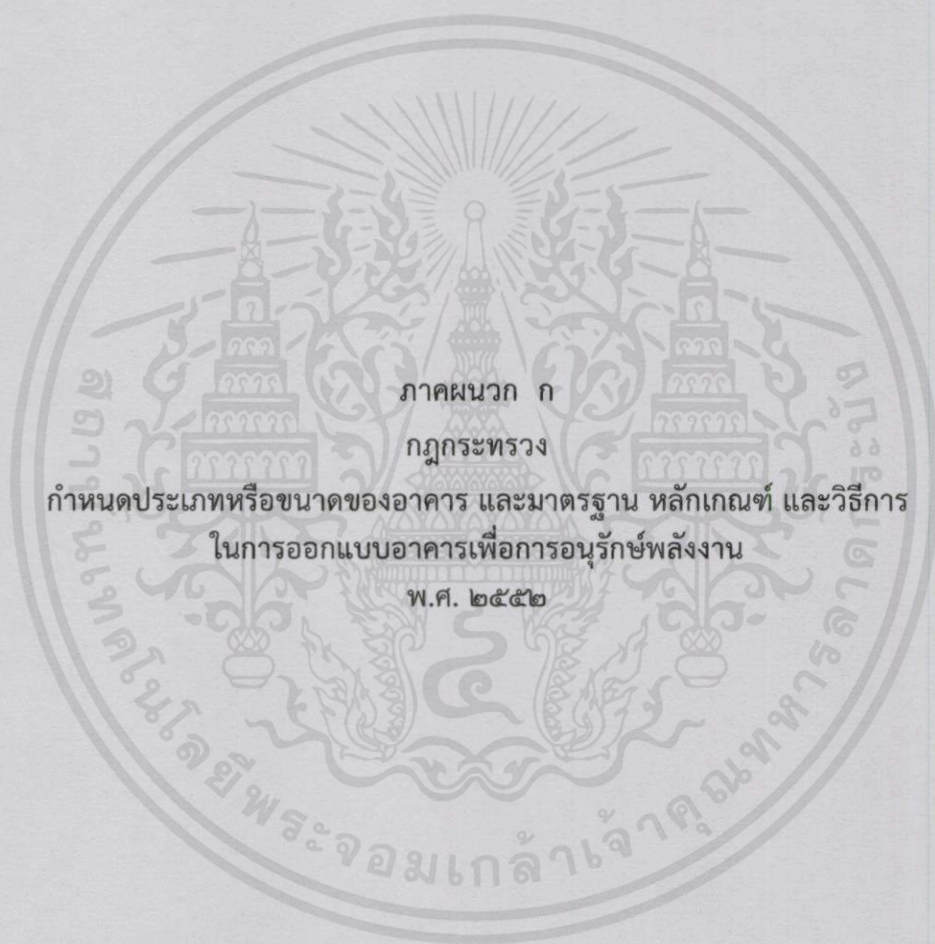
- [13] Changsha, Building Energy Performance Investigation Based on Heat and Moisture Coupled Transfer, Fanhong Kong, School of Energy Science and Engineering, Central South University, Hunan, China, 2012
- [14] Zhong bocheng, Design of Building Energy Monitoring and Management System, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai, China, 2012
- [15] A. Moreno-Muñoz, J.M Flores-Arias, A. Gil-de-Castro and J. J. G. de la Rosa, Power Quality and Energy Efficiency in e-Offices,, 2009
- [16] Scott O. Shrake, Amy E. Landis, and Melissa M. Bilec, Greening the Service Industries: A Case Study of a United States Engineering Consulting Firm
- [17] Yawar Ismail Khalid, Naveed Ul Hassan, Chau Yuen, Shisheng Huang, Demand Response Management For Power Throttling Air Conditioning Loads In Residential Smart Grids, Member, IEEE, 2014
- [18] T. Tran-Quoc, J.C Sabonnadière, N. Hadjsaid, Ch. Kieny, Air Conditioner Direct Load Control in Distribution Networks, Member, IEEE, 2009
- [19] Lekramshing Latchoomun and Darmanaden Sooben, A Low Cost Automated Scheme to Avoid Load Shedding During Simultaneous Start-up of Single and Three-phase Split air-Conditioning Units, ASHRAE Member, Institut Supérieur de Technologie, Mauritius, 2012
- [20] Shinji Ueki, Hiroshi Imamoto, Koji Ando, Tsukasa Fujimori, Susumu Sugiyama, Toshihiro Itoh and Ryutaro Maeda, Development of Multi-functional Sensor Module for Energy Saving Air Conditioner System, 2012
- [21] หลักเกณฑ์การตรวจสอบอาคาร 9 ประเภท
วันที่ค้นข้อมูล 4 มิถุนายน 2557 เว็บไซต์: <http://www.apsthailand.com/ตรวจสอบอาคาร/หลักเกณฑ์การตรวจสอบอาคาร-๙-ประเภท.html>.
- [22] เกชา อีระโกเมน, ระบบไฟฟ้าภายในอาคาร, หนังสือวิศวกรรมงานระบบภายในอาคาร.
- [23] มาตรฐานระบบไฟฟ้าทั่วโลก, เว็บไซต์หนังสือพิมพ์เนชั่น, วันที่ค้นข้อมูล 6 เมษายน 2558
เว็บไซต์: <http://www.oknation.net/blog/print.php?id=281181>.
- [24] สมาคมวิศวกรรมฐานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) (มยพ. 4501-51), มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย, 2552.
- [25] กรมโยธาธิการและผังเมือง กระทรวงมหาดไทย (มยพ. 4501-51), มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป 2551.
- [26] ข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ, หนังสือรวมข้อบังคับตามกฎหมาย กฎกระทรวง และพระราชบัญญัติ โดยสมาคมสถาปนิกสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [27] กฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารและมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, 2552.
- [28] มาตรฐานค่าความเข้มแสงเฉลี่ยภายในอาคารสำนักงาน, กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน ในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างตามความในมาตรา 6 และมาตรา 103 แห่งพระราชบัญญัติ.

- [29] มาตรฐานระบบปรับอากาศหรือระบบการทำความเย็นภายในอาคาร, กฎกระทรวงกำหนดเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง, 2552.
- [30] Y. C. Chin F. H. Chu S. C. Huang H. Y. Yang, วิธีการตรวจวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง (Illumination Measurement).
- [31] คุณสมบัติของหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T8 และบัลลาสต์โลว์ลอส (THE CHARACTERISTICS OF NEW PIEZOELECTRIC BALLAST FOR FLUORESCENT T8 LAMP).
- [32] C. K. Cheong, K. W. E. Chengl, and H. L. Chan, การเปรียบเทียบการใช้บัลลาสต์หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และ T5 (Examination of T8-T5 Electronic Ballast Adaptor), 2006 2nd International Conference on Power Electronics Systems and Applications.
- [33] หลักการทำงาน Variable Air Volume (VAV) ในระบบเครื่องปรับอากาศทำความเย็น ที่มา : 1.Text book ; Edward G.Pita, 1998, Air Conditioning Principle and Systems, 3rd edition, Prentice-Hall. Inc, New Jersey. 2. กิตติพงษ์ เตมียะประดิษฐ์, หนังสือเรื่อง การประหยัดพลังงานในการปรับอากาศโดยระบบ VAV เอกสารประกอบคำบรรยาย, กรุงเทพมหานคร, 2535.
- [34] Mahendra Dissasekera, ประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศชนิดчилเลอร์ (Electricity Saving and Cost Reducing Through Chiller System Optimization), Department of Electronics and Telecommunication University of Moratuwa, Sri Lanka.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า .
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กฎกระทรวง

กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ
ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน
พ.ศ. ๒๕๕๒

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ วรรคสอง และมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ อันเป็นกฎหมายที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๓ มาตรา ๔๑ และมาตรา ๔๓ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน โดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ กฎกระทรวงนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยยี่สิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

หมวด ๑

ประเภทและขนาดของอาคาร

ข้อ ๒ การก่อสร้างหรือตัดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ ๒,๐๐๐ ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎกระทรวงนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- (๑) สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- (๒) สถานศึกษา
- (๓) สำนักงาน
- (๔) อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- (๕) อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- (๖) อาคารโรงมหรสพตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- (๗) อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- (๘) อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- (๙) อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

หมวด ๒

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร

ส่วนที่ ๑

ระบบกรอบอาคาร

ข้อ ๑ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

- (๑) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (วัตต์ต่อตารางเมตร)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	๕๐
(ข) โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	๔๐
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	๓๐

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ ให้คำนวณจากค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้านรวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(๒) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (วัดคี่ต่อตารางเมตร)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	๑๕
(ข) โรงแรม หอพัก ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	๑๒
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	๑๐

(๓) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบกรอบอาคารตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ส่วนที่ ๒
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ข้อ ๕ การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

(๑) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด

(๒) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัดคี่ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สถานศึกษา สำนักงาน	๑๔
(ข) โรงแรม หอพัก ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	๑๘
(ค) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	๑๒

(๓) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ ๓
ระบบปรับอากาศ

ข้อ ๕ ระบบปรับอากาศ ประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ส่วนที่ ๔
อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน

ข้อ ๖ อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อนที่ติดตั้งภายในอาคาร ต้องมีค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำดังต่อไปนี้

(๑) หม้อไอน้ำและหม้อต้มน้ำร้อน

ประเภท	ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ (ร้อยละ)
(ก) หม้อไอน้ำที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired steam boiler)	๘๕
(ข) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง (oil fired hot water boiler)	๘๐
(ค) หม้อไอน้ำที่ใช้ แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired steam boiler)	๘๐
(ง) หม้อต้มน้ำร้อนที่ใช้ แก๊สเป็นเชื้อเพลิง (gas fired hot water boiler)	๘๐

(๒) เครื่องทำน้ำร้อนชนิดฮีตปั๊มแบบใช้อากาศเป็นแหล่งพลังงาน (air-source heat pump water heater)

ลักษณะการออกแบบ	ภาวะพิกัด			ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ
	อุณหภูมิ น้ำเข้า	อุณหภูมิ น้ำออก	อุณหภูมิอากาศ	
	(องศาเซลเซียส)			
(ก) แบบที่ ๑	๓๐.๐	๕๐.๐	๓๐.๐	๓.๕
(ข) แบบที่ ๒	๓๐.๐	๖๐.๐	๓๐.๐	๓.๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ ๕
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

ข้อ ๗ การขออนุญาตก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารตามข้อ ๒ ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในหมวด ๒ ส่วนที่ ๑ ส่วนที่ ๒ หรือส่วนที่ ๓ ให้พิจารณาตามเกณฑ์การพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

เกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารตามวรรคหนึ่ง ต้องมีค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารดังกล่าวต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารอ้างอิงที่มีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละด้านเป็นเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง และมีค่าของระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ เป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

ส่วนที่ ๖
การใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่าง ๆ ของอาคาร

ข้อ ๘ เมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคาร ให้ยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วนในอาคารในกรณีที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่างภายในอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร ให้ถือเสมือนว่าไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยการออกแบบดังกล่าวต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(๑) ต้องแสดงอย่างชัดเจนว่า มีการออกแบบสวิตช์ที่สามารถเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้กับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างต้องมีระยะห่างจากกรอบอาคารไม่เกิน ๑.๕ เท่าของความสูงของหน้าต่างในพื้นที่นั้น และ

(๒) กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารตาม (๑) ต้องมีค่าประสิทธิภาพของสัมประสิทธิ์การบังแดด (effective shading coefficient) ไม่น้อยกว่า ๐.๓ และอัตราส่วนการส่งผ่านแสงต่อความร้อน (light to solar gain) มากกว่า ๑.๐ และพื้นที่กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารตาม (๑) ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังที่บ

ข้อ ๙ อาคารที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในอาคาร สามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ไปหักออกจากค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวด ๓

หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคาร

ข้อ ๑๐ หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารตามหมวด ๒ ให้เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

บทเฉพาะกาล

ข้อ ๑๑ แบบของอาคารที่ได้ยื่นคำขออนุญาตหรือได้แจ้งการก่อสร้าง คัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลงการใช้ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร หรือที่ได้รับอนุญาตตามกฎหมายเฉพาะว่าด้วยกรณีนั้น ก่อนวันที่กฎกระทรวงนี้ใช้บังคับ ให้ได้รับยกเว้นไม่ต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงนี้

ให้ไว้ ณ วันที่ ๕ กุมภาพันธ์ พ.ศ. ๒๕๕๒

วรรณรัตน์ ชาญนุกูล

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ :- เหตุผลในการประกาศใช้กฎกระทรวงฉบับนี้ คือ โดยที่มาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๐ บัญญัติให้รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานโดยคำแนะนำของคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ มีอำนาจออกกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคารที่จะทำการก่อสร้างหรือตัดแปลงที่ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และกำหนดมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารตามประเภท หรือขนาดของอาคารดังกล่าวเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จึงจำเป็นต้องออกกฎกระทรวงนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 1														
1	โถงหน้าอาคาร	1480	0	0	0	117	15	132	80	8	88	5	1	6
2	ร้านหนังสือ	74	2	0	2	10	0	10	4	0	4	0	0	0
3	ห้องน้ำหญิงโถงหน้า	40	0	0	0	9	0	9	0	0	0	2	0	2
4	ห้องน้ำชายโถงหน้า	40	0	0	0	10	0	10	0	0	0	2	0	2
5	ที่จอดรถใต้อาคาร	550	0	0	0	35	5	40	0	0	0	0	0	0
6	E12-101 ห้องคอม	330	7	0	7	100	10	110	184	2	186	9	1	10
7	ห้องธุรการ	130	4	0	4	50	0	50	7	0	7	4	0	4
8	ห้องเจ้าหน้าที่	20	1	0	1	6	0	6	1	0	1	0	0	0
9	E12-109 ห้องคอม2	220	3	0	3	42	8	50	38	1	39	3	2	5
10	ห้องไฟฟ้า (MDB)	60	2	0	2	16	0	16	2	0	2	0	0	0
11	ห้องคอม (ไม่ได้ใช้)	165	4	0	4	43	1	44	32	0	32	4	0	4
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
15	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
16	ทางเดิน	340	0	0	0	14	1	15	2	2	4	0	0	0
17	โถงหน้าลิฟต์	270	0	0	0	18	2	20	3	1	4	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 2														
1	ห้องประชุม 1 (slope1)	545	8	0	8	106	10	116	20	1	21	0	0	0
2	ห้องประชุม 2 (slope2)	615	8	0	8	149	8	157	20	1	21	0	0	0
3	ห้องประชุม 3 (slope3)	615	8	0	8	144	13	157	20	2	22	0	0	0
4	ห้องประชุม 4 (slope4)	545	8	0	8	110	6	116	19	2	21	0	0	0
5	โถงทางเดิน	910	0	0	0	29	7	36	7	3	10	13	3	16
6	E12-201 ห้องคอม	240	7	0	7	74	6	80	69	1	70	5	1	6
7	E12-202 ห้องคอม	240	4	0	4	76	4	80	55	2	57	6	0	6
8	ห้องพักอาจารย์1 (food)	120	4	0	4	40	0	40	6	0	6	3	0	3
9	ห้องพักอาจารย์2 (food)	180	6	0	6	60	4	64	8	0	8	0	0	0
10	ห้องพักอาจารย์3 (food)	120	7	0	7	24	0	24	8	0	8	1	0	1
11	ห้องพักอาจารย์4 (food)	60	1	0	1	16	0	16	2	0	2	0	0	0
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
15	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
16	ทางเดิน	335	0	0	0	13	1	14	2	2	4	0	0	0
17	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	16	0	16	3	0	3	3	3	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 3														
1	E12-301	84	2	0	2	36	0	36	5	1	6	2	0	2
2	E12-302	84	2	0	2	36	0	36	5	2	7	2	0	2
3	E12-303	72	2	0	2	36	0	36	6	0	6	2	0	2
4	E12-304	90	2	0	2	36	0	36	6	0	6	2	0	2
5	E12-305	90	1	1	2	30	6	36	7	0	7	1	1	2
6	LAB1 (food)	270	6	0	6	72	8	80	8	0	8	8	0	8
7	LAB2 (food)	210	6	0	6	60	10	70	8	0	8	6	0	6
8	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
9	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
10	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
11	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
12	ทางเดิน	335	0	0	0	12	2	14	1	3	4	0	0	0
13	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	13	3	16	2	1	3	2	4	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 4														
1	E12-401	84	2	0	2	36	0	36	5	1	6	2	0	2
2	E12-402	84	2	0	2	34	2	36	6	0	6	2	0	2
3	E12-403	72	2	0	2	34	2	36	6	0	6	2	0	2
4	E12-404	90	2	0	2	36	0	36	5	1	6	2	0	2
5	E12-405	150	2	1	3	58	2	60	7	0	7	5	0	5
6	E12-409	270	4	1	5	84	4	90	9	0	9	4	2	6
7	E12-410	210	5	1	6	66	4	70	8	2	10	5	0	5
8	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
9	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
10	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
11	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
12	ทางเดิน	335	0	0	0	12	2	14	4	0	4	0	0	0
13	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	14	2	16	2	1	3	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 5														
1	E12-501	300	6	1	7	94	6	100	6	1	7	8	3	11
2	E12-502	180	3	1	4	56	4	60	8	0	8	3	1	4
3	E12-503	240	5	0	5	76	4	80	8	0	8	6	2	8
4	E12-504	120	3	0	3	38	2	40	7	1	8	4	0	4
5	E12-505	120	3	0	3	40	0	40	8	0	8	4	0	4
6	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
7	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
8	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
9	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
10	ทางเดิน	335	0	0	0	13	1	14	4	0	4	0	0	0
11	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	16	0	16	2	1	3	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 6														
1	E12-601	102	2	0	2	34	6	40	6	2	8	2	1	3
2	E12-602	96	2	0	2	34	2	36	7	1	8	1	0	1
3	E12-603	102	2	0	2	28	2	30	8	0	8	3	0	3
4	E12-604	150	5	1	6	48	0	48	8	0	8	4	0	4
5	E12-605	180	3	2	5	85	13	98	6	1	7	0	0	0
6	E12-606	300	3	3	6	164	20	184	8	2	10	0	5	5
7	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
8	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
9	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
10	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
11	ทางเดิน	335	0	0	0	14	0	14	4	0	4	0	0	0
12	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	14	2	16	3	0	3	5	1	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เตารีด (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 7														
1	E12-701	240	6	0	6	133	1	134	3	2	5	0	0	0
2	E12-702	240	5	0	5	134	6	140	4	0	4	0	0	0
3	E12-703	420	7	3	10	121	19	140	7	0	7	2	0	2
4	ห้องพักเจ้าหน้าที่	60	0	0	0	20	0	20	5	0	5	0	0	0
5	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
6	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
7	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
8	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
9	ทางเดิน	335	0	0	0	14	0	14	3	0	3	0	0	0
10	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	16	0	16	2	0	2	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 8														
1	E12-802	240	0	8	8	76	4	80	9	2	11	7	1	8
2	E12-805	150	3	0	3	44	6	50	5	0	5	1	1	2
3	E12-806	78	0	2	2	32	0	32	5	0	5	1	1	2
4	E12-807	72	2	0	2	30	2	32	4	1	5	2	0	2
5	E12-808	90	2	0	2	36	0	36	5	0	5	1	0	1
6	E12-809	90	1	1	2	36	0	36	5	0	5	1	0	1
7	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
8	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0
9	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
10	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
11	ทางเดิน	335	0	0	0	13	1	14	3	1	4	0	0	0
12	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	16	0	16	3	0	3	4	2	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 9														
1	E12-901	270	5	0	5	90	0	90	7	2	9	4	2	6
2	E12-902	210	4	0	4	66	4	70	4	0	4	4	1	5
3	ห้องประชุม (IT)	30	0	0	0	12	0	12	0	0	0	1	0	1
4	ห้องปฏิบัติการ1 (IT)	30	1	0	1	12	0	12	4	1	5	1	0	1
5	ห้องปฏิบัติการ2 (IT)	60	2	0	2	15	1	16	5	0	5	0	0	0
6	ห้องปฏิบัติการ3 (IT)	60	1	0	1	16	0	16	5	0	5	0	0	0
7	ห้องปฏิบัติการ4 (IT)	60	1	0	1	16	0	16	4	1	5	0	0	0
8	ห้องปฏิบัติการ5 (IT)	60	2	0	2	16	0	16	6	0	6	0	0	0
9	ห้องปฏิบัติการ6 (IT)	60	1	0	1	14	2	16	6	0	6	0	0	0
10	ห้องปฏิบัติการ7 (IT)	120	2	0	2	32	4	36	10	1	11	0	0	0
11	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
12	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
13	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
14	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
15	ทางเดิน	335	0	0	0	13	1	14	4	0	4	0	0	0
16	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	15	1	16	2	0	2	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 10														
1	E12-1001	60	1	0	1	16	0	16	6	0	6	1	1	2
2	E12-1002	108	1	2	3	16	0	16	5	0	5	4	0	4
3	E12-1003	60	0	1	1	16	0	16	24	0	24	2	0	2
4	E12-1004	90	2	0	2	24	0	24	5	0	5	2	0	2
5	E12-1005	90	1	0	1	34	2	36	4	1	5	4	0	4
6	ห้องปฏิบัติการ1 (IT)	120	2	0	2	30	2	32	7	0	7	3	1	4
7	ห้องปฏิบัติการ2 (IT)	120	2	0	2	30	2	32	7	0	7	2	2	4
8	ห้องปฏิบัติการ3 (IT)	120	2	0	2	32	0	32	9	0	9	3	1	4
9	ห้องปฏิบัติการ4 (IT)	120	2	0	2	32	0	32	7	2	9	3	1	4
10	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
11	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
12	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
13	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
14	ทางเดิน	335	0	0	0	12	2	14	4	0	4	0	0	0
15	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	14	2	16	2	0	2	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 11														
1	E12-1101	60	1	0	1	16	0	16	4	1	4	2	0	2
2	E12-1102	180	2	1	3	48	0	48	8	0	8	5	0	5
3	E12-1103	120	2	0	2	32	0	32	2	0	2	3	0	3
4	E12-1104	120	2	1	3	32	0	32	6	0	6	3	0	3
5	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	30	1	0	1	11	1	12	2	0	2	0	0	0
6	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	150	3	0	3	24	2	26	7	0	7	0	0	0
7	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	60	2	0	2	16	0	16	4	0	4	0	0	0
8	E12-1107 ปฏิบัติการ (IT)	60	1	0	1	16	0	16	5	0	5	0	0	0
9	E12-1108 ปฏิบัติการ (IT)	60	1	0	1	15	1	16	6	0	6	0	0	0
10	E12-1109 ปฏิบัติการ (IT)	60	2	0	2	14	2	16	5	1	6	0	0	0
11	E12-1110 ปฏิบัติการ (IT)	90	2	0	2	24	0	24	7	1	8	0	0	0
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	3	2	5	0	0	0	0	0	0
15	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
16	ทางเดิน	335	0	0	0	13	1	14	3	1	4	0	0	0
17	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	14	2	16	2	0	2	6	0	6

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
ชั้น 12														
1	ห้องเก็บของ	60	1	0	1	24	0	24	1	0	1	2	0	2
2	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
3	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
4	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
5	ห้องพักอาจารย์4 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
6	ห้องพักอาจารย์5 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
7	ห้องพักอาจารย์6 (IT)	20	1	0	1	12	0	12	1	0	1	0	0	0
8	ห้องประชุมภาค (IT)	60	1	0	1	36	0	36	4	0	4	3	0	3
9	ห้องบริการคอมพิวเตอร์ (IT)	90	2	0	2	46	2	48	27	2	29	5	1	6
10	ห้องเจ้าหน้าที่ (IT)	30	1	0	1	8	0	8	3	0	3	1	0	1
11	ห้องนักวิชาการคอมพิวเตอร์	80	2	0	2	45	0	45	9	0	9	4	0	4
12	ห้องสาธารณะ (IT)	45	1	0	1	16	2	18	2	0	2	0	0	0

ลำดับ	พื้นที่	ขนาด พื้นที่ (ตร.ม)	จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้า											
			เครื่องปรับอากาศ (เครื่อง)			หลอดไฟ (หลอด)			เต้ารับ (อัน)			พัดลม (ตัว)		
			สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม	สภาพดี	ชำรุด	รวม
13	ห้องธุรการภาค (IT)	45	1	0	1	18	0	18	4	0	4	2	0	2
14	ห้องถ่ายเอกสาร (IT)	30	1	0	1	12	0	12	2	0	2	0	0	0
15	ห้องพักอาจารย์7 (IT)	60	1	0	1	24	0	24	5	1	6	1	1	2
16	ห้องพักอาจารย์8 (IT)	60	1	0	1	24	0	24	6	0	6	2	0	2
17	ห้องส่งโทรทัศน์	120	2	0	2	47	1	48	13	2	15	6	0	6
18	ชุมนุมวิทยุสมัครเล่น	60	1	0	1	23	1	24	5	0	5	3	0	3
19	ห้องเก็บของ	60	1	0	1	23	1	24	2	0	2	0	1	1
20	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
21	ห้องน้ำชายกลาง	20	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
22	ห้องน้ำหญิงริม	30	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0	0	0
23	ห้องน้ำชายริม	30	0	0	0	4	1	5	0	0	0	0	0	0
24	ทางเดิน	335	0	0	0	15	1	16	4	0	4	0	0	0
25	โถงหน้าลิฟต์	235	0	0	0	15	1	16	2	0	2	0	0	0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		% การใช้ งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์	ชนิด	จำนวน	วัตต์		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 1																		
1	โถงหน้าอาคาร	1480	13.6	ติดลอย/ref.	66	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	132	4752	แกนเหล็ก	132	1320	6072	8	300	150	21859	4.1
2	ร้านหนังสือ	74	175.4	แขวน/ตะแกรง/ref.	5	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	10	280	อิเล็กทรอนิกส์	5	10	290	8	300	100	696	3.9
3	ห้องน้ำหญิงโถงหน้า	40	23.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	9	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	9	324	แกนเหล็ก	9	90	414	8	300	200	1987	10.4
4	ห้องน้ำชายโถงหน้า	40	19.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	10	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	10	360	แกนเหล็ก	10	100	460	8	300	200	2208	11.5
5	ที่จอดรถใต้อาคาร	550	3.2	ติดลอย/ref.	20	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	40	1440	แกนเหล็ก	40	400	1840	8	300	150	6624	3.3
6	ห้องคอม1	330	289.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	55	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	110	3080	อิเล็กทรอนิกส์	55	110	3190	8	300	100	7656	9.7
7	ห้องธุรการ	130	279.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	24	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	48	1344	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	1392	8	300	100	3341	10.7
				ติดลอย/ไม่สะท้อน	2	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	2	72	แกนเหล็ก	2	20	92	8	300	100	221	0.7
8	ห้องเจ้าหน้าที่	20	-	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	3	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	6	168	อิเล็กทรอนิกส์	3	6	174	8	300	100	418	8.7
9	ห้องคอม2	220	286.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	25	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	50	1400	อิเล็กทรอนิกส์	25	50	1450	8	300	100	3480	6.6
10	ห้องไฟฟ้า (MDB)	60	114.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	300	5299	12.3
11	ห้องคอม (ไม่ได้ใช้)	165	-	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	22	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	44	1232	อิเล็กทรอนิกส์	22	44	1276	8	300	0	0	7.7
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	7.4	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	8.6	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	11.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
15	ห้องน้ำชายริม	30	9.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
6	ทางเดิน	340	24.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	15	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	15	540	แกนเหล็ก	15	150	690	8	300	30	497	2.0
17	โถงหน้าลิฟต์	270	64.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	10	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	20	720	แกนเหล็ก	20	200	920	8	300	50	1104	3.4
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 1								522	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 1				19456					

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 2																		
		485		ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	32	3	ฟลูออเรสเซนต์-T8	96	3456	แกนเหล็ก	96	960	4416	8	300	100	10598	9.1
1	ห้องประชุม 1 (slope1)	60	288.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	20	353	12.3
		5		ติดลอย/ไม่สะท้อน	4	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	4	144	แกนเหล็ก	4	40	184	8	300	100	442	36.8
		530		ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	45	3	ฟลูออเรสเซนต์-T8	135	4860	แกนเหล็ก	135	1350	6210	8	300	100	14904	11.7
2	ห้องประชุม 2 (slope2)	85	278.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	9	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	18	648	แกนเหล็ก	18	180	828	8	300	20	397	9.7
		5		ติดลอย/ไม่สะท้อน	4	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	4	144	แกนเหล็ก	4	40	184	8	300	100	442	36.8
		530		ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	45	3	ฟลูออเรสเซนต์-T8	135	4860	แกนเหล็ก	135	1350	6210	8	300	100	14904	11.7
3	ห้องประชุม 3 (slope3)	85	294.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	9	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	18	648	แกนเหล็ก	18	180	828	8	300	20	397	9.7
		5		ติดลอย/ไม่สะท้อน	4	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	4	144	แกนเหล็ก	4	40	184	8	300	100	442	36.8
		485		ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	32	3	ฟลูออเรสเซนต์-T8	96	3456	แกนเหล็ก	96	960	4416	8	300	100	10598	9.1
4	ห้องประชุม 4 (slope4)	60	271.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	20	353	12.3
		5		ติดลอย/ไม่สะท้อน	4	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	4	144	แกนเหล็ก	4	40	184	8	300	100	442	36.8
5	โถงทางเดิน	910	7.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	36	1296	แกนเหล็ก	36	360	1656	8	300	50	1987	1.8
6	ห้องคอม	240	246.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	9.7
7	ห้องคอม	240	264.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	9.7

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 2 (ต่อ)																		
8	ห้องพักอาจารย์1 (food)	120	179	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	20	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	40	1120	อิเล็กทรอนิกส์	20	40	1160	8	300	100	2784	9.7
9	ห้องพักอาจารย์2 (food)	180	234.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	32	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	64	1792	อิเล็กทรอนิกส์	32	64	1856	8	300	100	4454	10.3
10	ห้องพักอาจารย์3 (food)	120	184.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	12	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	696	8	300	100	1670	5.8
11	ห้องพักอาจารย์4 (food)	60	183.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	728	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	744	8	300	100	1786	12.4
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	7.8	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	9.2	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	10.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
15	ห้องน้ำชายริม	30	9.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
16	ทางเดิน	335	21.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9
17	โถงหน้าลิฟต์	235	58.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 2								926	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 2				37708					

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (Lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้ งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 3																		
1	E12-301	84	278.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	12.4
2	E12-302	84	268.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	12.4
3	E12-303	72	289.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	14.5
4	E12-304	90	276.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	11.6
5	E12-305	90	261.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	11.6
6	LAB1 (food)	270	241.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	80	2880	แกนเหล็ก	80	800	3680	8	300	20	1766	13.6
7	LAB2 (food)	210	257.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	35	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	70	2520	แกนเหล็ก	70	700	3220	8	300	20	1546	15.3
8	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	6.4	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
9	ห้องน้ำชายกลาง	20	7.8	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
10	ห้องน้ำหญิงริม	30	11.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
11	ห้องน้ำชายริม	30	10.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
12	ทางเดิน	335	16.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9
13	โถงหน้าลิฟต์	235	56.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 3								370	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 3				13960					

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม.	
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี				
ชั้น 4																			
1	E12-401	84	234.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	36	72	1080	8	300	100	2592	12.9	
2	E12-402	84	212.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	36	72	1080	8	300	100	2592	12.9	
3	E12-403	72	286	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	36	72	1080	8	300	100	2592	15.0	
4	E12-404	90	266.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	36	72	1080	8	300	100	2592	12.0	
5	E12-405	150	235.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	30	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	60	1680	อิเล็กทรอนิกส์	60	120	1800	8	300	100	4320	12.0	
6	E12-409	270	251.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	45	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	90	2520	อิเล็กทรอนิกส์	90	180	2700	8	300	100	6480	10.0	
7	E12-410	210	259.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	35	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	70	1960	อิเล็กทรอนิกส์	70	140	2100	8	300	100	5040	10.0	
8	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	7.6	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
9	ห้องน้ำชายกลาง	20	8.4	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
10	ห้องน้ำหญิงริม	30	10.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
11	ห้องน้ำชายริม	30	9	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
12	ทางเดิน	335	18.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9	
13	โถงน้ำลิฟต์	235	59.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1	
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 4								404	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 4			12760							

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม	
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี				
ชั้น 5																			
1	E12-501	300	275.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	50	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	100	2800	อิเล็กทรอนิกส์	50	100	2900	8	300	100	6960	9.7	
2	E12-502	180	267.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	30	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	60	1680	อิเล็กทรอนิกส์	30	60	1740	8	300	100	4176	9.7	
3	E12-503	240	239.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	9.7	
4	E12-504	120	258.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	20	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	40	1120	อิเล็กทรอนิกส์	20	40	1160	8	300	100	2784	9.7	
5	E12-505	120	224.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	20	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	40	1120	อิเล็กทรอนิกส์	20	40	1160	8	300	100	2784	9.7	
6	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	8.2	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
7	ห้องน้ำชายกลาง	20	7.6	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
8	ห้องน้ำหญิงริม	30	11.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
9	ห้องน้ำชายริม	30	9.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
10	ทางเดิน	335	14	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9	
11	โถงหน้าลิฟต์	235	63.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1	
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 5								360	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 5			11120							

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม	
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี				
ชั้น 6																			
1	E12-601	102	213.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	20	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	40	1120	อิเล็กทรอนิกส์	20	40	1160	8	300	100	2784	11.4	
2	E12-602	96	243.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	10.9	
3	E12-603	102	222.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	15	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	30	840	อิเล็กทรอนิกส์	15	30	870	8	300	100	2088	8.5	
4	E12-604	150	206.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	24	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	48	1344	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	1392	8	300	100	3341	9.3	
5	E12-605	180	243.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	44	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	88	2464	อิเล็กทรอนิกส์	44	88	2552	8	300	100	6125	16.7	
				ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	10	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	10	360	แกนเหล็ก	10	100	460	8	300	100	1104		
				ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	84	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	168	4704	อิเล็กทรอนิกส์	84	168	4872	8	300	100	11693		
6	E12-606	300	279.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	100	1766	18.7	
				ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	100	1766		
7	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	8.4	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
8	ห้องน้ำชายกลาง	20	7.8	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
9	ห้องน้ำหญิงริม	30	11.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
10	ห้องน้ำชายริม	30	10.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
11	ทางเดิน	335	18.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9	
12	โถงหน้าลิฟต์	235	66.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1	
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 6								476	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 6			14926							

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (Lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 7																		
1	E12-701	240	286.6	ผิงฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	
				ผิงฝ้า/ตะแกรง/ref.	24	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	24	864	แกนเหล็ก	24	240	1104	8	300	100	2650	14.8
				ดาวไลท์/ไม่กรอง/ref.	30	1	อินแคนเดสเซนต์	30	1200	-	-	-	1200	8	300	10	288	
2	E12-702	240	281.4	ผิงฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	
				ผิงฝ้า/ตะแกรง/ref.	32	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	32	1152	แกนเหล็ก	32	320	1472	8	300	100	3533	16.3
				ดาวไลท์/ไม่กรอง/ref.	28	1	อินแคนเดสเซนต์	28	1120	-	-	-	1120	8	300	10	269	
3	E12-703	420	275.4	ผิงฝ้า/ตะแกรง/ref.	70	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	140	3920	อิเล็กทรอนิกส์	70	140	4060	8	300	100	9744	9.7
4	ห้องพักเจ้าหน้าที่	60	283.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	10	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	20	720	แกนเหล็ก	20	200	920	8	300	100	2208	15.3
5	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	8.4	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
6	ห้องน้ำชายกลาง	20	9.6	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
7	ห้องน้ำหญิงริม	30	13.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
8	ห้องน้ำชายริม	30	15.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
9	ทางเดิน	335	23.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9
10	โถงหน้าลิฟต์	235	78.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 7								416	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 7				14036					

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม.	
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี				
ชั้น 8																			
1	E12-801	240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	E12-802	240	266.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	40	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	80	2240	อิเล็กทรอนิกส์	40	80	2320	8	300	100	5568	9.7	
3	E12-805	150	256.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	25	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	50	1400	อิเล็กทรอนิกส์	25	50	1450	8	300	100	3480	9.7	
4	E12-806	78	248.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	11.9	
5	E12-807	72	227	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	12.9	
6	E12-808	90	242.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	11.6	
7	E12-809	90	256.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	11.6	
8	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	8.6	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
9	ห้องน้ำชายกลาง	20	6.2	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
10	ห้องน้ำหญิงริม	30	9.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
11	ห้องน้ำชายริม	30	10.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
12	ทางเดิน	335	19.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9	
13	โถงหน้าลิฟต์	235	63.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1	
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 8								306	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 8			9554							

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม	
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี				
ชั้น 9																			
1	E12-901	270	267.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	45	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	90	2520	อิเล็กทรอนิกส์	45	90	2610	8	300	100	6264	9.7	
2	E12-902	210	263.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	35	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	70	1960	อิเล็กทรอนิกส์	35	70	2030	8	300	100	4872	9.7	
3	ห้องประชุม (IT)	30	216.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	6	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	6	12	348	8	300	20	167	11.6	
4	ห้องปฏิบัติการ1 (IT)	30	227.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	6	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	6	12	348	8	300	80	668	11.6	
5	ห้องปฏิบัติการ2 (IT)	60	279.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7	
6	ห้องปฏิบัติการ3 (IT)	60	281.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7	
7	ห้องปฏิบัติการ4 (IT)	60	276.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7	
8	ห้องปฏิบัติการ5 (IT)	60	248	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7	
9	ห้องปฏิบัติการ6 (IT)	60	263.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7	
10	ห้องปฏิบัติการ7 (IT)	120	273.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	200	5011	8.7	
11	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	7.6	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
12	ห้องน้ำชายกลาง	20	6.6	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2	
13	ห้องน้ำหญิงริม	30	11.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
14	ห้องน้ำชายริม	30	11.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7	
15	ทางเดิน	335	15.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9	
16	โถงหน้าลิฟต์	235	61.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1	
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 9								340	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 9			10540							

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 10																		
1	E12-1001	60	263.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	100	1114	7.7
2	E12-1002	108	254.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	100	1114	4.3
3	E12-1003	60	249.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	100	1114	7.7
4	E12-1004	90	244	ติดลอย/ไม่สะท้อน	12	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	696	8	300	100	1670	7.7
5	E12-1005	90	271.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	18	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	1044	8	300	100	2506	11.6
6	ห้องปฏิบัติการ1 (IT)	120	204.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
7	ห้องปฏิบัติการ2 (IT)	120	225.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
8	ห้องปฏิบัติการ3 (IT)	120	214.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
9	ห้องปฏิบัติการ4 (IT)	120	243.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
10	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	7.6	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
11	ห้องน้ำชายกลาง	20	7.8	ติดลอย/ฝาครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
12	ห้องน้ำหญิงริม	30	10.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
13	ห้องน้ำชายริม	30	11.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
14	ทางเดิน	335	23.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9
15	โถงหน้าลิฟต์	235	58.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 10								276	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 10			8684						

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		%การใช้งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 11																		
1	E12-1101	60	203.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	100	1114	7.7
2	E12-1102	180	276.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	24	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	48	1344	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	1392	8	300	100	3341	7.7
3	E12-1103	120	268.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
4	E12-1104	120	271.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	32	896	อิเล็กทรอนิกส์	16	32	928	8	300	100	2227	7.7
5	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	30	188.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	6	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	6	12	348	8	300	100	835	11.6
6	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	120	214.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	13	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	26	728	อิเล็กทรอนิกส์	13	26	754	8	300	100	1810	6.3
7	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	60	224.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	100	1114	7.7
8	E12-1107 ปฏิบัติการ (IT)	60	222.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7
9	E12-1108 ปฏิบัติการ (IT)	60	213.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7
10	E12-1109 ปฏิบัติการ (IT)	60	207.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	16	448	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	464	8	300	200	2227	7.7
11	E12-1110 ปฏิบัติการ (IT)	90	232.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	12	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	696	8	300	200	3341	7.7
12	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	8.4	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
13	ห้องน้ำชายกลาง	20	9.8	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
14	ห้องน้ำหญิงริม	30	10.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
15	ห้องน้ำชายริม	30	11.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
16	ทางเดิน	335	24	ติดลอย/ไม่สะท้อน	14	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	14	504	แกนเหล็ก	14	140	644	8	300	30	464	1.9
17	โถงหน้าลิฟต์	235	54.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 11								294	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 11				9206					

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		% การ ใช้ งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 12																		
1	ห้องเก็บของ	60	165.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	720	8	300	10	173	12.0
2	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	20	254.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
3	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	20	274.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
4	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	20	246.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
5	ห้องพักอาจารย์4 (IT)	20	266.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
6	ห้องพักอาจารย์5 (IT)	20	271.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
7	ห้องพักอาจารย์6 (IT)	20	249.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	80	691	18.0
8	ห้องประชุมภาค (IT)	60	262.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	12	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	36	1008	อิเล็กทรอนิกส์	36	72	1080	8	300	80	2074	18.0
9	ห้องบริการคอมพิวเตอร์ (IT)	90	287.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	48	1344	อิเล็กทรอนิกส์	48	96	1440	8	300	100	3456	16.0
10	ห้องเจ้าหน้าที่ (IT)	30	153.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	2	ฟลูออเรสเซนต์-T5	8	224	อิเล็กทรอนิกส์	8	16	240	8	300	100	576	8.0
11	ห้องนักวิชาการคอมพิวเตอร์	80	188.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	15	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	45	1260	อิเล็กทรอนิกส์	45	90	1350	8	300	100	3240	16.9

ลำดับ	พื้นที่	ขนาดพื้นที่ (ตร.ม)	ค่าความสว่างเฉลี่ย (lux)	โคม			หลอด			บัลลาสต์			วัตต์รวม	เวลาการทำงาน		% การใช้ งาน	kWh/ปี	วัตต์/ตร.ม
				ชนิด	จำนวน	หลอด/โคม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม	ชนิด	จำนวน	วัตต์รวม		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
ชั้น 12 (ต่อ)																		
12	ห้องสาธารณะ (IT)	45	197.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	6	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	18	504	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	540	8	300	100	1296	12.0
13	ห้องธุรการภาค (IT)	45	234.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	6	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	18	504	อิเล็กทรอนิกส์	18	36	540	8	300	50	648	12.0
14	ห้องถ่ายเอกสาร (IT)	30	256.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	4	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	12	336	อิเล็กทรอนิกส์	12	24	360	8	300	50	432	12.0
15	ห้องพักอาจารย์7 (IT)	60	212.4	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	720	8	300	100	1728	12.0
16	ห้องพักอาจารย์8 (IT)	60	222.2	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	720	8	300	100	1728	12.0
17	ห้องส่งโทรทัศน์	120	228.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	16	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	48	1344	อิเล็กทรอนิกส์	48	96	1440	8	300	100	3456	12.0
18	ชุมนุมวิทยุสมัครเล่น	60	231.8	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	720	8	300	200	3456	12.0
19	ห้องเก็บของ	60	210.6	ฝังฝ้า/ตะแกรง/ref.	8	3	ฟลูออเรสเซนต์-T5	24	672	อิเล็กทรอนิกส์	24	48	720	8	300	10	173	12.0
20	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	6.8	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
21	ห้องน้ำชายกลาง	20	9.6	ติดลอย/ฝ้าครอบ	3	1	คอมแพคฟลูออเรสเซนต์	3	24	-	-	-	24	8	300	50	29	1.2
22	ห้องน้ำหญิงริม	30	10.4	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
23	ห้องน้ำชายริม	30	10.2	ติดลอย/ไม่สะท้อน	5	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	5	180	แกนเหล็ก	5	50	230	8	300	30	166	7.7
24	ทางเดิน	335	22.8	ติดลอย/ไม่สะท้อน	16	1	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	30	530	2.2
25	โถงหน้าลิฟต์	235	63.6	ติดลอย/ไม่สะท้อน	8	2	ฟลูออเรสเซนต์-T8	16	576	แกนเหล็ก	16	160	736	8	300	50	883	3.1
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชั้น 12								467	วัตต์ฟลูออเรสเซนต์รวมชั้น 12				14682					
จำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์รวมทั้งอาคาร								5,157	วัตต์รวมทั้งอาคาร				176632					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 1																				
1	1 FCU 1	E12 - 101	2537	221.8	12.60	0.00	0.00	0.870	2.430	1.08	859.36	928.11	5.46	22,804	9.38	8	300	80	4,665.60	
2	1 FCU 2	E12 - 101	2537	220.3	13.70	0.00	0.00	0.850	2.570	1.08	872.48	942.28	7.14	30,275	11.78	8	300	80	4,934.40	
3	1 FCU 3	E12 - 101	2537	221.9	15.70	0.00	0.00	0.880	3.070	1.08	892.16	963.53	6.9	29,918	9.75	8	300	80	5,894.40	
4	1 FCU 4	E12 - 101	2537	222.3	15.80	0.00	0.00	0.830	2.920	1.08	879.04	949.36	6.41	27,384	9.38	8	300	80	5,606.40	
5	1 FCU 5	E12 - 101	2537	221.6	16.10	0.00	0.00	0.870	3.100	1.08	859.36	928.11	7.08	29,570	9.54	8	300	80	5,952.00	
6	1 FCU 6	E12 - 101	2537	220.5	15.50	0.00	0.00	0.870	2.970	1.08	872.48	942.28	7.16	30,360	10.22	8	300	40	2,851.20	
7	1 FCU 7	E12 - 101	2537	219.5	16.20	0.00	0.00	0.900	3.200	1.08	892.16	963.53	6.38	27,663	8.64	8	300	40	3,072.00	
8	1 FCU 8	E12 - 102	2537	223.3	17.10	0.00	0.00	0.970	3.700	1.08	829.04	895.36	8.4	33,845	9.15	8	300	20	1,776.00	
9	1 FCU 9	E12 - 102	2537	221.4	15.10	0.00	0.00	0.940	3.140	1.08	662.56	715.56	6.35	20,447	6.51	8	300	100	7,536.00	
10	1 FCU 10	E12 - 102	2537	220.4	14.80	0.00	0.00	0.930	3.030	1.08	636.32	687.23	6.32	19,545	6.45	8	300	100	7,272.00	
11	1 FCU 11	E12 - 102	2537	221.2	12.60	0.00	0.00	0.820	2.290	1.08	662.56	715.56	7.76	24,987	10.91	8	300	100	5,496.00	
12	1 FCU 12	E12 - 103	2543	222.1	12.70	0.00	0.00	0.890	2.510	1.08	636.32	687.23	7.46	23,070	9.19	8	300	80	4,819.20	
13	1 FCU 13	E12 - 103	2543	220.8	15.10	0.00	0.00	0.950	3.170	1.08	662.56	715.56	9.31	29,978	9.46	8	300	80	6,086.40	
14	1 FCU 14	E12 - 103	2543	219.3	15.80	0.00	0.00	0.940	3.260	1.08	629.76	680.14	7.14	21,853	6.7	8	300	80	6,259.20	
15	1 FCU 15	E12 - 104	2537	220.5	17.30	0.00	0.00	0.840	3.200	1.08	662.56	715.56	6.95	22,379	6.99	8	300	100	7,680.00	
16	1 FCU 16	E12 - 105	2537	221.9	13.30	0.00	0.00	0.880	2.600	1.08	636.32	687.23	6.08	18,803	7.23	8	300	100	6,240.00	
17	1 FCU 17	E12 - 105	2537	221.7	15.60	0.00	0.00	0.830	2.870	1.08	662.56	715.56	5.79	18,644	6.5	8	300	20	1,377.60	
18	1 FCU 18	E12 - 105	2537	223.2	16.70	0.00	0.00	0.860	3.210	1.08	662.56	715.56	8.52	27,435	8.55	8	300	20	1,540.80	
19	1 FCU 19	E12 - 105	2537	221.3	14.20	0.00	0.00	0.880	2.770	1.08	636.32	687.23	7.52	23,256	8.4	8	300	20	1,329.60	
20	1 FCU 20	E12 - 105	2537	220.5	14.60	0.00	0.00	0.850	2.740	1.08	592.56	639.96	7.57	21,800	7.96	8	300	20	1,315.20	
21	1 FCU 21	E12 - 105	2537	221.2	15.70	0.00	0.00	0.870	3.020	1.08	693.57	749.06	6.41	21,607	7.15	8	300	20	1,449.60	
22	1 FCU 22	E12 - 105	2537	222.5	16.20	0.00	0.00	0.900	3.240	1.08	686.31	741.21	7.14	23,815	7.35	8	300	100	7,776.00	
23	1 FCU 22	E12 - 105	2537	221.7	15.70	0.00	0.00	0.890	3.100	1.08	656.59	709.12	7.04	22,465	7.25	8	300	100	7,440.00	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้ากก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 2																				
1	2 FCU 1	E12 - 201	2537	220.7	16.80	0.00	0.00	0.850	3.150	1.08	1,066.37	1,151.68	6.55	33,946	10.78	8	300	80	6,048.00	
2	2 FCU 2	E12 - 201	2537	221.4	17.10	0.00	0.00	0.880	3.330	1.08	1,019.42	1,100.97	6.32	31,312	9.4	8	300	80	6,393.60	
3	2 FCU 3	E12 - 201	2537	220.5	19.80	0.00	0.00	0.840	3.670	1.08	982.69	1,061.31	6.08	29,037	7.91	8	300	80	7,046.40	
4	2 FCU 4	E12 - 201	2555	222.1	18.60	0.00	0.00	0.910	3.760	1.08	964.32	1,041.47	5.7	26,714	7.1	8	300	80	7,219.20	
5	2 FCU 5	E12 - 201	2537	221.8	16.80	0.00	0.00	0.870	3.240	1.08	1,001.06	1,081.14	5.63	27,391	8.45	8	300	80	6,220.80	
6	2 FCU 6	E12 - 201	2537	219.2	19.20	0.00	0.00	0.830	3.490	1.08	1,102.08	1,190.25	5.87	31,440	9.01	8	300	80	6,700.80	
7	2 FCU 7	E12 - 201	2555	220.2	17.30	0.00	0.00	0.930	3.540	1.08	1,020.45	1,102.09	6.9	34,220	9.67	8	300	80	6,796.80	
8	2 FCU 8	E12 - 202	2537	222.6	16.80	0.00	0.00	0.880	3.290	1.08	927.58	1,001.79	7.52	33,901	10.3	8	300	80	6,316.80	
9	2 FCU 9	E12 - 202	2537	219	17.70	0.00	0.00	0.870	3.370	1.08	982.69	1,061.31	6.69	31,951	9.48	8	300	80	6,470.40	
10	2 FCU 10	E12 - 202	2537	221.3	19.00	0.00	0.00	0.830	3.490	1.08	964.32	1,041.47	6.99	32,759	9.39	8	300	80	6,700.80	
11	2 FCU 11	E12 - 202	2537	221.6	21.10	0.00	0.00	0.850	3.970	1.08	1,037.79	1,120.81	6.26	31,573	7.95	8	300	80	7,622.40	
ห้องพักอาจารย์																				
12	2 FCU 12	E12 - 203	2537	219.8	11.10	0.00	0.00	0.990	2.420	1.08	746.32	806.03	6.62	25,644	10.6	8	300	60	3,484.80	
13	2 FCU 13	E12 - 203	2537	220.2	10.20	0.00	0.00	0.990	2.220	1.08	662.56	715.56	7.07	22,991	10.36	8	300	60	3,196.80	
14	2 FCU 14	E12 - 203	2537	221.1	9.80	0.00	0.00	0.990	2.150	1.08	629.76	680.14	7.14	22,159	10.31	8	300	60	3,096.00	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น						ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้ากก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 2																				
15	2 FCU 15	E12 - 203	2537	220.3	11.30	0.00	0.00	0.990	2.460	1.08	672.56	726.36	7.24	24,743	10.06	8	300	60	3,542.40	
16	2 FCU 16	E12 - 204	2537	221.3	9.10	0.00	0.00	0.990	1.990	1.08	666.32	719.63	7.57	20,758	10.43	8	300	60	2,865.60	
17	2 FCU 17	E12 - 204	2554	219.9	9.50	0.00	0.00	0.990	2.070	1.08	642.56	693.96	6.41	22,297	10.77	8	300	80	3,974.40	
18	2 FCU 18	E12 - 204	2554	220.4	10.80	0.00	0.00	0.990	2.360	1.08	689.76	744.94	7.14	23,935	10.14	8	300	60	3,398.40	
19	2 FCU 19	E12 - 204	2554	220.5	8.90	0.00	0.00	0.990	1.940	1.08	662.56	715.56	7.14	22,959	11.83	8	300	60	2,793.60	
20	2 FCU 20	E12 - 204	2554	219.7	11.30	0.00	0.00	0.990	2.460	1.08	696.32	752.03	7.13	25,449	10.35	8	300	60	3,542.40	
21	2 FCU 21	E12 - 204	2554	221.4	11.20	0.00	0.00	0.990	2.450	1.08	702.56	758.76	7.52	24,891	10.16	8	300	60	3,528.00	
22	2 FCU 22	E12 - 204	2554	220.2	11.00	0.00	0.00	0.990	2.400	1.08	629.76	680.14	7.29	23,016	9.59	8	300	60	3,456.00	
23	2 FCU 23	E12 - 204	2554	221.1	10.50	0.00	0.00	0.990	2.300	1.08	662.56	715.56	7.52	22,991	10	8	300	60	3,312.00	
24	2 FCU 24	E12 - 204	2554	220.7	9.80	0.00	0.00	0.990	2.140	1.08	636.32	687.23	7.14	23,256	10.87	8	300	60	3,081.60	
25	2 FCU 25	E12 - 204	2554	220.6	10.80	0.00	0.00	0.990	2.360	1.08	662.56	715.56	7.52	21,671	9.18	8	300	60	3,398.40	
26	2 FCU 26	E12 - 205	2554	219.8	10.30	0.00	0.00	0.990	2.240	1.08	657.70	710.32	6.73	23,654	10.56	8	300	60	3,225.60	
27	2 FCU 27	E12 - 205	2554	220.5	11.80	0.00	0.00	0.990	2.580	1.08	689.70	744.88	7.4	23,698	9.19	8	300	60	3,715.20	
28	2 FCU 28	E12 - 205	2554	221.3	10.20	0.00	0.00	0.990	2.230	1.08	656.10	708.59	7.07	22,735	10.2	8	300	60	3,211.20	
29	2 FCU 29	E12 - 205	2537	222.4	10.50	0.00	0.00	0.990	2.310	1.08	632.70	683.32	7.13	21,924	9.49	8	300	20	1,108.80	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 3																				
1	3 FCU 1	E12 - 301	2537	222.3	15.60	0.00	0.00	0.880	3.050	1.08	955.14	1,031.55	7.08	32,865	10.78	8	300	80	5,856.00	
2	3 FCU 2	E12 - 301	2548	222.1	14.80	0.00	0.00	0.890	2.930	1.08	927.58	1,001.79	7.14	32,188	10.99	8	300	80	5,625.60	
3	3 FCU 3	E12 - 302	2537	223.5	15.80	0.00	0.00	0.870	3.070	1.08	945.95	1,021.63	6.9	31,722	10.33	8	300	80	5,894.40	
4	3 FCU 4	E12 - 302	2537	223.4	14.20	0.00	0.00	0.910	2.890	1.08	973.50	1,051.38	7.52	35,579	12.31	8	300	80	5,548.80	
5	3 FCU 5	E12 - 303	2537	222.5	15.60	0.00	0.00	0.920	3.190	1.08	970.10	1,047.71	7.08	33,380	10.46	8	300	80	6,124.80	
6	3 FCU 6	E12 - 303	2537	223.9	17.10	0.00	0.00	0.850	3.250	1.08	899.08	971.01	7.14	31,199	9.6	8	300	80	6,240.00	
7	3 FCU 7	E12 - 304	2537	222.7	18.10	0.00	0.00	0.890	3.590	1.08	921.10	994.79	6.9	30,888	8.6	8	300	80	6,892.80	
8	3 FCU 8	E12 - 304	2551	219.7	16.90	0.00	0.00	0.930	3.450	1.08	922.70	996.52	7.52	33,722	9.77	8	300	80	6,624.00	
9	3 FCU 9	E12 - 305	2537	221.9	17.50	0.00	0.00	0.880	3.420	1.08	967.30	1,044.68	7.08	33,284	9.73	8	300	80	6,566.40	
10	3 FCU 10	E12 - 305	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
ห้องปฏิบัติการภาควิชากรรมอาหาร																				
11	3 FCU 11	E12 - 306	2537	219.8	13.40	0.00	0.00	0.910	2.680	1.08	687.23	742.21	7.14	23,847	8.9	8	300	40	2,572.80	
12	3 FCU 12	E12 - 306	2537	218.8	15.20	0.00	0.00	0.890	2.960	1.08	715.56	772.80	6.9	23,995	8.11	8	300	40	2,841.60	
13	3 FCU 13	E12 - 306	2537	219.4	11.80	0.00	0.00	0.850	2.200	1.08	680.14	734.55	6.29	20,791	9.45	8	300	40	2,112.00	
14	3 FCU 14	E12 - 306	2537	220.1	12.60	0.00	0.00	0.830	2.300	1.08	715.56	772.80	5.78	20,101	8.74	8	300	40	2,208.00	
15	3 FCU 15	E12 - 306	2537	220.3	15.10	0.00	0.00	0.950	3.160	1.08	687.23	742.21	7.13	23,814	7.54	8	300	40	3,033.60	
16	3 FCU 16	E12 - 306	2537	220.7	14.80	0.00	0.00	0.940	3.070	1.08	715.56	772.80	6.68	23,230	7.57	8	300	40	2,947.20	
17	3 FCU 17	E12 - 307	2537	221.1	14.60	0.00	0.00	0.880	2.840	1.08	681.20	735.70	7.13	23,605	8.31	8	300	40	2,726.40	
18	3 FCU 18	E12 - 307	2537	220.8	13.70	0.00	0.00	0.900	2.720	1.08	613.50	662.58	6.9	20,573	7.56	8	300	40	2,611.20	
19	3 FCU 19	E12 - 307	2537	220.8	15.80	0.00	0.00	0.910	3.170	1.08	712.70	769.72	7.52	26,047	8.22	8	300	40	3,043.20	
20	3 FCU 20	E12 - 307	2537	219.7	16.70	0.00	0.00	0.870	3.190	1.08	687.90	742.93	7.08	23,670	7.42	8	300	40	3,062.40	
21	3 FCU 21	E12 - 307	2537	218.1	12.50	0.00	0.00	0.880	2.400	1.08	683.24	737.90	7.14	23,709	9.88	8	300	40	2,304.00	
22	3 FCU 22	E12 - 307	2537	219.5	15.20	0.00	0.00	0.880	2.940	1.08	667.92	721.35	7.52	24,410	8.3	8	300	40	2,822.40	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 3																				
ประชุม 1																				
23	3 FCU 23	E12 - 306	2547	387.8	9.30	10.70	10.10	0.940	6.330	1.4	1,403.68	1,965.15	6.05	53,501	8.45	8	300	100	15,192.00	
24	3 FCU 24	E12 - 306	2551	387.8	9.70	10.50	9.90	0.980	6.600	1.4	1,349.60	1,889.44	5.42	46,083	6.98	8	300	100	15,840.00	
25	3 FCU 25	E12 - 306	2547	389.4	9.50	9.90	9.70	0.970	6.350	1.4	1,410.24	1,974.34	5.38	47,799	7.53	8	300	100	15,240.00	
26	3 FCU 26	E12 - 306	2547	389.4	11.60	11.40	11.10	0.960	7.360	1.4	1,416.80	1,983.52	5.39	48,110	6.54	8	300	100	17,664.00	
27	3 FCU 27	E12 - 306	2547	388.2	11.20	11.80	11.50	0.960	7.420	1.4	1,462.72	2,047.81	5.93	54,646	7.36	8	300	100	17,808.00	
28	3 FCU 28	E12 - 306	2547	388.2	13.20	11.10	12.90	0.910	7.590	1.4	1,399.80	1,959.72	5.24	46,210	6.09	8	300	100	18,216.00	
29	3 FCU 29	E12 - 307	2551	387.5	11.60	10.80	11.40	0.950	7.180	1.4	1,308.30	1,831.62	7	57,696	8.04	8	300	100	17,232.00	
30	3 FCU 30	E12 - 307	2547	387.5	12.10	11.40	11.80	0.970	7.660	1.4	1,402.20	1,963.08	6.08	53,710	7.01	8	300	100	18,384.00	
ประชุม 2																				
31	3 FCU 31	E12 - 307	2547	386.9	10.30	10.50	10.30	0.980	6.810	1.4	1,409.44	1,973.22	6.75	59,937	8.8	8	300	100	16,344.00	
32	3 FCU 32	E12 - 307	2551	386.9	10.60	11.10	10.40	0.980	7.030	1.4	1,405.15	1,967.21	6.03	53,380	7.59	8	300	100	16,872.00	
33	3 FCU 33	E12 - 307	2547	388.4	10.80	11.30	10.90	0.980	7.250	1.4	1,377.60	1,928.64	5.84	50,685	6.99	8	300	100	17,400.00	
34	3 FCU 34	E12 - 307	2547	388.4	11.10	11.50	11.00	0.970	7.310	1.4	1,395.97	1,954.36	6.08	53,471	7.31	8	300	100	17,544.00	
35	3 FCU 35	E12 - 307	2547	387.7	11.20	11.10	10.90	0.970	7.210	1.4	1,405.15	1,967.21	6.05	53,557	7.43	8	300	100	17,304.00	
36	3 FCU 36	E12 - 307	2547	387.7	10.80	10.50	10.70	0.950	6.800	1.4	1,423.52	1,992.93	5.49	49,235	7.24	8	300	100	16,320.00	
37	3 FCU 37	E12 - 307	2551	389.3	10.30	10.80	10.60	0.990	7.050	1.4	1,487.81	2,082.93	4.83	45,272	6.42	8	300	100	16,920.00	
38	3 FCU 38	E12 - 307	2547	389.3	10.60	10.50	10.70	0.940	6.720	1.4	1,367.81	1,914.93	6.83	58,855	8.76	8	300	100	16,128.00	

ลำดับ	หมายเลข เครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์ เซ็นต์การ ใช้งาน (%)	การใช้ พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
				V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่ หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็ว ลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ภาพ	ชั่วโมง/ วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T														
ชั้น 3																					
ประชุม 3																					
39	3 FCU 39	E12 - 307	2549	401.7	10.70	11.00	9.70	0.910	6.630	1.4	1,457.81	2,040.93	6.46	59,330	8.95	8	300	100	15,912.00		
40	3 FCU 40	E12 - 307	2551	401.7	11.30	11.60	9.30	0.900	6.720	1.4	1,377.60	1,928.64	6.63	57,541	8.56	8	300	100	16,128.00		
41	3 FCU 41	E12 - 307	2549	387.8	14.20	11.30	9.90	0.930	7.370	1.4	1,331.60	1,864.24	7.14	59,898	8.13	8	300	100	17,688.00		
42	3 FCU 42	E12 - 307	2549	387.8	11.80	10.80	10.90	0.930	6.980	1.4	1,353.52	1,894.93	7.18	61,225	8.77	8	300	100	16,752.00		
43	3 FCU 43	E12 - 307	2549	389.5	11.70	10.20	11.50	0.910	6.830	1.4	1,287.60	1,802.64	7.23	58,649	8.59	8	300	100	16,392.00		
44	3 FCU 44	E12 - 307	2549	223.4	15.20	0.00	0.00	0.910	3.090	1.4	683.90	957.46	6.95	29,945	9.69	8	300	100	7,416.00		
45	3 FCU 45	E12 - 307	2549	389.5	10.90	10.20	10.80	0.940	6.740	1.4	1,325.15	1,855.21	7.14	59,608	8.84	8	300	100	16,176.00		
46	3 FCU 46	E12 - 307	2551	388.3	10.30	11.40	11.00	0.920	6.740	1.4	1,464.34	2,050.08	6.04	55,721	8.27	8	300	100	16,176.00		
47	3 FCU 47	E12 - 307	2549	388.3	10.50	11.60	10.00	0.900	6.480	1.4	1,205.97	1,688.36	7.65	58,122	8.97	8	300	100	15,552.00		
ประชุม 4																					
48	3 FCU 48	E12 - 307	2547	389.1	11.20	12.10	12.40	0.920	7.380	1.4	1,395.97	1,954.36	6.06	53,295	7.22	8	300	100	17,712.00		
49	3 FCU 49	E12 - 307	2551	389.1	10.50	13.10	11.20	0.930	7.270	1.4	1,441.89	2,018.65	6.05	54,958	7.56	8	300	100	17,448.00		
50	3 FCU 50	E12 - 307	2547	402.4	10.30	12.40	11.80	0.950	7.610	1.4	1,460.26	2,044.36	4.59	42,226	5.55	8	300	100	18,264.00		
51	3 FCU 51	E12 - 307	2547	402.4	11.80	12.80	12.40	0.910	7.820	1.4	1,487.81	2,082.93	6.52	61,113	7.81	8	300	100	18,768.00		
52	3 FCU 52	E12 - 307	2547	388.6	11.20	12.40	12.10	0.960	7.690	1.4	1,451.07	2,031.50	5.17	47,263	6.15	8	300	100	18,456.00		
53	3 FCU 53	E12 - 307	2547	388.6	10.80	11.70	13.20	0.940	7.530	1.4	1,478.62	2,070.07	6.06	56,451	7.5	8	300	100	18,072.00		
54	3 FCU 54	E12 - 307	2551	400.2	11.50	11.80	11.70	0.920	7.440	1.4	1,487.81	2,082.93	6.89	64,581	8.68	8	300	100	17,856.00		
55	3 FCU 55	E12 - 307	2547	400.2	11.90	11.90	12.10	0.930	7.710	1.4	1,451.07	2,031.50	5.5	50,280	6.52	8	300	100	18,504.00		

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้ากก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 4																				
1	4 FCU 1	E12 - 401	2537	221.2	15.70	0.00	0.00	0.880	3.060	1.08	859.36	928.11	7.82	32,660	10.67	8	300	80	5,875.20	
2	4 FCU 2	E12 - 401	2537	223.1	16.80	0.00	0.00	0.890	3.340	1.08	872.48	942.28	7.13	30,233	9.05	8	300	80	6,412.80	
3	4 FCU 3	E12 - 402	2537	220.8	18.10	0.00	0.00	0.910	3.640	1.08	892.16	963.53	8.15	35,337	9.71	8	300	80	6,988.80	
4	4 FCU 4	E12 - 402	2548	218.5	15.30	0.00	0.00	0.870	2.910	1.08	879.04	949.36	6.95	29,691	10.2	8	300	80	5,587.20	
5	4 FCU 5	E12 - 403	2537	219.7	14.80	0.00	0.00	0.850	2.760	1.08	859.36	928.11	7.39	30,864	11.18	8	300	80	5,299.20	
6	4 FCU 6	E12 - 403	2537	219.7	13.80	0.00	0.00	0.920	2.790	1.08	872.48	942.28	7.16	30,360	10.88	8	300	80	5,356.80	
7	4 FCU 7	E12 - 404	2537	220.4	12.70	0.00	0.00	0.910	2.550	1.08	892.16	963.53	6.81	29,527	11.58	8	300	80	4,896.00	
8	4 FCU 8	E12 - 404	2537	221.4	14.80	0.00	0.00	0.900	2.950	1.08	879.04	949.36	7.52	32,126	10.89	8	300	80	5,664.00	
9	4 FCU 9	E12 - 405	2548	222	15.10	0.00	0.00	0.840	2.820	1.08	662.56	715.56	8.52	27,435	9.73	8	300	80	5,414.40	
10	4 FCU 10	E12 - 405	2551	385.3	5.80	5.90	7.90	0.970	4.230	1.4	836.32	1,170.85	7.02	36,987	8.74	8	300	80	8,121.60	
11	4 FCU 11	E12 - 405	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
12	4 FCU 12	E12 - 405	2537	219.4	14.20	0.00	0.00	0.880	2.740	1.08	636.32	687.23	6.6	20,411	7.45	8	300	80	5,260.80	
13	4 FCU 13	E12 - 406	2537	389	7.80	8.10	7.80	0.970	5.160	1.4	852.56	1,193.58	7.4	39,746	7.7	8	300	80	9,907.20	
14	4 FCU 14	E12 - 406	2537	222.2	14.60	0.00	0.00	0.860	2.790	1.08	629.76	680.14	6.62	20,261	7.26	8	300	40	2,678.40	
15	4 FCU 15	E12 - 406	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
16	4 FCU 16	E12 - 406	2551	220.5	14.60	0.00	0.00	0.880	2.830	1.08	636.32	687.23	7.15	22,112	7.81	8	300	20	1,358.40	
17	4 FCU 17	E12 - 406	2554	381.2	7.80	8.10	8.80	0.980	5.330	1.4	862.56	1,207.58	7.32	39,778	7.46	8	300	40	5,116.80	
18	4 FCU 18	E12 - 407	2537	219.9	17.80	0.00	0.00	0.890	3.480	1.08	662.56	715.56	4.9	15,778	4.53	8	300	80	6,681.60	
19	4 FCU 19	E12 - 407	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
20	4 FCU 20	E12 - 407	2544	221.9	17.30	0.00	0.00	0.900	3.450	1.08	662.56	715.56	8.51	27,402	7.94	8	300	80	6,624.00	
21	4 FCU 21	E12 - 407	2551	220.2	16.80	0.00	0.00	0.910	3.370	1.08	636.32	687.23	8.01	24,771	7.35	8	300	80	6,470.40	
22	4 FCU 22	E12 - 407	2551	381.7	8.90	8.80	8.80	0.980	5.720	1.4	862.56	1,207.58	6.08	33,039	5.78	8	300	80	10,982.40	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าภาค (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 5																				
1	5FCU 1	E12 - 501	2537	220.8	18.40	0.00	0.00	0.870	3.530	1.08	636.32	687.23	5.79	17,906	5.07	8	300	80	6,777.60	
2	5FCU 2	E12 - 501	2537	221.4	16.70	0.00	0.00	0.880	3.250	1.08	631.36	681.87	7.14	21,908	6.74	8	300	80	6,240.00	
3	5FCU 3	E12 - 501	2537	222.1	18.10	0.00	0.00	0.810	3.260	1.08	629.76	680.14	6.08	18,609	5.71	8	300	80	6,259.20	
4	5 FCU 4	E12 - 501	2537	218.9	19.80	0.00	0.00	0.750	3.250	1.08	651.04	703.12	6.95	21,990	6.77	8	300	80	6,240.00	
5	5 FCU 5	E12 - 501	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
6	5 FCU 6	E12 - 501	2537	220.5	13.40	0.00	0.00	0.770	2.280	1.08	631.36	681.87	5.79	17,766	7.79	8	300	60	3,283.20	
7	5 FCU 7	E12 - 501	2537	221.2	15.60	0.00	0.00	0.880	3.040	1.08	629.76	680.14	7.1	21,730	7.15	8	300	20	1,459.20	
8	5 FCU 8	E12 - 502	2537	223.4	18.80	0.00	0.00	0.880	3.700	1.08	624.80	674.78	7.62	23,138	6.25	8	300	20	1,776.00	
9	5 FCU 9	E12 - 502	2537	388.4	4.80	4.90	4.70	0.970	3.130	1.4	636.32	890.85	6.27	25,135	8.03	8	300	60	4,507.20	
10	5 FCU 10	E12 - 502	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
11	5 FCU 11	E12 - 502	2551	219.1	15.70	0.00	0.00	0.850	2.920	1.08	747.84	807.67	7.08	25,732	8.81	8	300	80	5,606.40	
12	5 FCU 12	E12 - 503	2551	381.4	6.10	6.03	6.10	0.940	3.770	1.4	747.84	1,046.98	7.14	33,639	8.92	8	300	20	1,809.60	
13	5 FCU 13	E12 - 503	2537	380.2	4.70	7.90	6.90	0.970	4.150	1.4	708.48	991.87	7.53	33,610	8.1	8	300	20	1,992.00	
14	5 FCU 14	E12 - 503	2537	383.2	7.50	5.80	7.70	0.900	4.180	1.4	728.16	1,019.42	7.11	32,616	7.8	8	300	80	8,025.60	
15	5 FCU 15	E12 - 503	2537	380.9	6.50	6.40	6.60	0.900	3.860	1.4	708.48	991.87	8.33	37,180	9.63	8	300	80	7,411.20	
16	5 FCU 16	E12 - 503	2537	382.6	6.80	6.20	6.60	0.910	3.940	1.4	728.16	1,019.42	7.08	32,479	8.24	8	300	80	7,564.80	
17	5 FCU 17	E12 - 504	2537	384.2	7.30	6.11	6.60	0.920	4.080	1.4	682.24	955.14	7.14	30,689	7.52	8	300	80	7,833.60	
18	5 FCU 18	E12 - 504	2537	385.1	6.60	5.80	5.40	0.910	3.600	1.4	813.44	1,138.82	6.81	34,899	9.69	8	300	80	6,912.00	
19	5 FCU 19	E12 - 504	2537	384.3	6.30	5.90	5.50	0.980	3.850	1.4	774.08	1,083.71	7.52	36,673	9.53	8	300	80	7,392.00	
20	5 FCU 20	E12 - 505	2537	381.1	6.20	5.70	5.90	0.900	3.520	1.4	728.16	1,019.42	7.08	32,479	9.23	8	300	80	6,758.40	
21	5 FCU 21	E12 - 505	2537	382.7	5.60	5.50	6.10	0.890	3.380	1.4	745.82	1,044.15	7.14	33,549	9.93	8	300	80	6,489.60	
22	5 FCU 22	E12 - 505	2537	387.7	5.90	7.10	7.00	0.890	3.980	1.4	777.89	1,089.05	7.09	34,746	8.73	8	300	80	7,641.60	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 6																				
1	6 FCU 1	E12 - 601	2537	388	5.90	5.90	5.70	0.990	3.880	1.4	741.28	1,037.79	7.18	33,531	8.64	8	300	80.000	7,449.60	
2	6 FCU 2	E12 - 601	2537	388	4.80	5.30	5.50	0.988	3.450	1.4	760.96	1,065.34	6.85	32,839	9.52	8	300	80	6,624.00	
3	6 FCU 3	E12 - 602	2537	223	13.60	0.00	0.00	0.942	2.860	1.08	629.76	680.14	6.9	21,118	7.38	8	300	80	5,491.20	
4	6 FCU 4	E12 - 602	2537	223.4	13.30	0.00	0.00	0.833	2.480	1.08	662.56	715.56	7.52	24,215	9.76	8	300	80	4,761.60	
5	6 FCU 5	E12 - 603	2537	390	5.10	4.60	4.50	0.919	2.940	1.4	715.04	1,001.06	6.34	28,560	9.71	8	300	80	5,644.80	
6	6 FCU 6	E12 - 603	2537	383	4.70	6.80	5.20	0.989	3.650	1.4	721.60	1,010.24	6.58	29,913	8.2	8	300	80	7,008.00	
7	6 FCU 7	E12 - 604	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
8	6 FCU 8	E12 - 604	2554	388	4.30	4.50	4.10	0.982	2.840	1.4	700.20	980.28	5.91	26,071	9.18	8	300	80	5,452.80	
9	6 FCU 9	E12 - 604	2537	388	4.30	4.50	4.10	0.982	2.840	1.4	700.20	980.28	7.8	34,408	12.12	8	300	50	3,408.00	
10	6 FCU 10	data	2537	220.1	13.90	0.00	0.00	0.910	2.780	1.08	626.76	676.90	9.41	28,663	10.31	8	300	100	6,672.00	
11	6 FCU 11	data	2537	221.4	12.80	0.00	0.00	0.900	2.550	1.08	636.78	687.72	9.28	28,719	11.26	8	300	100	6,120.00	
12	6 FCU 12	data	2537	220.8	14.60	0.00	0.00	0.910	2.930	1.08	618.70	668.20	6.94	20,868	7.12	8	300	100	7,032.00	
13	6 FCU 13	E12 - 605	2537	219.7	12.90	0.00	0.00	0.938	2.660	1.08	640.70	691.96	6.34	19,742	7.42	8	300	80	5,107.20	
14	6 FCU 14	E12 - 605	2551	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
15	6 FCU 15	E12 - 605	2537	387	5.10	5.30	5.70	0.991	3.560	1.4	709.10	992.74	6.7	29,931	8.41	8	300	80	6,835.20	
16	6 FCU 16	E12 - 605	2551	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
17	6 FCU 17	E12 - 605	2537	388	5.10	5.30	4.40	0.992	3.290	1.4	711.20	995.68	7.81	34,993	10.64	8	300	80	6,316.80	
18	6FCU 18	E12 - 606	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
19	6FCU 19	E12 - 606	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
20	6FCU 20	E12 - 606	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
21	6FCU 21	E12 - 606	2551	388	5.1	5.3	4.4	0.992	3.290	1.4	723.40	1,012.76	7.03	32,039	9.74	8	300	80	6,316.80	
22	6FCU 22	E12 - 606	2537	388	5.7	5.6	6.1	0.992	3.870	1.4	711.90	996.66	6.2	27,807	7.19	8	300	80	7,430.40	
23	6FCU 23	E12 - 606	2551	388	5.4	5.3	5.7	0.984	3.620	1.4	730.80	1,023.12	6.76	31,123	8.6	8	300	80	6,950.40	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 7																				
1	7 FCU 1	E12 - 701	2537	389	5.40	6.10	6.80	0.994	4.090	1.4	702.40	983.36	8.34	36,906	9.02	8	300	80	7,852.80	
2	7 FCU 2	E12 - 701	2537	222.6	17.10	0.00	0.00	0.856	3.260	1.08	642.60	694.01	6.29	19,644	6.03	8	300	80	6,259.20	
3	7 FCU 3	E12 - 701	2537	221.6	20.80	0.00	0.00	0.722	3.330	1.08	631.76	682.30	7.1	21,799	6.55	8	300	80	6,393.60	
4	7 FCU 4	E12 - 701	2551	389	4.10	5.60	5.40	0.972	3.300	1.4	692.56	969.58	7.52	32,811	9.94	8	300	80	6,336.00	
5	7 FCU 5	E12 - 701	2537	219	20.50	0.00	0.00	0.735	3.300	1.08	636.32	687.23	7.75	23,967	7.26	8	300	40	3,168.00	
6	7 FCU 6	E12 - 701	2537	224.5	17.90	0.00	0.00	0.870	3.500	1.08	657.76	710.38	7.11	22,729	6.49	8	300	40	3,360.00	
7	7 FCU 7	E12 - 702	2537	392	7.20	7.70	7.80	0.935	4.800	1.4	944.64	1,322.50	6.69	39,814	8.29	8	300	20	2,304.00	
8	7 FCU 8	E12 - 702	2548	217.3	15.50	0.00	0.00	0.913	3.080	1.08	674.96	728.96	8.39	27,522	8.94	8	300	20	1,478.40	
9	7 FCU 9	E12 - 702	2537	389	7.50	7.50	6.80	0.990	4.850	1.4	848.08	1,187.31	8.21	43,865	9.04	8	300	80	9,312.00	
10	7 FCU 10	E12 - 702	2551	388	14.60	15.10	11.70	0.977	9.060	1.4	734.72	1,028.61	7.45	34,484	3.81	8	300	80	17,395.20	
11	7 FCU 11	E12 - 702	2537	389	7.00	8.10	9.00	0.993	5.370	1.4	767.52	1,074.53	5.82	28,142	5.24	8	300	80	10,310.40	
12	7 FCU 12	E12 - 703	2537	218.6	16.30	0.00	0.00	0.956	3.410	1.08	671.92	725.67	7.99	26,091	7.65	8	300	10	818.40	
13	7 FCU 13	E12 - 703	2537	220.2	13.90	0.00	0.00	0.951	2.910	1.08	693.76	749.26	5.99	20,196	6.94	8	300	40	2,793.60	
14	7 FCU 14	E12 - 703	2537	221.5	11.30	0.00	0.00	0.994	2.490	1.08	741.28	800.58	5.89	21,219	8.52	8	300	40	2,390.40	
15	7 FCU 15	E12 - 703	2537	220.9	22.30	0.00	0.00	0.777	3.830	1.08	688.80	743.90	7.14	23,902	6.24	8	300	40	3,676.80	
16	7 FCU 16	E12 - 703	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
17	7 FCU 17	E12 - 703	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
18	7 FCU 18	E12 - 703	2551	220.1	15.90	0.00	0.00	0.919	3.220	1.08	662.56	715.56	7.56	24,343	7.56	8	300	80	6,182.40	
19	7 FCU 19	E12 - 703	2537	392	15.30	11.50	2.00	0.973	6.340	1.4	728.16	1,019.42	7.08	32,479	5.12	8	300	80	12,172.80	
20	7 FCU 20	E12 - 703	2554	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
21	7 FCU 21	E12 - 703	2537	225	14.60	0.00	0.00	0.938	3.080	1.08	662.56	715.56	6	19,320	6.27	8	300	80	5,913.60	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 8																				
1	8 FCU 1	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
2	8 FCU 2	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
3	8 FCU 3	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
4	8 FCU 4	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
5	8 FCU 5	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
6	8 FCU 6	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
7	8 FCU 7	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
8	8 FCU 8	E12 - 801	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
9	8 FCU 9	E12 - 805	2537	221.4	16.10	0.00	0.00	0.980	3,490	1.08	654.34	706.69	8.8	27,985	8.02	8	300	80	6,700.80	
10	8 FCU 10	E12 - 805	2537	223	16.00	0.00	0.00	0.970	3,460	1.08	674.20	728.14	9.31	30,505	8.82	8	300	80	6,643.20	
11	8 FCU 11	E12 - 805	2537	220.6	18.30	0.00	0.00	0.910	3,670	1.08	692.10	747.47	7.89	26,539	7.23	8	300	80	7,046.40	
12	8 FCU 12	E12 - 806	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
13	8 FCU 13	E12 - 806	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
14	8 FCU 14	E12 - 807	2537	223	17.10	0.00	0.00	0.970	3,700	1.08	678.14	765.56	8.24	28,387	7.67	8	300	80	7,104.00	
15	8 FCU 15	E12 - 807	2537	222.8	16.80	0.00	0.00	0.960	3,590	1.08	702.98	759.22	8.72	29,792	8.3	8	300	80	6,892.80	
16	8 FCU 16	E12 - 808	2537	221.7	22.00	0.00	0.00	0.910	4,440	1.08	708.85	765.56	8.64	29,765	6.7	8	300	80	8,524.80	
17	8 FCU 17	E12 - 808	2551	391	5.40	5.60	5.80	0.969	3,670	1.4	776.32	1,086.85	8.13	39,762	10.83	8	300	80	7,046.40	
18	8 FCU 18	E12 - 809	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์ฟั้ง
19	8 FCU 19	E12 - 809	2551	393	5.70	5.90	5.90	0.992	3,940	1.4	737.43	1,032.40	8.53	39,629	10.06	8	300	80	7,564.80	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 9																				
1	9 FCU 1	E12 - 901	2554	216	13.60	0.00	0.00	0.923	2.710	1.08	531.36	573.87	6.2	16,011	5.91	8	300	80	5,203.20	
2	9 FCU 2	E12 - 901	2537	378	4.30	4.10	4.10	0.945	2.580	1.4	747.84	1,046.98	7.47	35,194	13.64	8	300	80	4,953.60	
3	9 FCU 3	E12 - 901	2537	381	2.40	2.90	3.70	0.938	1.860	1.4	613.44	858.82	7.44	28,753	15.46	8	300	80	3,571.20	
4	9 FCU 4	E12 - 901	2537	381	6.20	6.20	6.30	0.994	4.090	1.4	774.08	1,083.71	7.8	38,038	9.3	8	300	40	3,926.40	
5	9 FCU 5	E12 - 902	2537	385	5.60	5.10	4.90	0.995	3.450	1.4	793.76	1,111.26	6.89	34,455	9.99	8	300	40	3,312.00	
6	9 FCU 6	E12 - 902	2555	382	5.40	5.30	5.60	0.995	3.580	1.4	747.84	1,046.98	6.88	32,415	9.05	8	300	40	3,436.80	
7	9 FCU 7	E12 - 902	2537	382	3.20	4.10	4.10	0.956	2.400	1.4	551.04	771.46	6.95	24,127	10.05	8	300	80	4,608.00	
8	9 FCU 8	E12 - 902	2537	218	12.00	0.00	0.00	0.964	2.520	1.08	605.28	653.70	8.02	23,592	9.36	8	300	80	4,838.40	
9	9 FCU 9	E12 - 902	2537	222	14.60	0.00	0.00	0.951	3.080	1.08	636.40	687.31	7.64	23,630	7.67	8	300	80	5,913.60	
ห้องปฏิบัติการภาควิศวกรรมสารสนเทศ																				
10	9 FCU 10	Meeting	2537	221.7	12.80	0.00	0.00	0.964	2.740	1.08	667.12	720.49	7.51	24,349	8.89	8	300	60	3,945.60	
11	9 FCU 11	Meeting	2537	220.8	13.10	0.00	0.00	0.972	2.810	1.08	645.65	697.30	7.96	24,977	8.89	8	300	60	4,046.40	
12	9 FCU 12	LAB - IT1	2537	219.8	14.60	0.00	0.00	0.981	3.150	1.08	689.23	744.37	7.75	25,960	8.24	8	300	60	4,536.00	
13	9 FCU 13	LAB - IT2	2537	219.9	15.80	0.00	0.00	0.983	3.420	1.08	614.60	663.77	7.85	23,448	6.86	8	300	60	4,924.80	
14	9 FCU 14	LAB - IT3	2537	220.4	12.10	0.00	0.00	0.957	2.550	1.08	613.78	662.88	7.81	23,297	9.14	8	300	60	3,672.00	
15	9 FCU 15	LAB - IT4	2537	221.8	10.80	0.00	0.00	0.948	2.270	1.08	672.42	726.21	7.95	25,980	11.44	8	300	60	3,268.80	
16	9 FCU 16	LAB - IT5	2537	221.3	10.70	0.00	0.00	0.865	2.050	1.08	656.81	709.35	8.35	26,654	13	8	300	60	2,952.00	
17	9 FCU 17	LAB - IT6	2537	220.6	10.70	0.00	0.00	0.942	2.220	1.08	635.72	686.58	8.03	24,810	11.18	8	300	60	3,196.80	
18	9 FCU 18	LAB - IT7	2537	221	11.50	0.00	0.00	0.939	2.390	1.08	636.78	687.72	7.19	22,251	9.31	8	300	60	3,441.60	
19	9 FCU 19	LAB - IT7	2537	220.7	10.90	0.00	0.00	0.956	2.300	1.08	638.65	689.74	6.75	20,951	9.11	8	300	60	3,312.00	

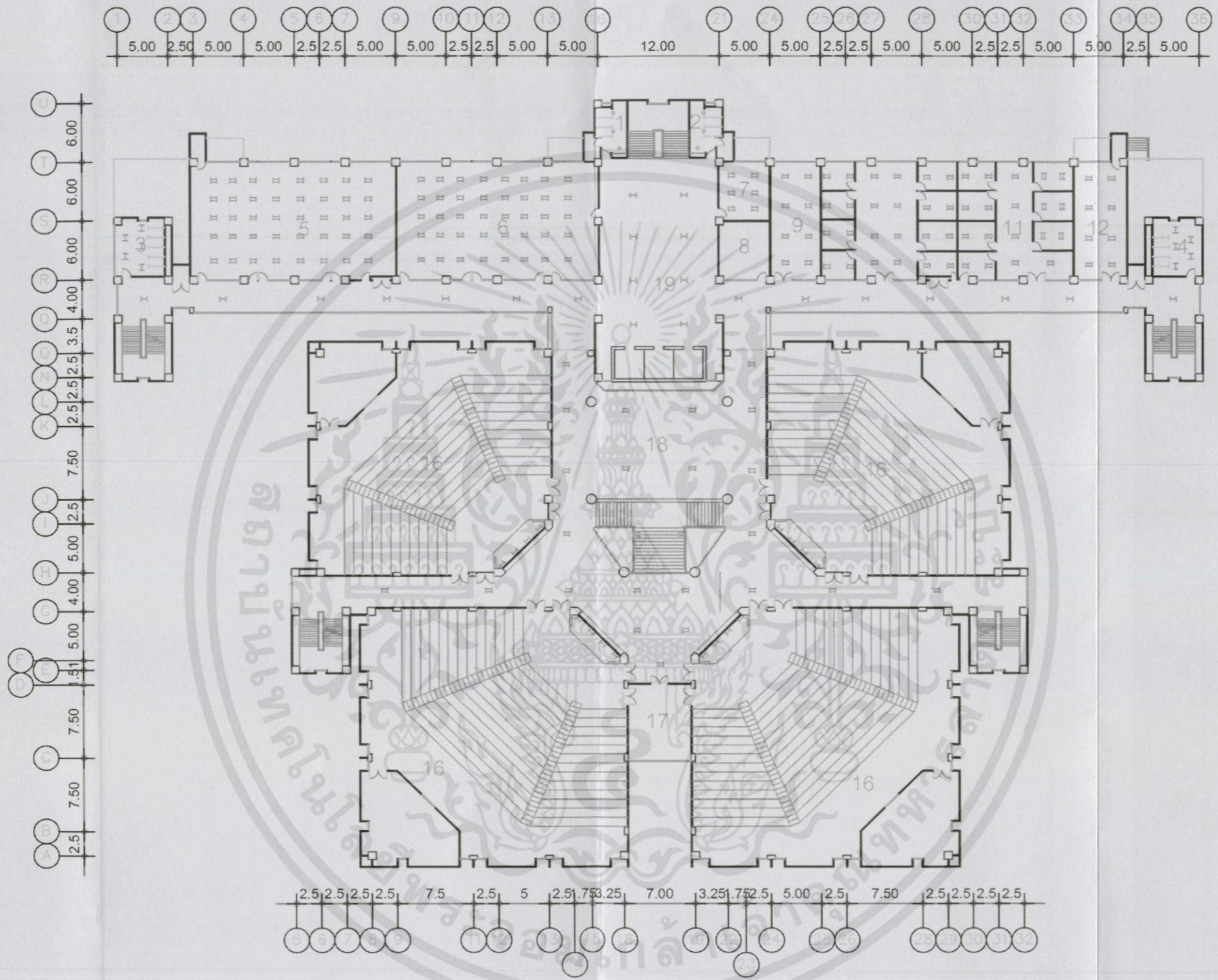
ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 10																				
1	10 FCU 1	E12 - 1001	2537	219.5	14.70	0.00	0.00	0.900	2.900	1.08	645.76	697.42	6.74	21,153	7.29	8	300	80	5,568.00	
2	10 FCU 2	E12 - 1002	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
3	10 FCU 3	E12 - 1002	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
4	10 FCU 4	E12 - 1003	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
5	10 FCU 5	E12 - 1004	2537	221.5	13.50	0.00	0.00	0.901	2.690	1.08	652.56	704.76	7.07	22,422	8.34	8	300	20	1,291.20	
6	10 FCU 6	E12 - 1004	2537	219.7	13.40	0.00	0.00	0.852	2.510	1.08	653.11	705.36	7.12	22,600	9	8	300	80	4,819.20	
7	10 FCU 7	E12 - 1005	2537	221.2	10.90	0.00	0.00	0.887	2.140	1.08	623.82	673.73	8.35	25,315	11.83	8	300	80	4,108.80	
8	10 FCU 8	E12 - 1005	2537	222	10.40	0.00	0.00	0.867	2.000	1.08	616.72	666.06	7.53	22,569	11.28	8	300	80	3,840.00	
ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ																				
9	10 FCU 9	E12 - 1006	2537	223	11.20	0.00	0.00	0.904	2.260	1.08	684.30	739.04	7.08	23,546	10.42	8	300	60	3,254.40	
10	10 FCU 10	E12 - 1006	2552	381	10.60	0.00	0.00	0.911	2.120	1.08	625.40	675.43	7.12	21,641	10.21	8	300	60	3,052.80	
11	10 FCU 11	E12 - 1007	2537	222.3	10.50	0.00	0.00	0.892	2.080	1.08	626.97	677.13	6.73	20,507	9.86	8	300	60	2,995.20	
12	10 FCU 12	E12 - 1007	2537	218.2	11.60	0.00	0.00	0.895	2.270	1.08	628.56	678.84	6.08	18,573	8.18	8	300	60	3,268.80	
13	10 FCU 13	E12 - 1008	2537	219	10.60	0.00	0.00	0.857	1.990	1.08	624.20	674.14	7.4	22,449	11.28	8	300	60	2,865.60	
14	10 FCU 14	E12 - 1008	2537	221	10.80	0.00	0.00	0.834	1.990	1.08	642.34	693.73	6.53	20,385	10.24	8	300	60	2,865.60	
15	10 FCU 15	E12 - 1009	2537	221.2	11.20	0.00	0.00	0.858	2.130	1.08	635.67	686.52	7.07	21,842	10.25	8	300	60	3,067.20	
16	10 FCU 16	E12 - 1009	2537	219.4	11.60	0.00	0.00	0.878	2.230	1.08	613.28	662.34	7.13	21,251	9.53	8	300	60	3,211.20	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้						ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์การใช้งาน (%)	การใช้พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ
ลำดับ	หมายเลขเครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็วลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)	Btu/hr		ชั่วโมง/วัน	วัน/ปี			
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 11																				
1	11 FCU 1	E12 - 1101	2537	215.1	25.30	0.00	0.00	0.758	4.130	1.08	613.50	662.58	6.86	20,454	4.95	8	300	80	7,929.60	
2	11 FCU 2	E12 - 1102	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
3	11 FCU 3	E12 - 1102	2537	218.4	22.20	0.00	0.00	0.829	4.020	1.08	623.58	673.47	7.39	22,396	5.57	8	300	80	7,718.40	
4	11 FCU 4	E12 - 1102	2537	381.2	6.2	5.8	6.5	0.995	4.050	1.4	787.48	1,102.47	7.07	35,075	8.99	8	300	80	7,776.00	
5	11 FCU 5	E12 - 1103	2537	217.6	17.30	0.00	0.00	0.872	3.280	1.08	634.67	685.44	6.56	20,234	6.17	8	300	80	6,297.60	
6	11 FCU 6	E12 - 1103	2537	218.1	15.10	0.00	0.00	0.841	2.770	1.08	636.38	687.29	7.22	22,330	8.06	8	300	80	5,318.40	
7	11 FCU 7	E12 - 1104	2537	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	แอร์พัง
8	11 FCU 8	E12 - 1104	2537	379.1	7.50	8.30	8.00	0.971	5.060	1.4	782.99	1,096.19	7.36	36,306	7.18	8	300	80	9,715.20	
ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ																				
9	11 FCU 9	E12 - 1105	2537	218.4	19.90	0.00	0.00	0.898	3.900	1.08	721.56	779.28	6.73	23,600	6.05	8	300	60	5,616.00	
10	11 FCU 10	E12 - 1105	2537	219	15.20	0.00	0.00	0.887	2.950	1.08	727.40	785.59	6.09	21,529	7.3	8	300	60	4,248.00	
11	11 FCU 11	E12 - 1105	2537	219.2	12.50	0.00	0.00	0.912	2.500	1.08	711.09	767.98	7.23	24,986	9.99	8	300	60	3,600.00	
12	11 FCU 12	E12 - 1105	2537	217.6	12.60	0.00	0.00	0.908	2.490	1.08	707.82	764.45	8.57	29,481	11.84	8	300	60	3,585.60	
13	11 FCU 13	E12 - 1106	2537	215.3	11.60	0.00	0.00	0.864	2.160	1.08	657.84	710.47	6.74	21,549	9.98	8	300	60	3,110.40	
14	11 FCU 14	E12 - 1106	2537	218.1	11.80	0.00	0.00	0.864	2.220	1.08	611.92	660.87	6.09	18,111	8.16	8	300	60	3,196.80	
15	11 FCU 15	E12 - 1107	2537	219.7	11.90	0.00	0.00	0.892	2.330	1.08	711.86	768.81	6.8	23,526	10.1	8	300	60	3,355.20	
16	11 FCU 16	E12 - 1108	2537	218.6	13.50	0.00	0.00	0.911	2.690	1.08	614.75	663.93	6.18	18,464	6.86	8	300	60	3,873.60	
17	11 FCU 17	E12 - 1109	2537	221.2	12.60	0.00	0.00	0.847	2.360	1.08	623.66	673.55	7.08	21,459	9.09	8	300	60	3,398.40	
18	11 FCU 18	E12 - 1109	2537	218.4	11.10	0.00	0.00	0.965	2.340	1.08	687.89	742.92	5.89	19,691	8.41	8	300	60	3,369.60	
19	11 FCU 19	E12 - 1110	2537	222.7	15.40	0.00	0.00	0.888	3.050	1.08	752.72	812.94	5.82	21,291	6.98	8	300	60	4,392.00	
20	11 FCU 20	E12 - 1110	2537	221.3	14.80	0.00	0.00	0.836	2.740	1.08	643.97	695.49	7.99	25,006	9.13	8	300	60	3,945.60	

ข้อมูลเครื่องปรับอากาศ				พลังไฟฟ้าที่ใช้					ความสามารถการทำความเย็น					ประสิทธิภาพ (EER)	เวลาทำงาน		เปอร์เซ็นต์ การใช้งาน (%)	การใช้ พลังงาน (kWh/ปี)	หมายเหตุ	
ลำดับ	หมายเลข เครื่อง	ชื่อห้อง	ปีที่ติดตั้ง (พ.ศ.)	V (Volt)	(Amp)			PF	Wc (kW)	พื้นที่ หน้าฉาก (ft ²)	ความเร็ว ลม (ft/min)	CFM (ft ³ /min)	hr-hs (Btu/lb)		Btu/hr	ชั่วโมง/ วัน				วัน/ปี
					I _R	I _S	I _T													
ชั้น 12																				
1	12FCU 1	E12 - 1201	2537	220.2	9.80	0.00	0.00	0.876	1.890	1.08	590.40	637.63	6.45	18,507	9.79	8	300	60	2,721.60	
2	12FCU 2	E12 - 1202	2551	219.9	10.20	0.00	0.00	0.886	1.990	1.08	549.44	593.40	7.3	19,493	9.8	8	300	60	2,865.60	
3	12FCU 3	E12 - 1203	2551	221.7	8.70	0.00	0.00	0.893	1.720	1.08	555.36	599.79	7.18	19,379	11.27	8	300	60	2,476.80	
4	12FCU 4	E12 - 1204	2551	220.3	9.70	0.00	0.00	0.875	1.870	1.08	567.52	612.92	5.96	16,439	8.79	8	300	60	2,692.80	
5	12FCU 5	E12 - 1205	2551	221.4	10.70	0.00	0.00	0.904	2.140	1.08	701.92	758.07	5.6	19,103	8.93	8	300	60	3,081.60	
6	12FCU 6	E12 - 1206	2551	220.5	12.40	0.00	0.00	0.911	2.490	1.08	667.52	720.92	5.84	18,946	7.61	8	300	60	3,585.60	
7	12FCU 7	E12 - 1207	2551	220.5	10.80	0.00	0.00	0.834	1.990	1.08	596.96	644.72	5.85	16,972	8.53	8	300	60	2,865.60	
8	12FCU 8	E12 - 1208	2537	221.2	11.70	0.00	0.00	0.897	2.320	1.08	621.28	670.98	6.52	19,687	8.49	8	300	60	3,340.80	
9	12FCU 9	E12 - 1209	2537	220.2	12.70	0.00	0.00	0.915	2.560	1.08	560.48	605.32	7.23	19,694	7.69	8	300	80	4,915.20	
10	12FCU 10	E12 - 1209	2537	220.2	9.30	0.00	0.00	0.911	1.870	1.08	544.48	588.04	6.32	16,724	8.94	8	300	80	3,590.40	
11	12FCU 11	E12 - 1210	2537	220.5	8.40	0.00	0.00	0.900	1.670	1.08	590.72	637.98	5.29	15,187	9.09	8	300	80	3,206.40	
12	12FCU 12	E12 - 1210	2554	220.7	9.90	0.00	0.00	0.899	1.960	1.08	642.88	694.31	6.08	18,996	9.69	8	300	80	3,763.20	
13	12FCU 13	E12 - 1210	2537	220.8	10.10	0.00	0.00	0.882	1.970	1.08	587.20	634.18	6.78	19,349	9.82	8	300	80	3,782.40	
14	12FCU 14	E12 - 1211	2537	220.6	10.60	0.00	0.00	0.889	2.080	1.08	497.80	537.62	8.19	19,814	9.53	8	300	80	3,993.60	
15	12FCU 15	E12 - 1211	2537	220.4	8.50	0.00	0.00	0.896	1.680	1.08	507.20	547.78	7.23	17,822	10.61	8	300	80	3,225.60	
16	12FCU 16	E12 - 1212	2537	220.4	11.60	0.00	0.00	0.879	2.250	1.08	558.16	602.81	7.15	19,395	8.62	8	300	60	3,240.00	
17	12FCU 17	E12 - 1212	2537	221.1	11.80	0.00	0.00	0.876	2.290	1.08	496.96	536.72	8.14	19,660	8.59	8	300	60	3,297.60	
18	12FCU 18	E12 - 1213	2537	219.9	12.40	0.00	0.00	0.880	2.400	1.08	444.48	480.04	7.52	16,245	6.77	8	300	60	3,456.00	
19	12FCU 19	E12 - 1213	2537	221.2	11.50	0.00	0.00	0.910	2.310	1.08	431.60	466.13	8.74	18,333	7.94	8	300	60	3,326.40	
20	12FCU 20	E12 - 1214	2537	221.3	10.80	0.00	0.00	0.920	2.200	1.08	411.92	444.87	9.77	19,559	8.89	8	300	60	3,168.00	
21	12FCU 21	E12 - 1214	2537	220.8	12.30	0.00	0.00	0.908	2.470	1.08	490.40	529.63	7.79	18,566	7.52	8	300	60	3,556.80	
22	12FCU 22	E12 - 1214	2537	220.3	11.60	0.00	0.00	0.882	2.250	1.08	611.92	660.87	6.26	18,617	8.27	8	300	60	3,240.00	



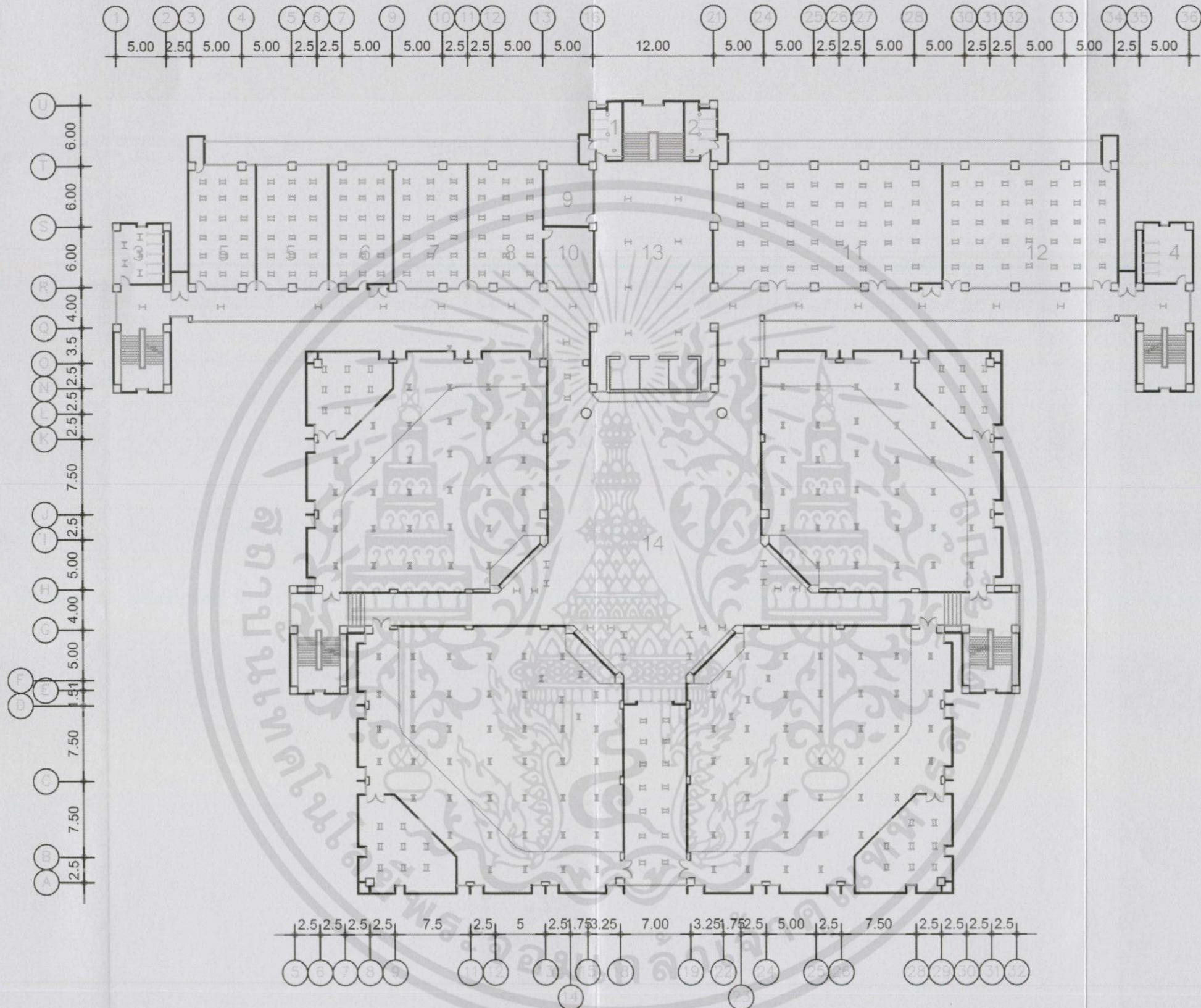
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในห้องเรียนเท่านั้น ห้ามเผยแพร่ให้นำไปประโยชน์อื่นใด
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารเรียนร.ร.มัธยมวิทย์วกรรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 2

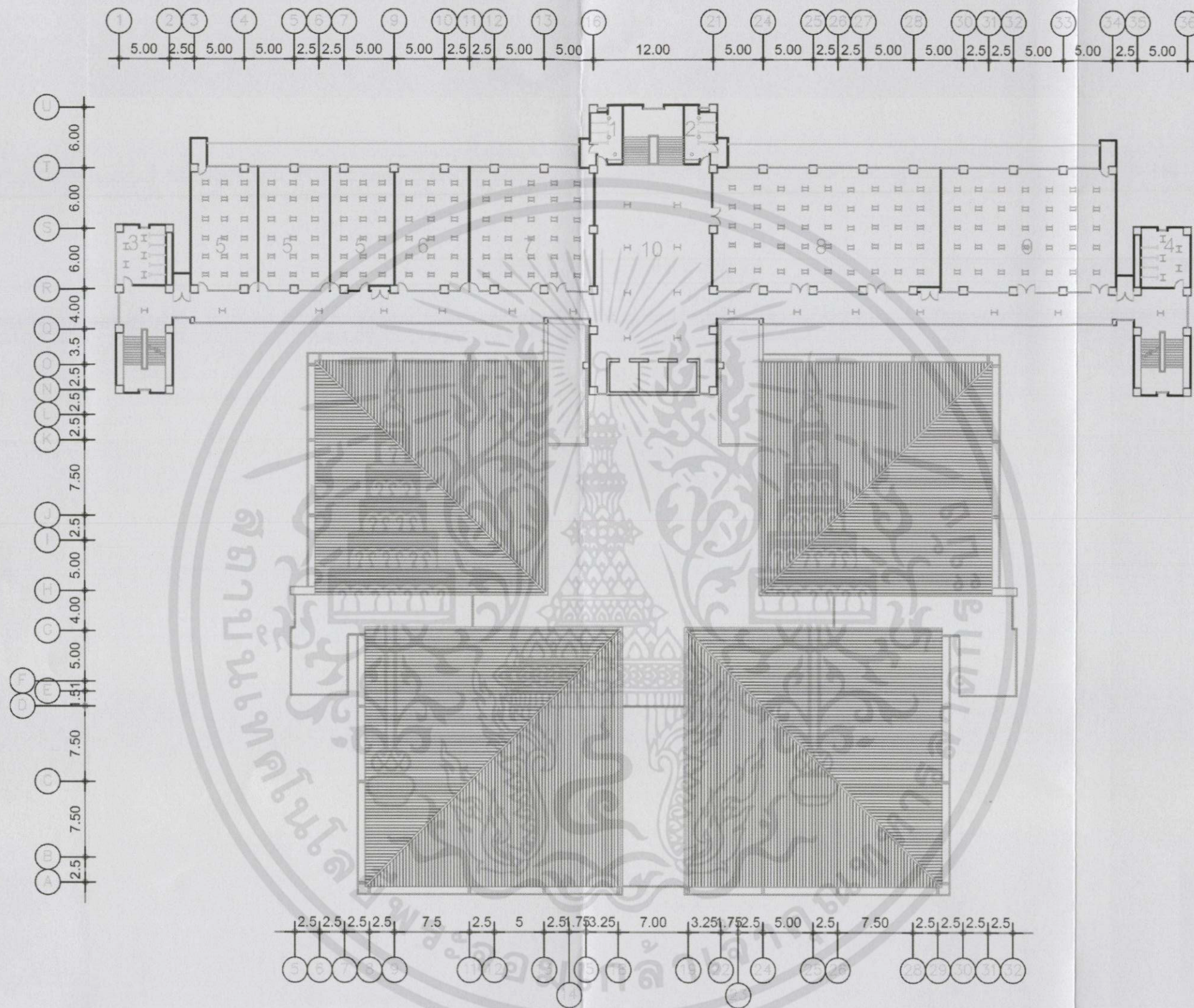
มาตราส่วน 1:1000



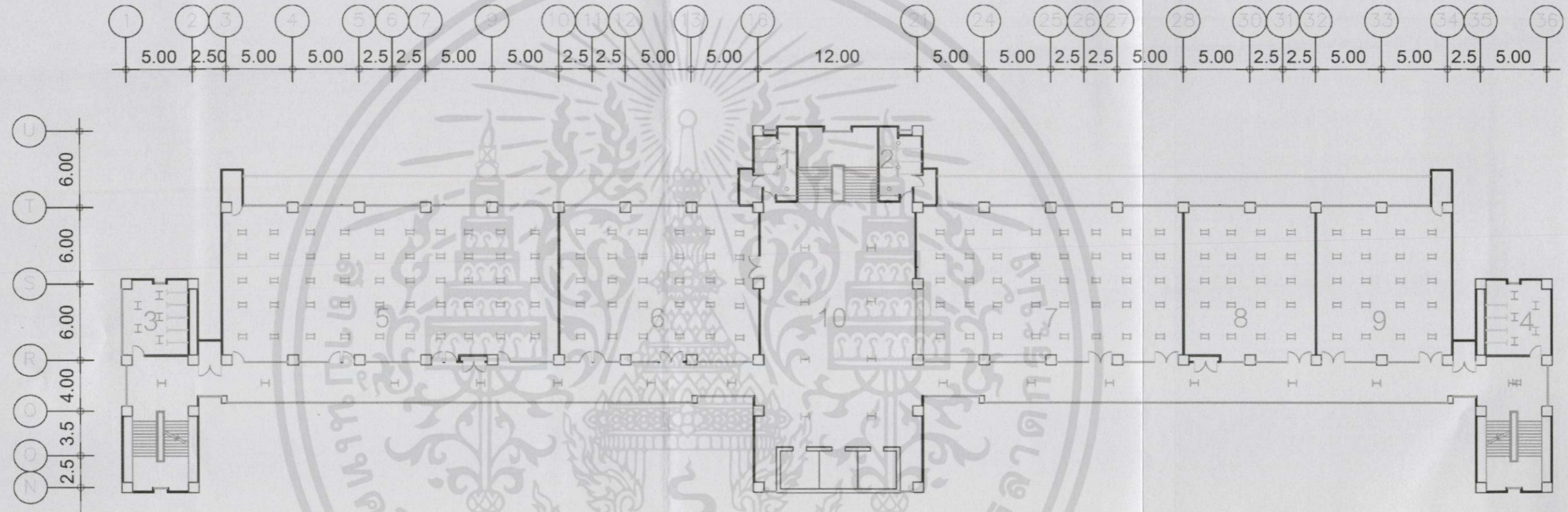
อาคารเรียนรวมคณะศึกษาศาสตร์ (EN-01,02) ชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับช่าง ใช้ในโครงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำสิ่งอื่นโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราส่วน 1:1000



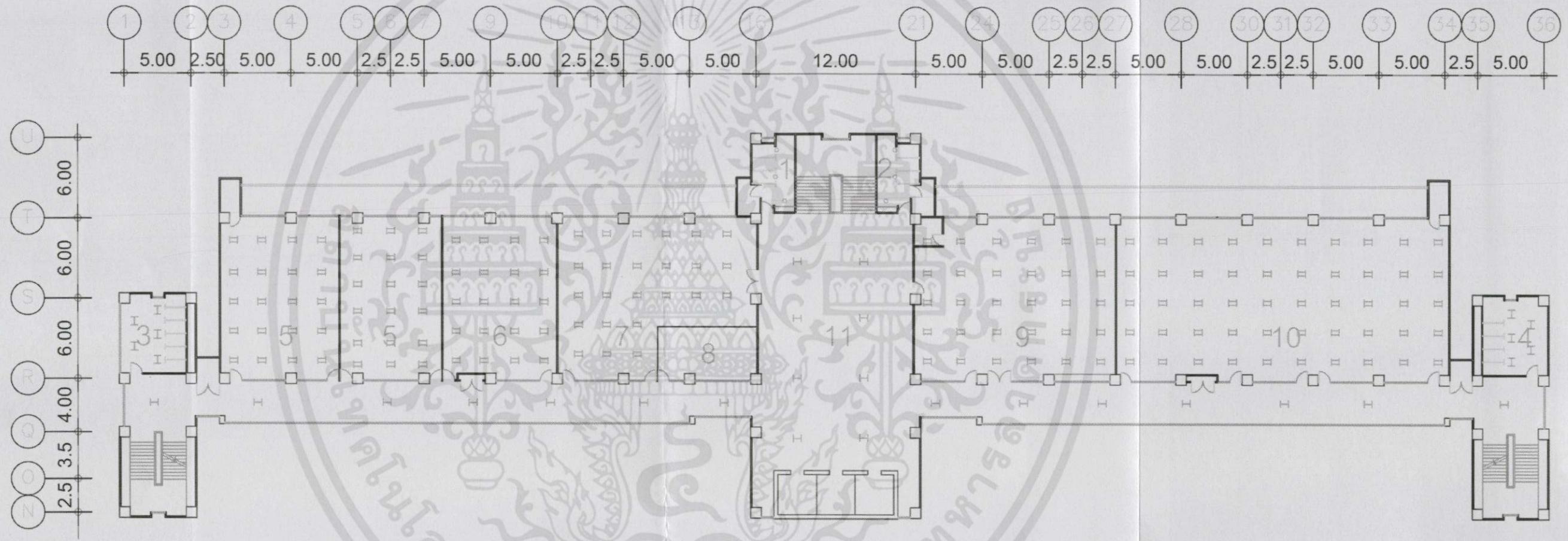
อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN-01,02) ชั้นที่ 4
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สร้างไว้สำหรับบริการเชิงเทคนิคต่อทางศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเปลี่ยนแปลง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 มาตรฐาน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 5

มาตราส่วน 1:1000

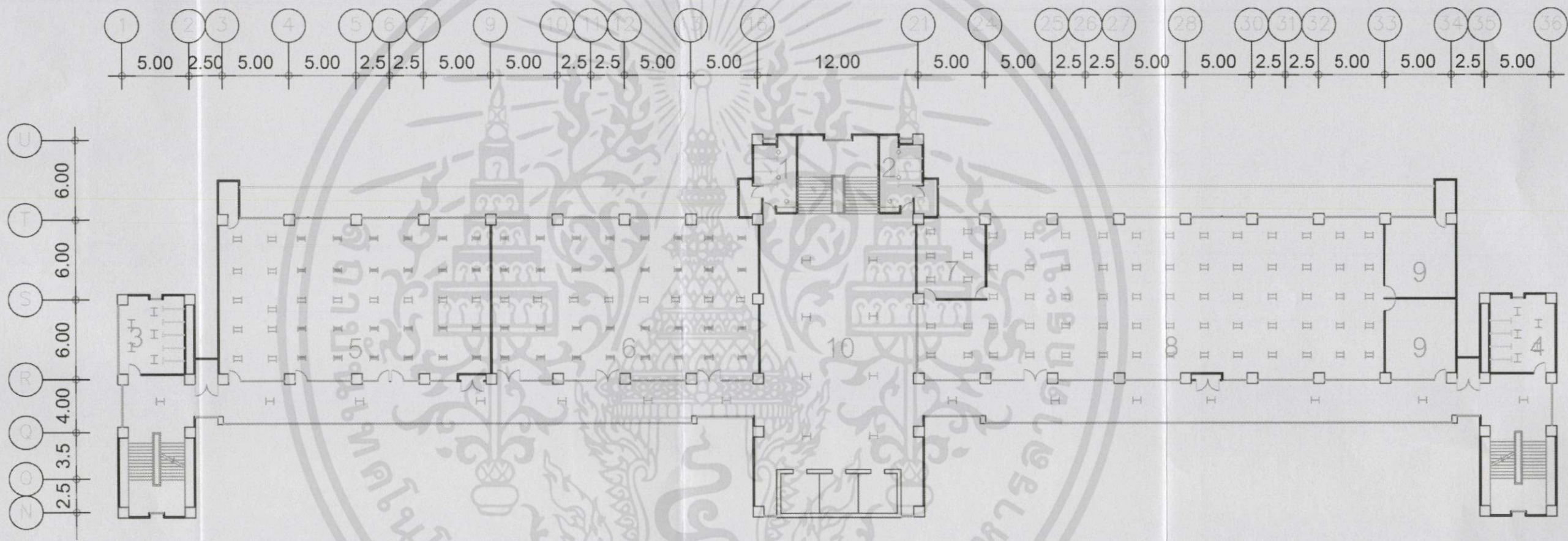
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 6

มาตราส่วน 1:1000

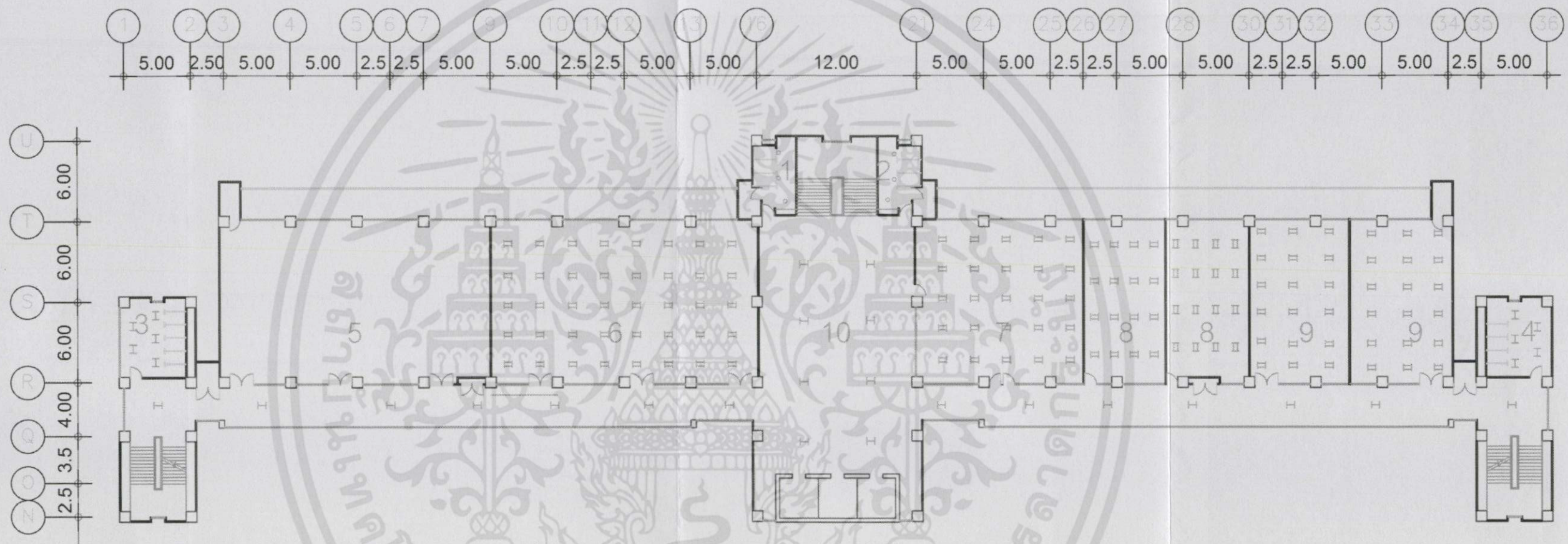
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 7

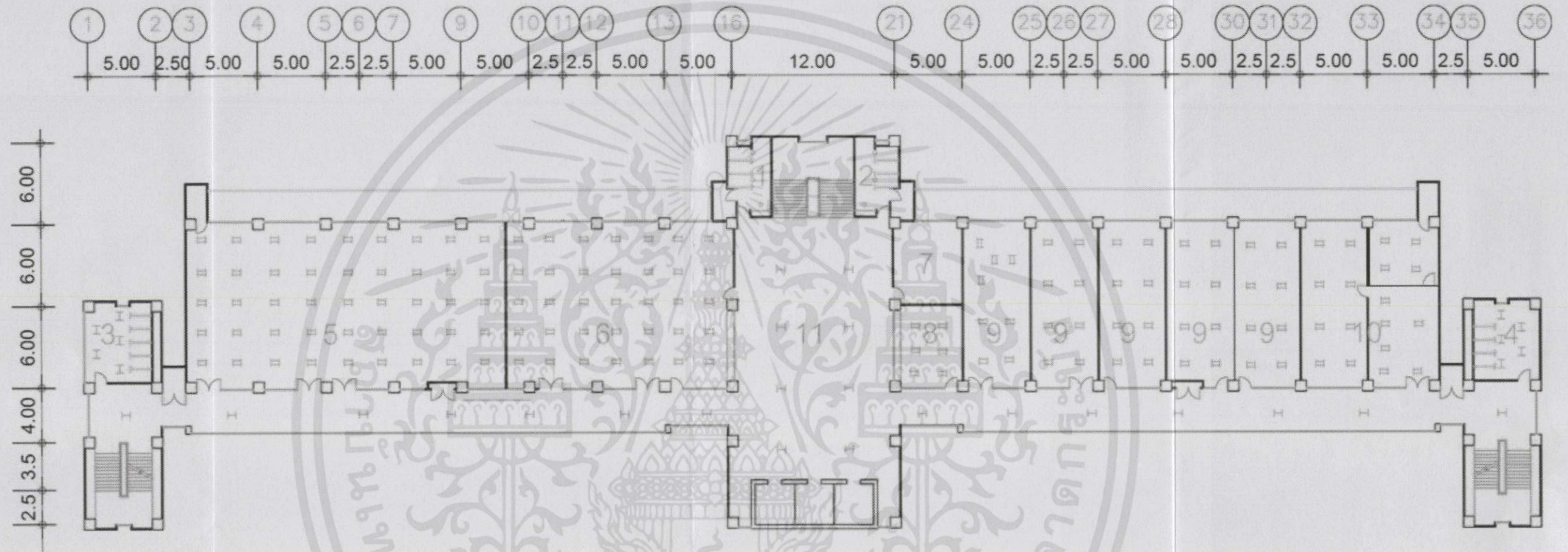
มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 8
 มาตรฐาน 1:1000

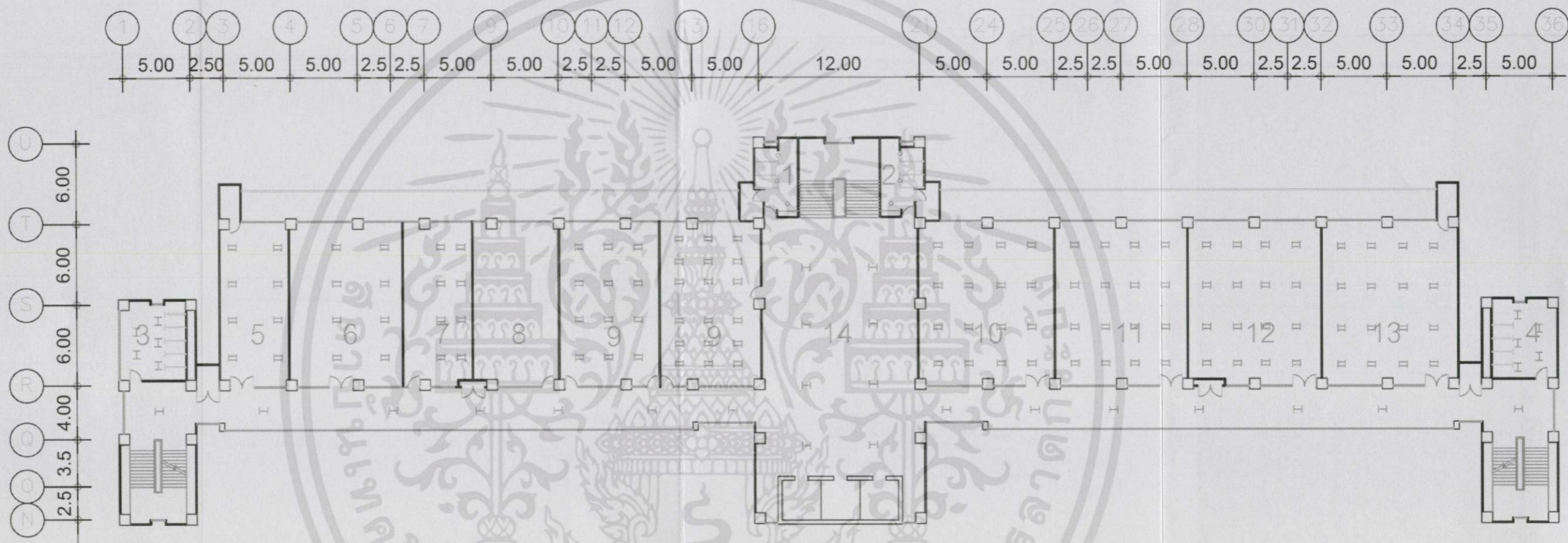
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 9

มาตราส่วน 1:1000

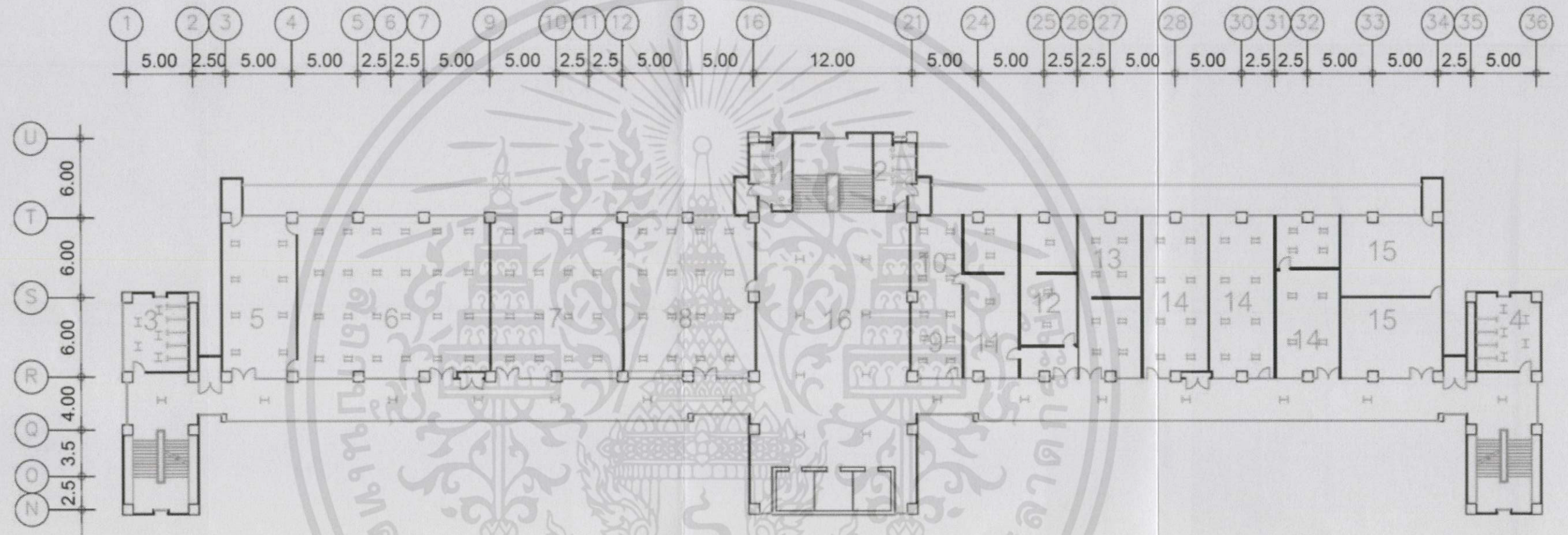
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 10

มาตราส่วน 1:1000

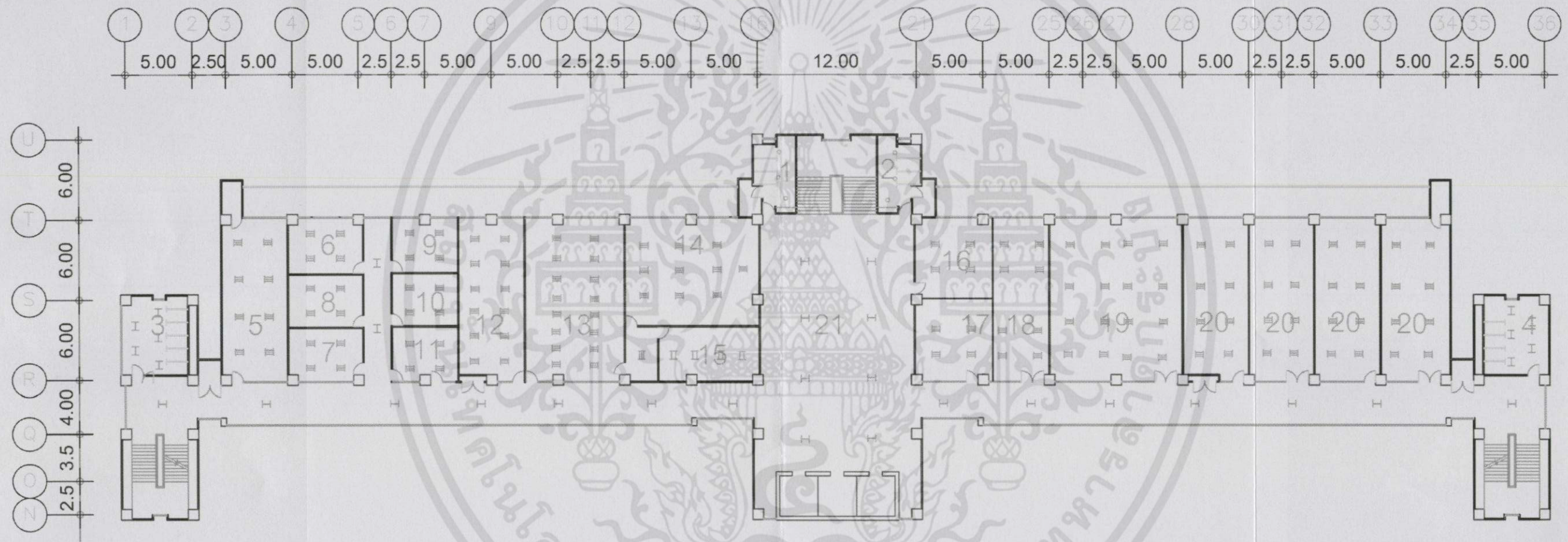
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 11

มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

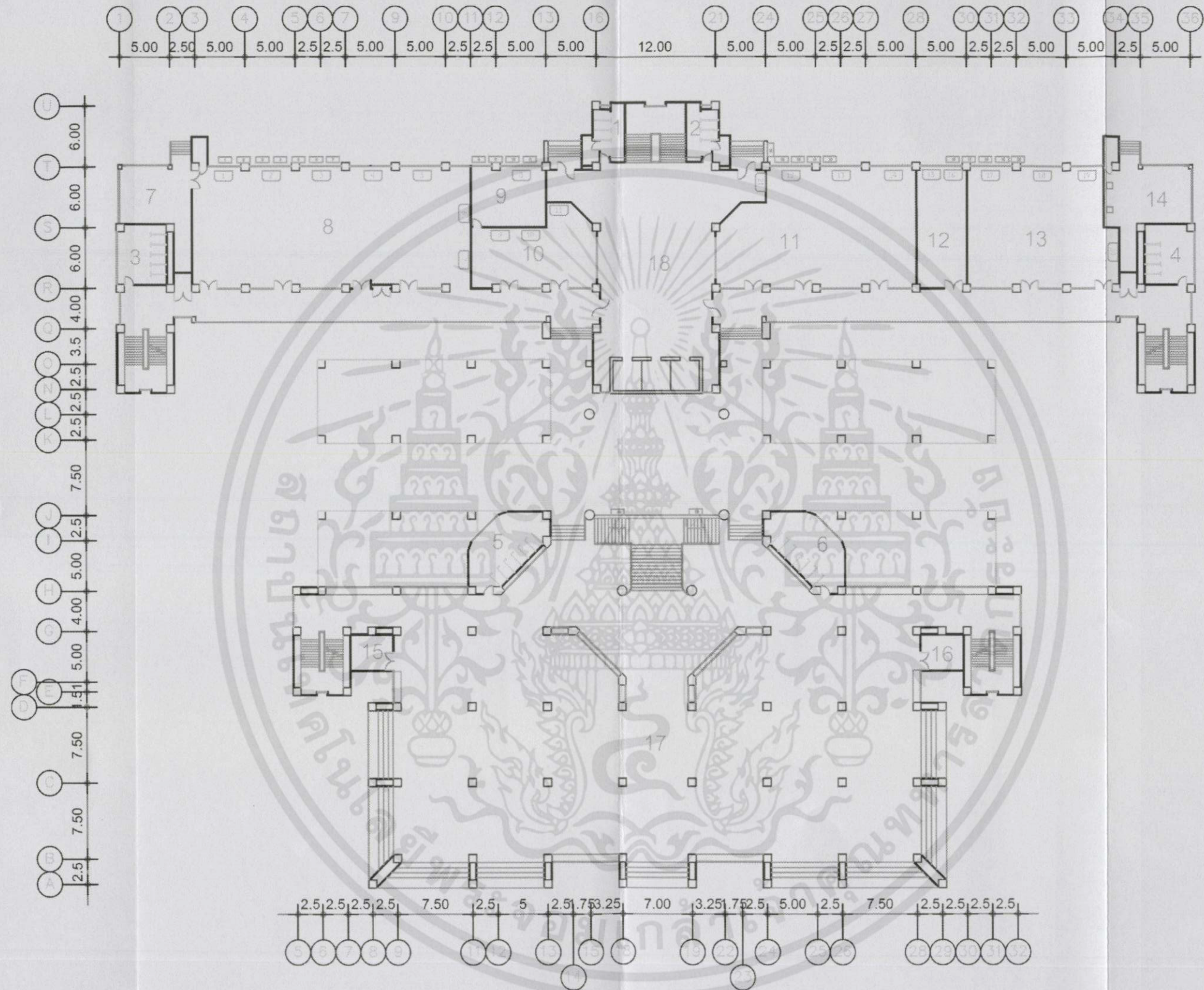


อาคารเรียนร่วมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 12
มาตราส่วน 1:1000

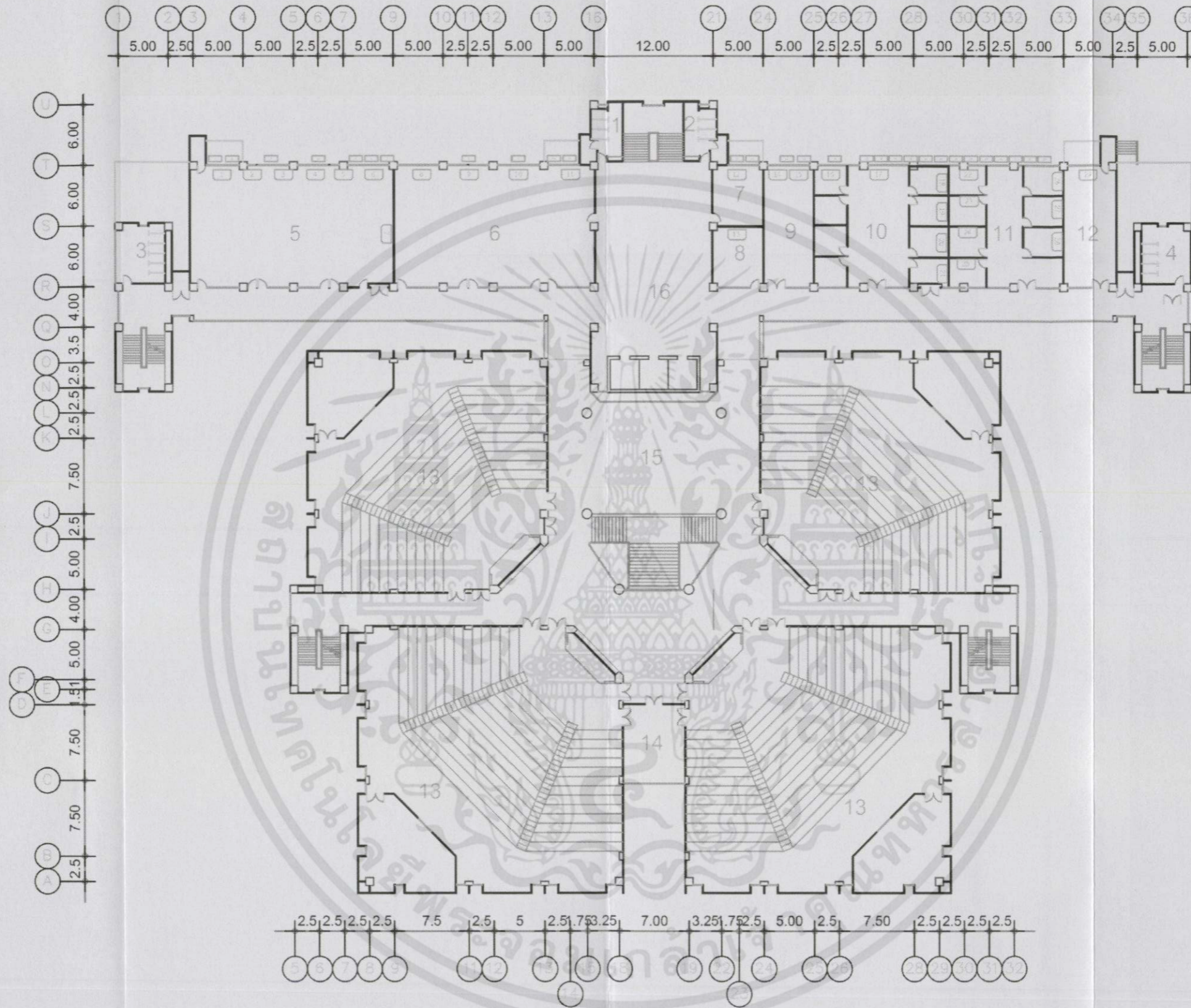
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



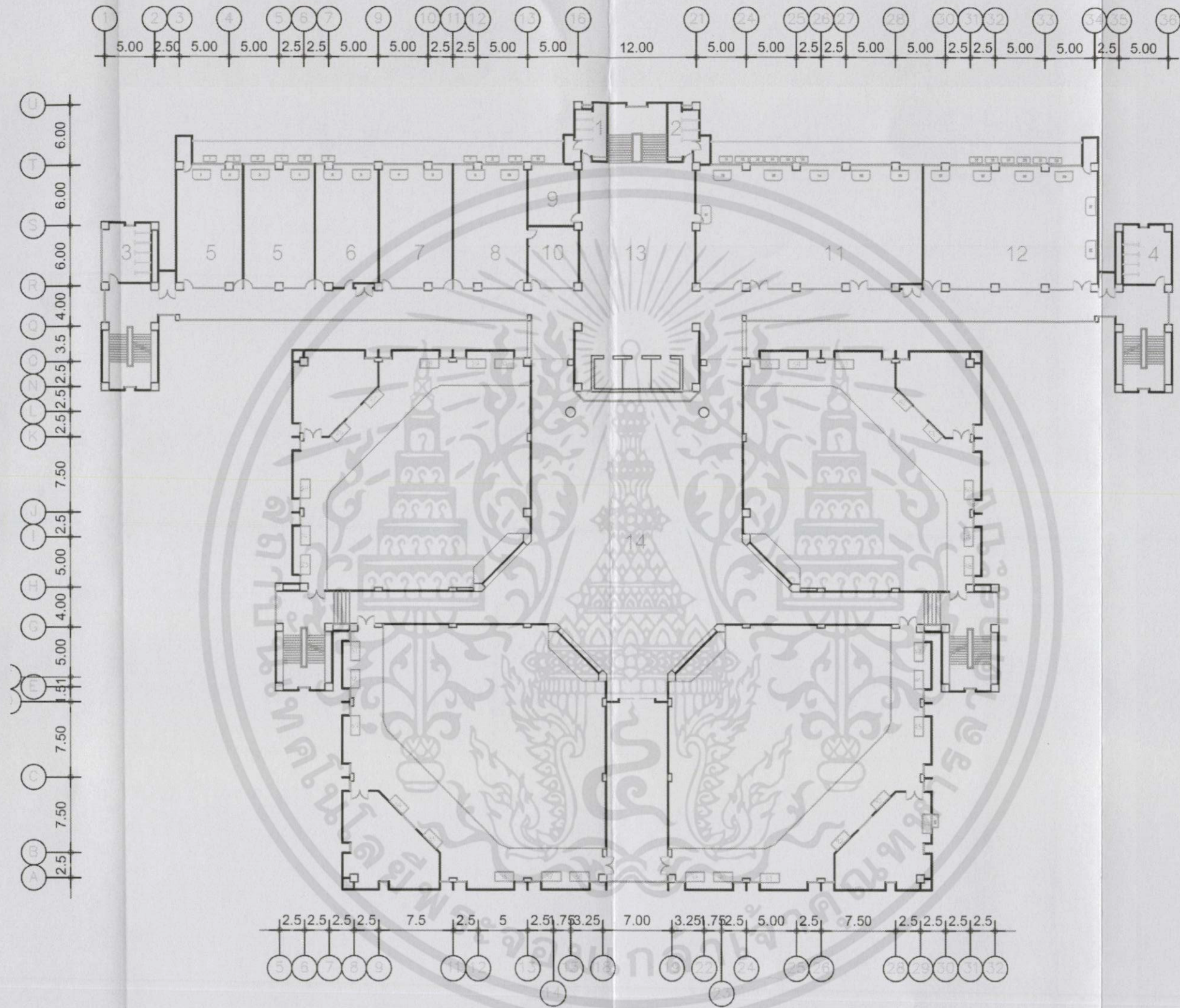
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอาคาร
 ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ (EN-01,02) ชั้นที่ 1
 มาตรการส่วน 1:1000



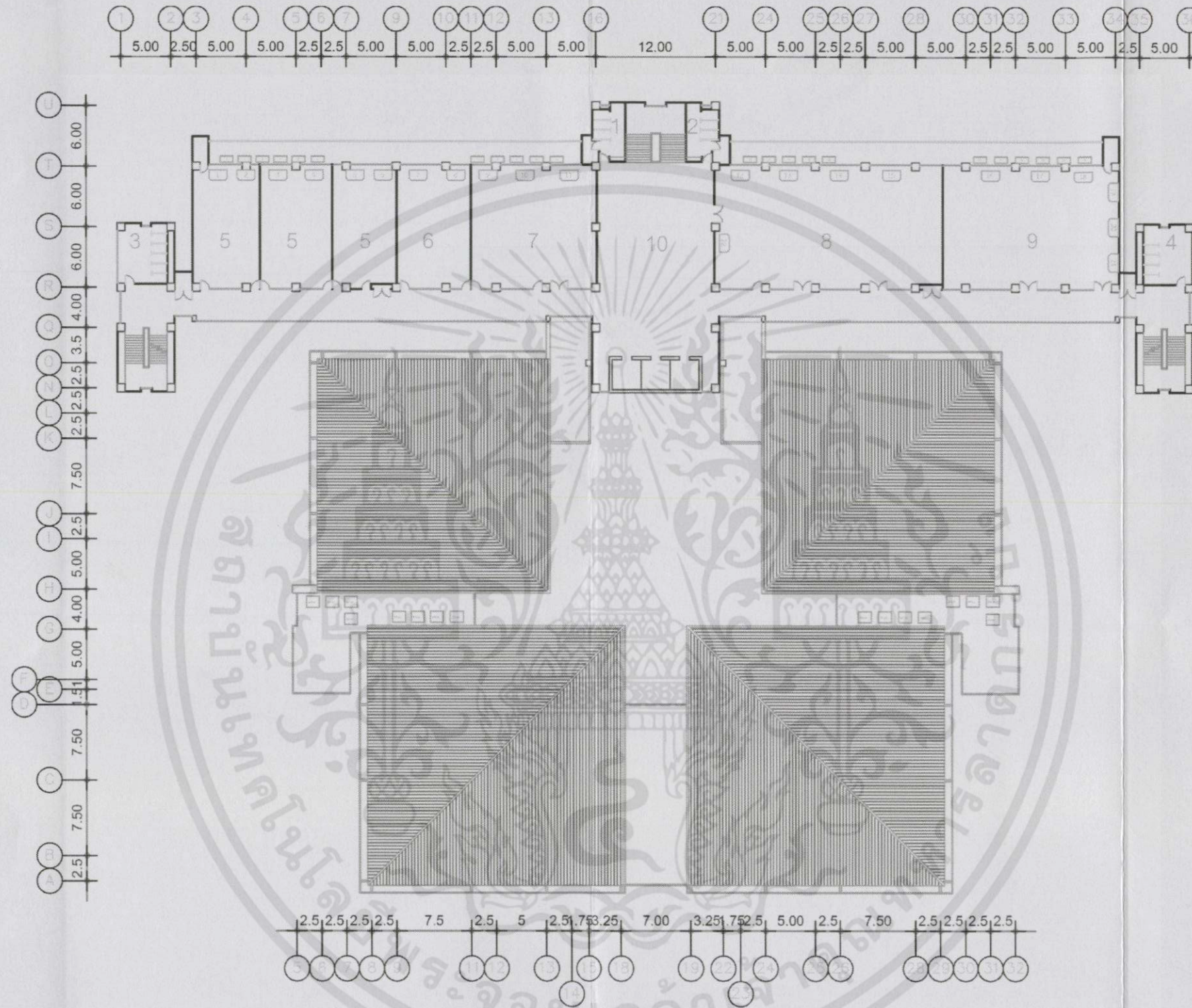
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการฉีกใดๆทั้งสิ้น อธิการเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 2

มาตราส่วน 1:1000



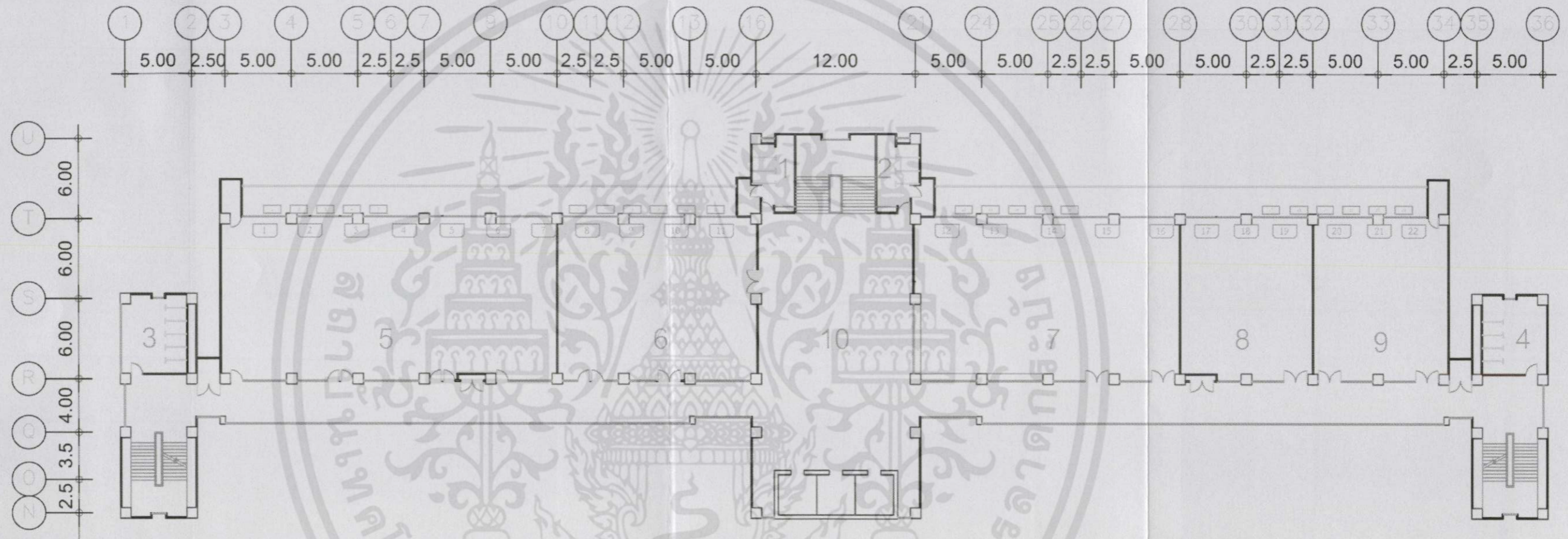
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของ บริษัท อักษรวิศกรการก่อสร้าง (EN-01,02) ชั้นที่ 3
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 มาตรฐาน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 4

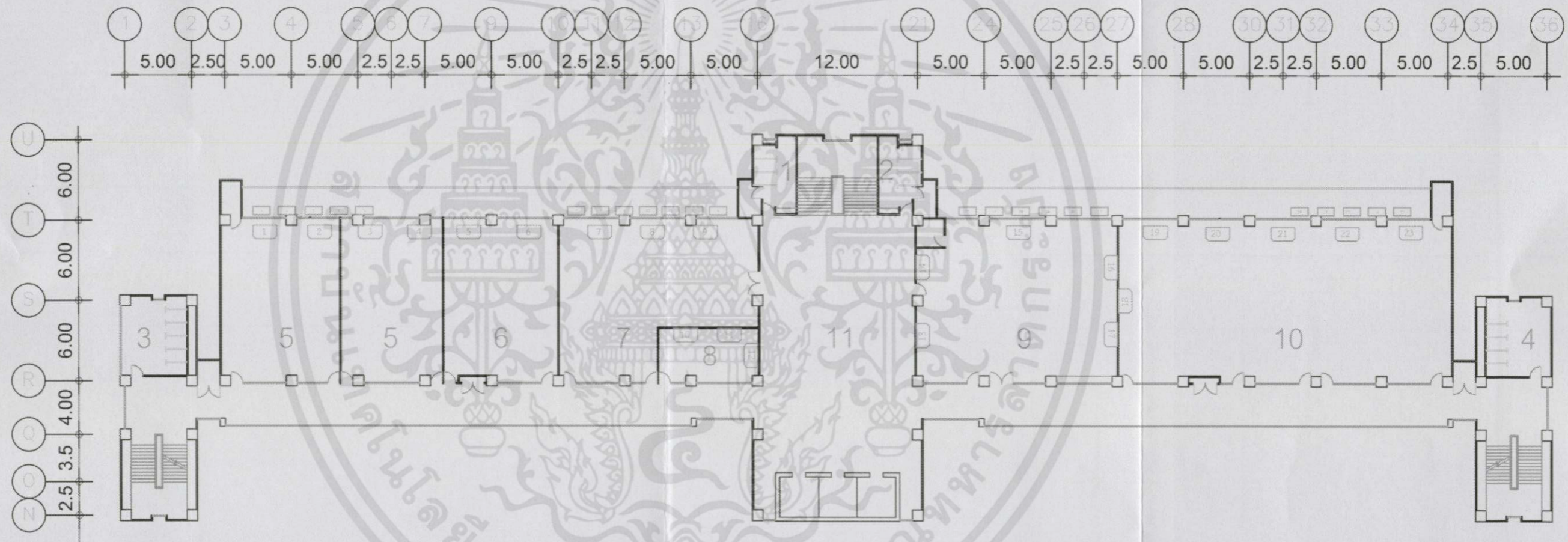
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราส่วน 1:1000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

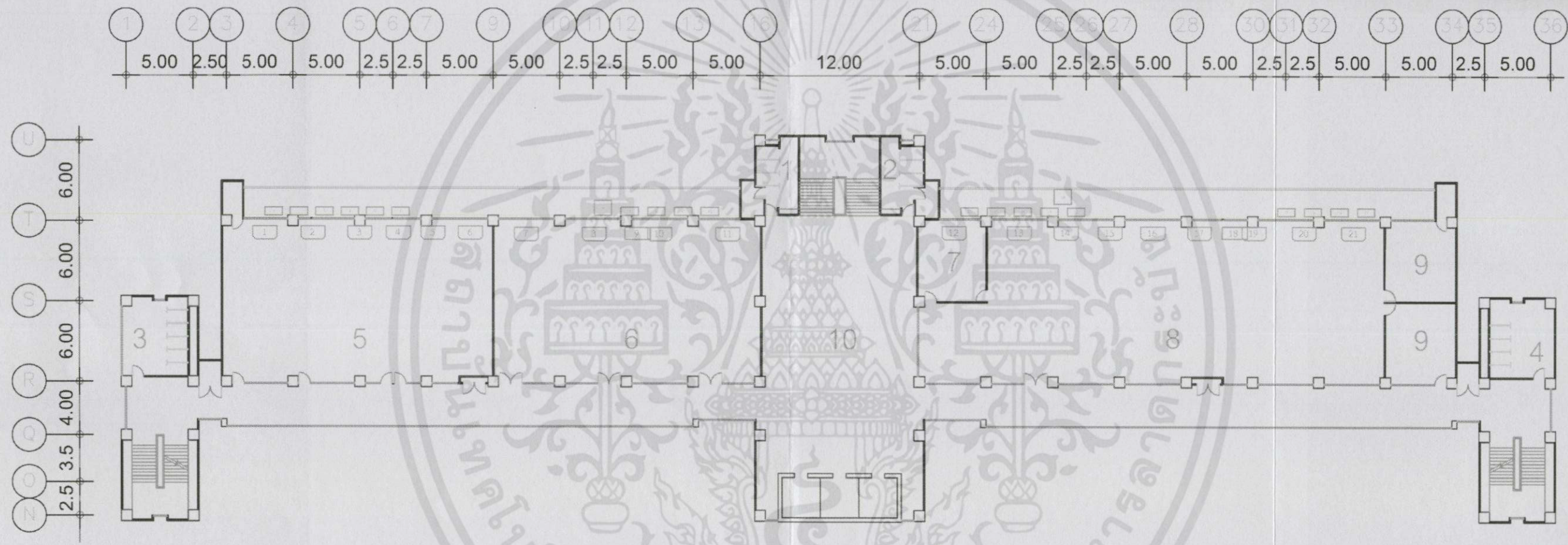
อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 5
 มาตรฐาน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 6

มาตราส่วน 1:1000

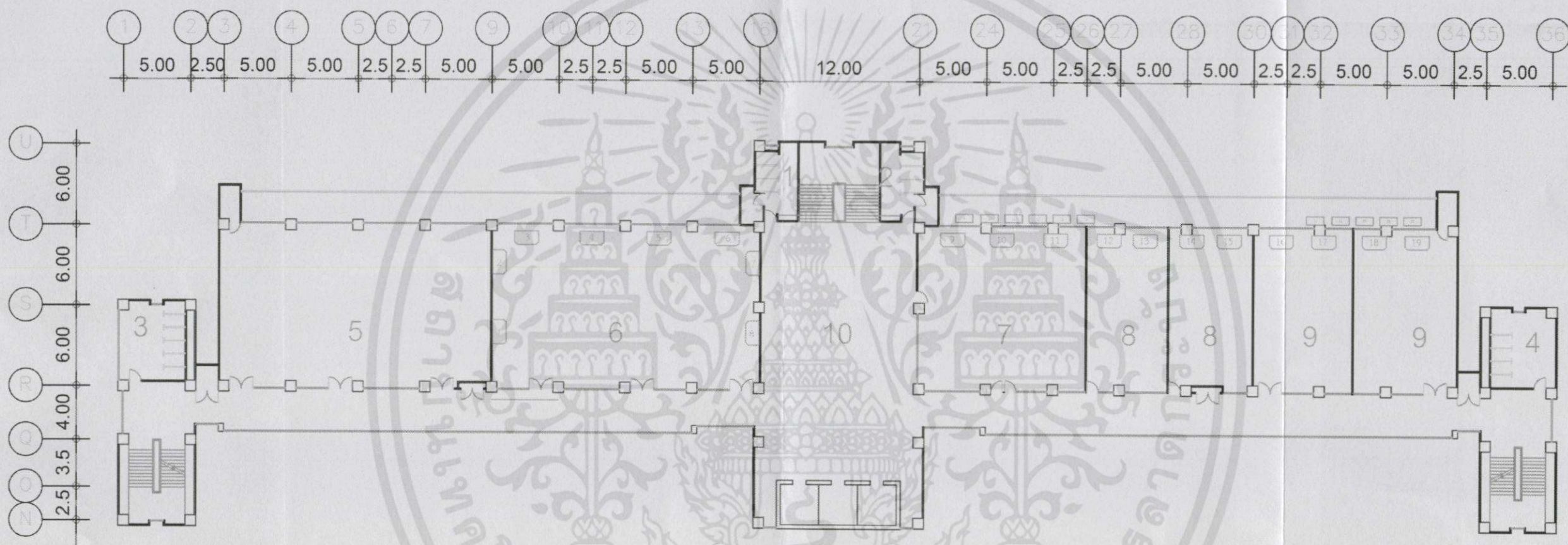
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 7

มาตราส่วน 1:1000

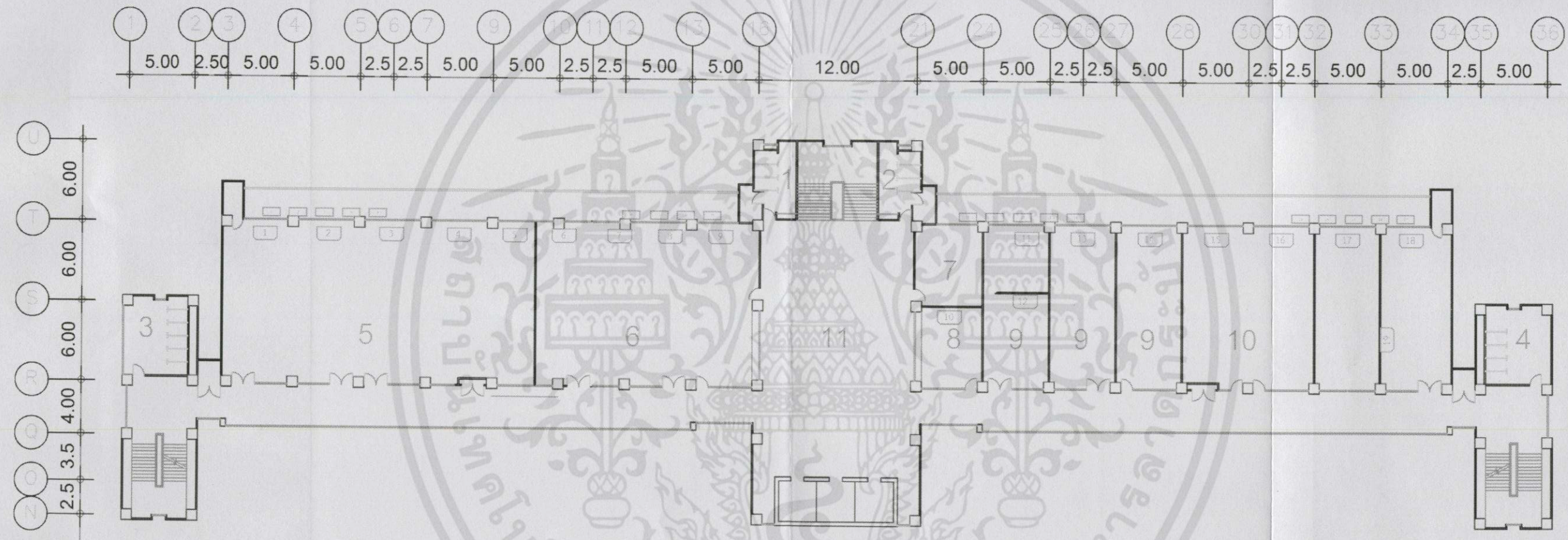
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 8

มาตราส่วน 1:1000

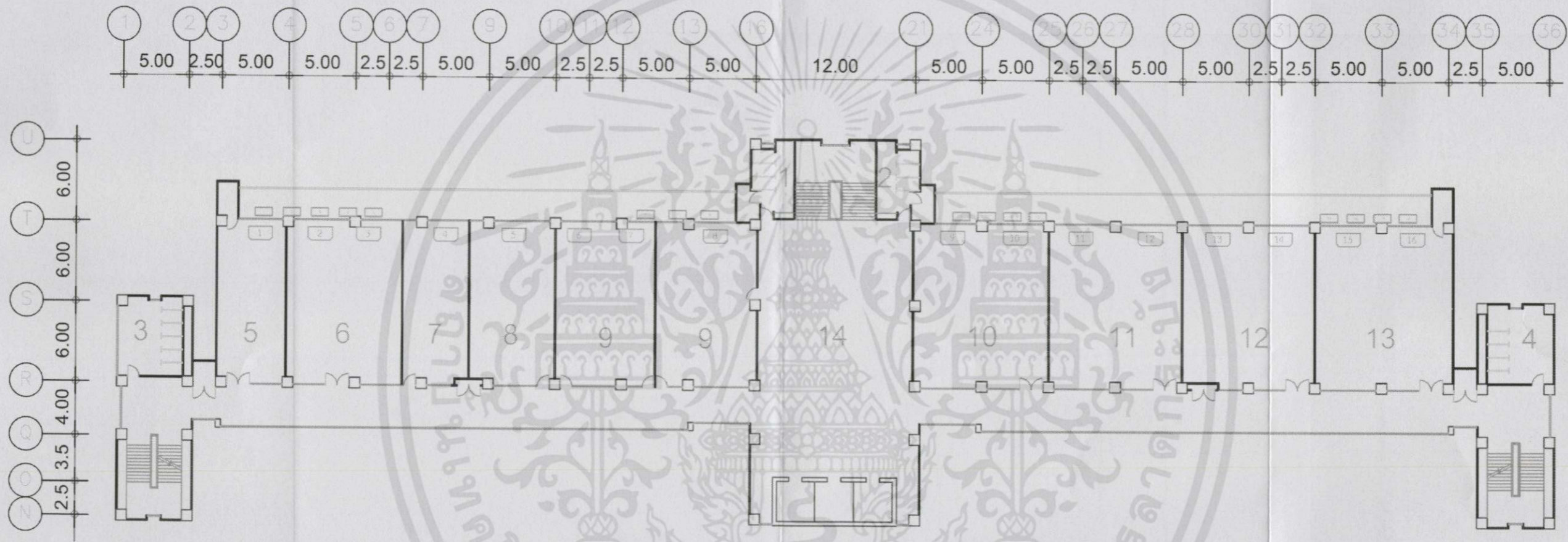
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 9

มาตราส่วน 1:1000

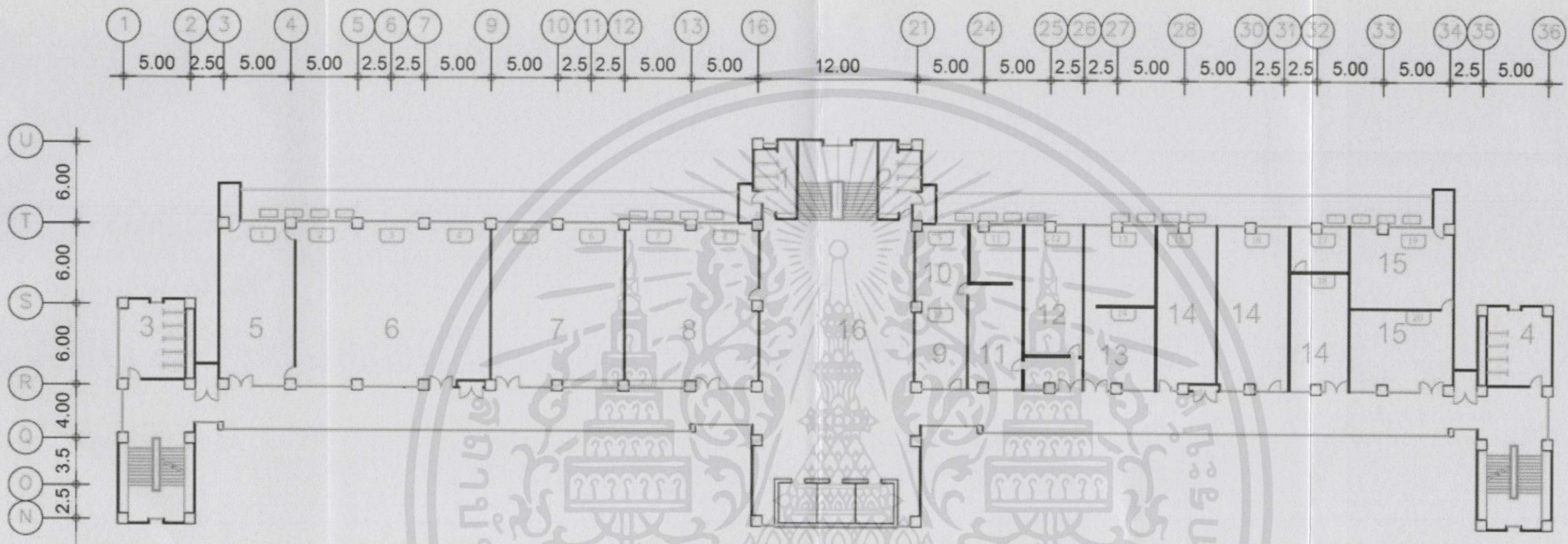
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 10

มาตราส่วน 1:1000

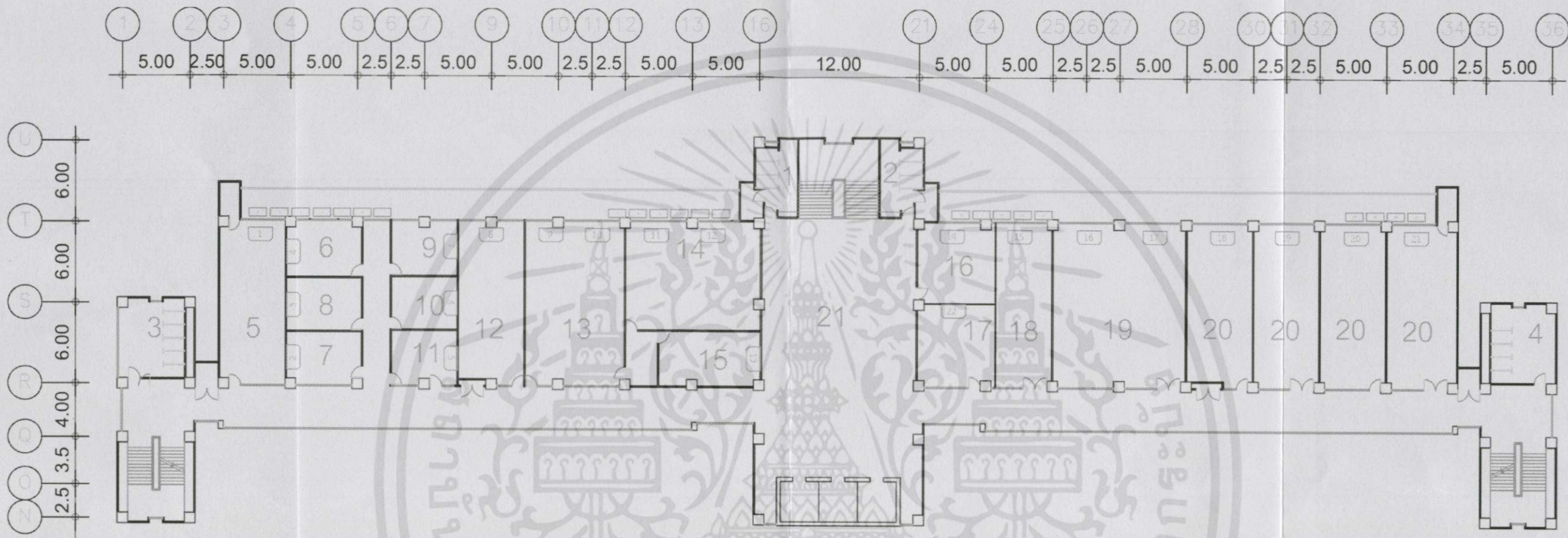
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 11

มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 12

มาตราส่วน 1:1000

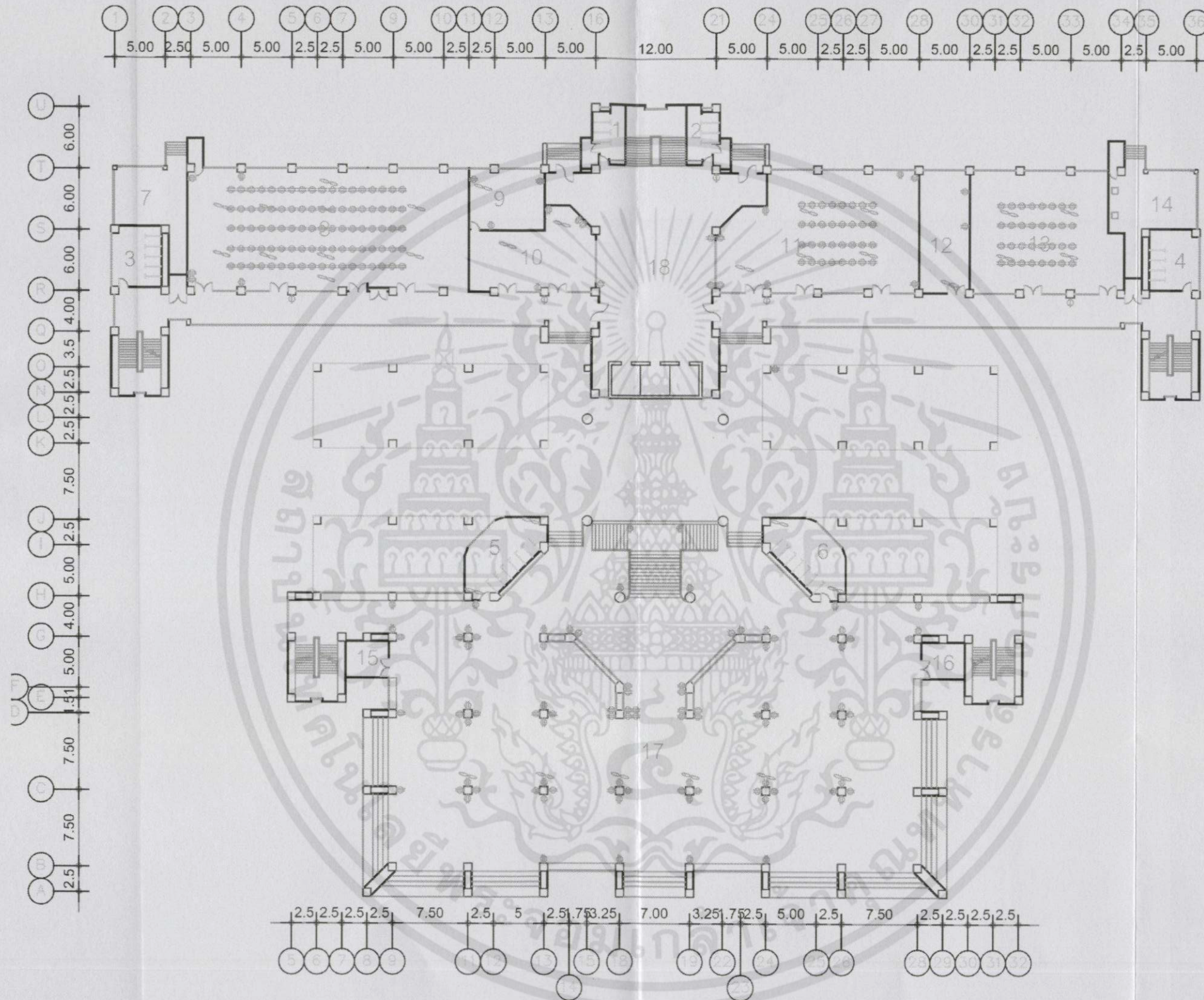
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

แปลระบบไฟฟ้าในส่วนของเต้ารับและพัดลมปัจจุบันของอาคาร 12 ชั้น

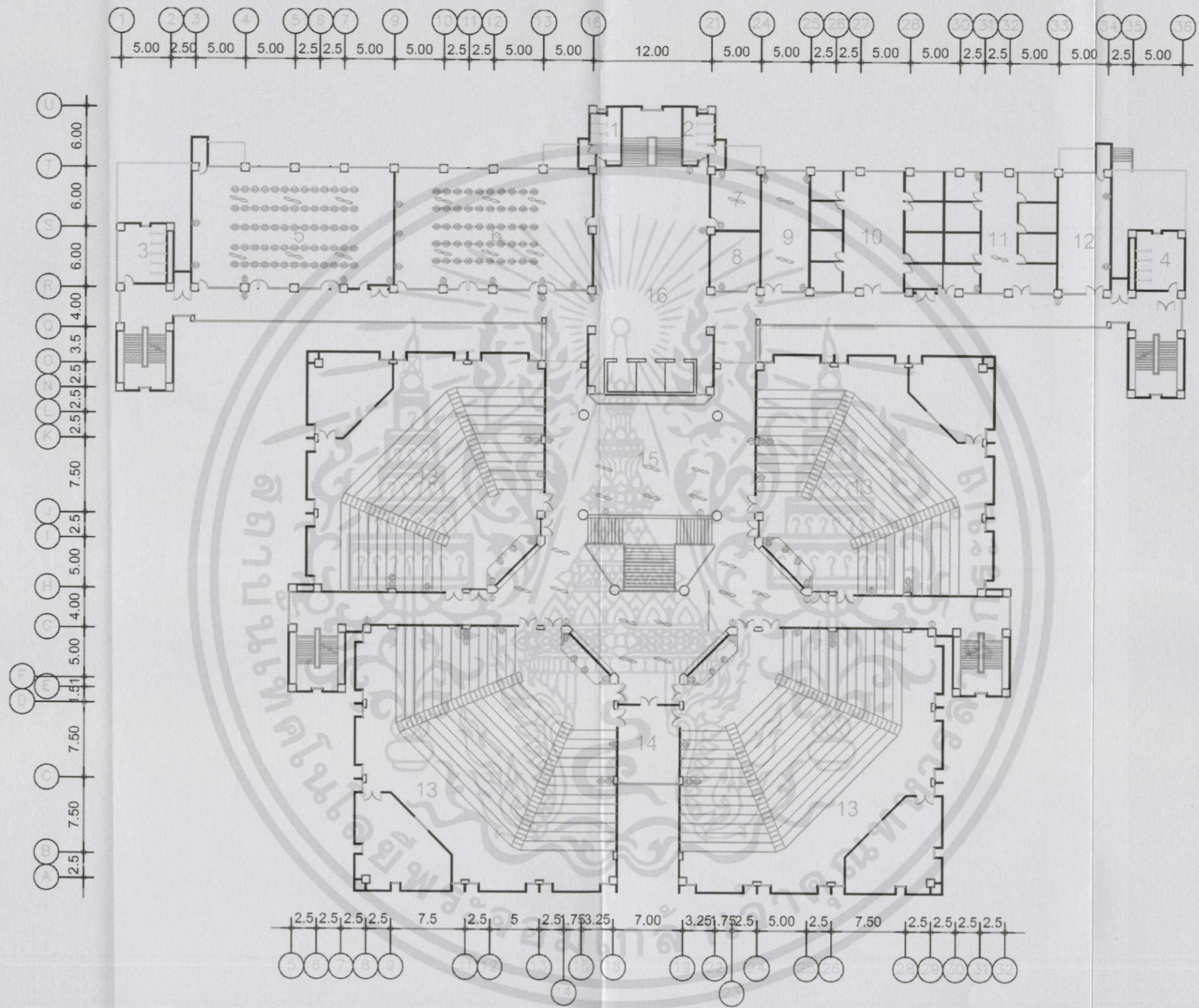
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



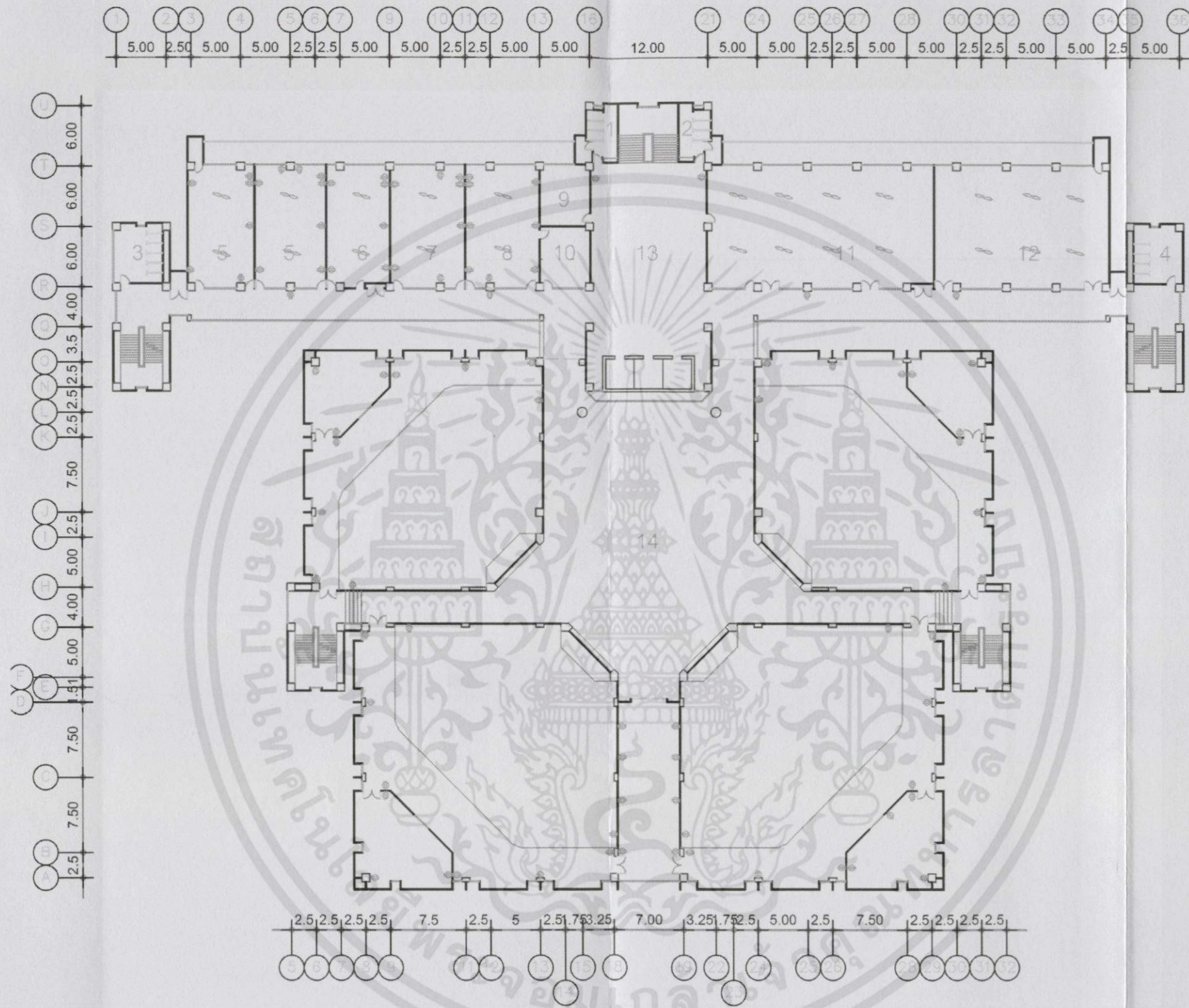
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครู ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการซีดีทุกสิ่งอื่น อื่นทั้งที่มีลิขสิทธิ์และไม่มีลิขสิทธิ์ของโครงการนี้

อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 1

มาตราส่วน 1:1000



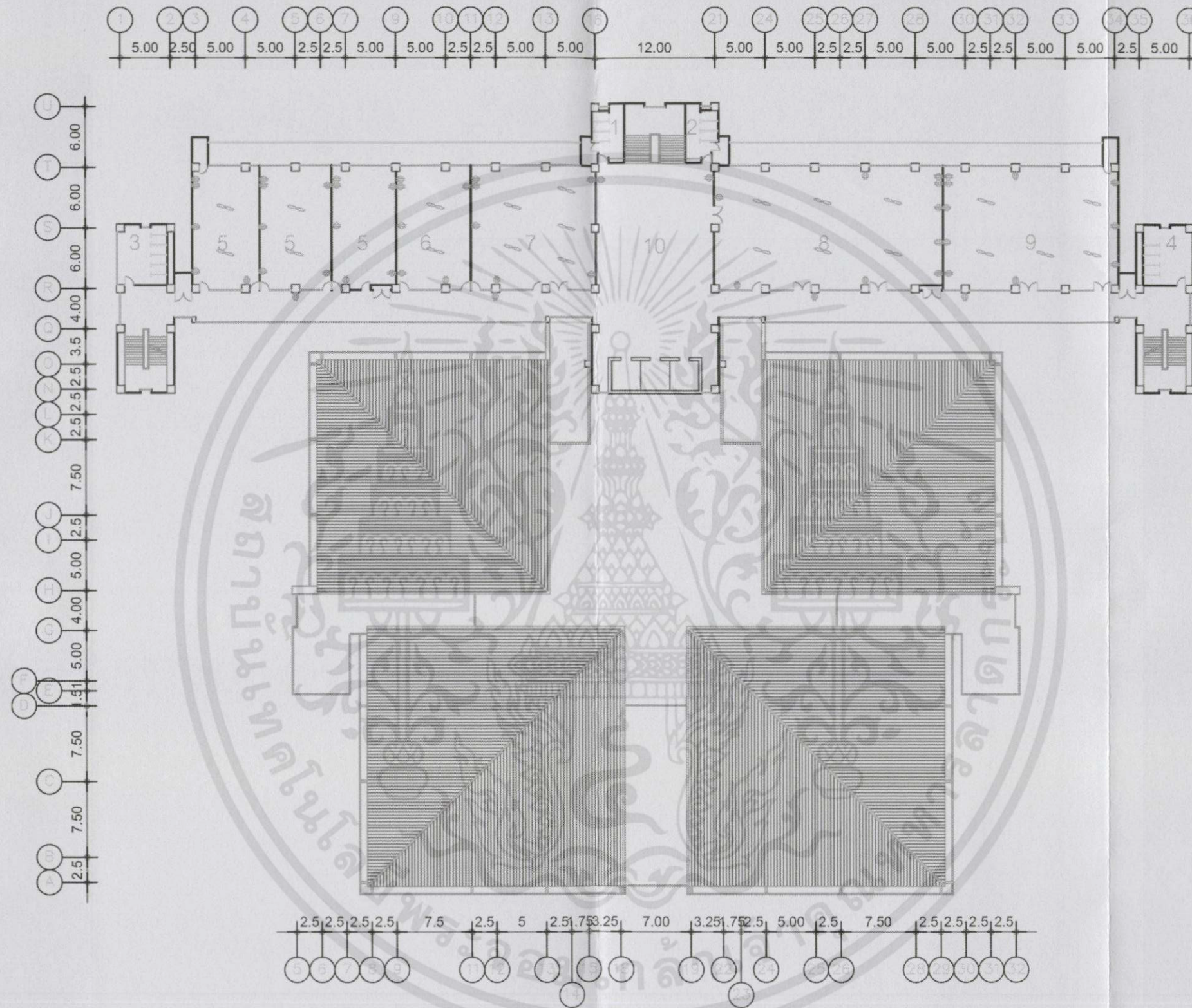
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครู ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 2
 มาตรฐาน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

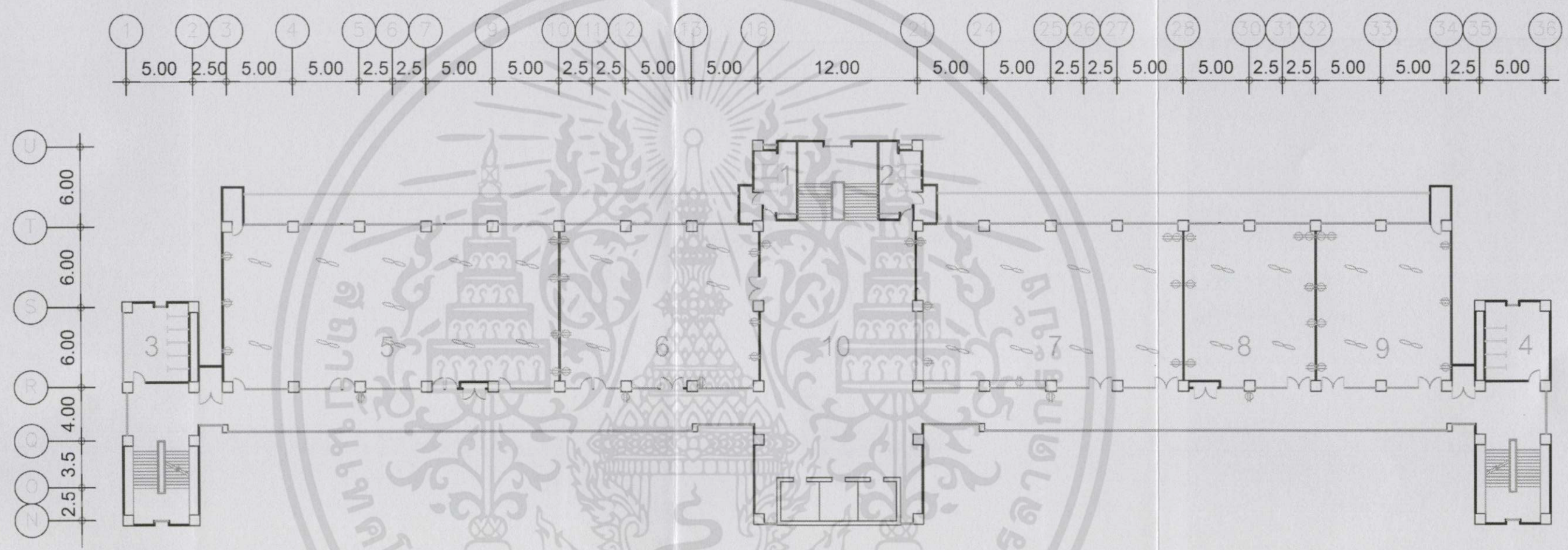
มาตราส่วน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 4

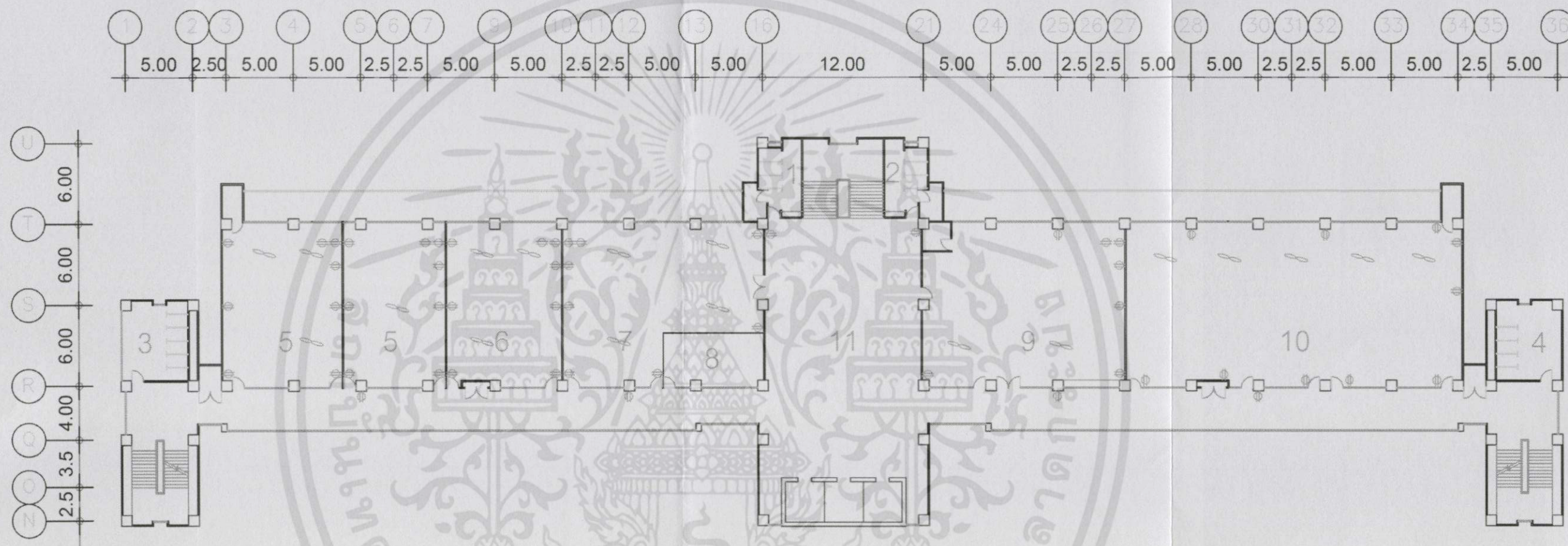
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราส่วน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 5
 มาตรฐาน 1:1000

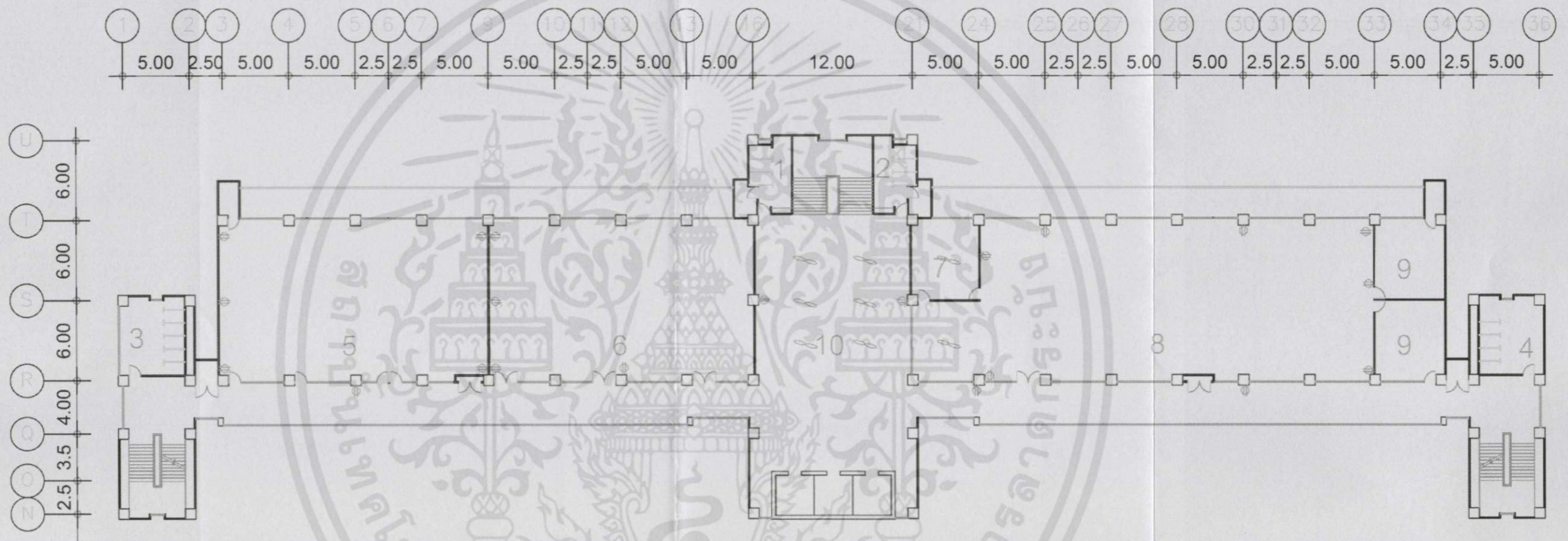
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรามคุณวุฒิวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 6

มาตราส่วน 1:1000

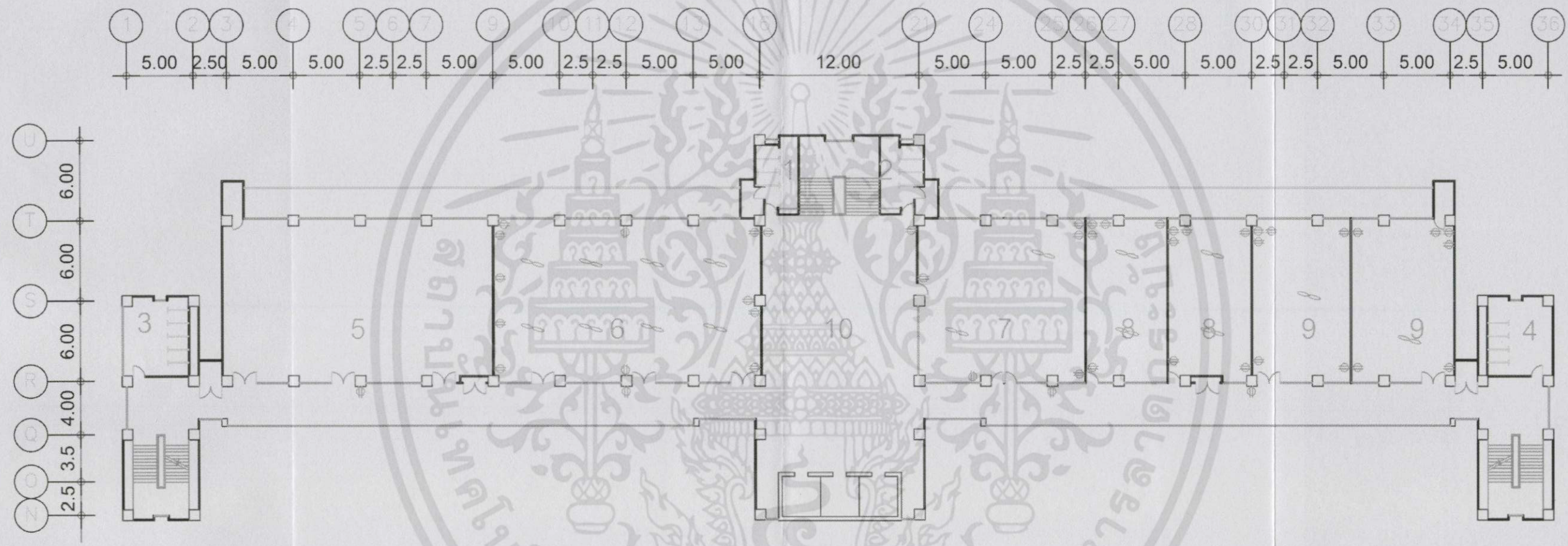
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 7

มาตราส่วน 1:1000

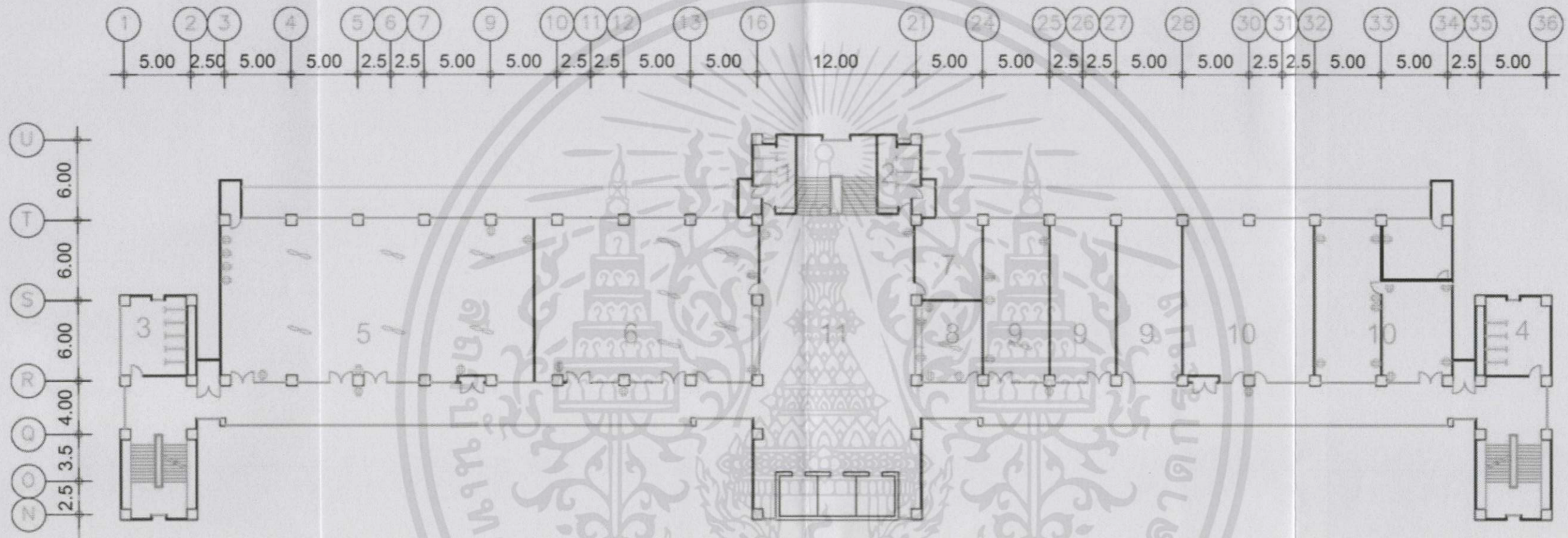
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 8

มาตราส่วน 1:1000

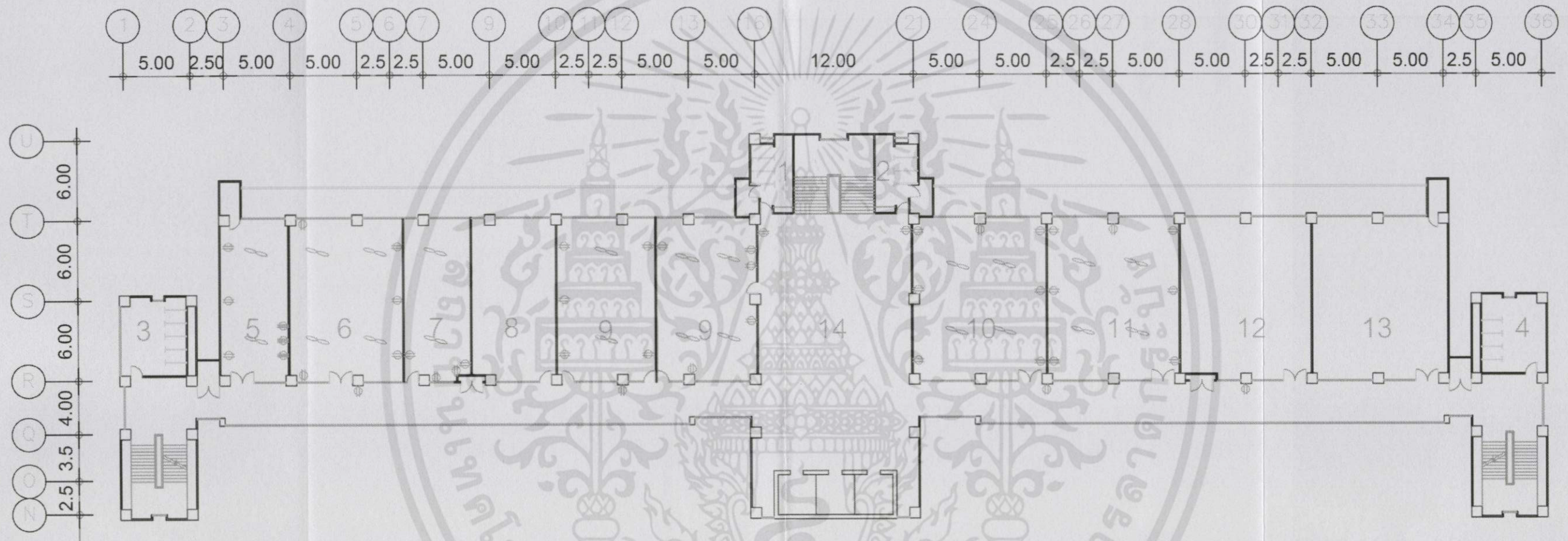
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 9

มาตราส่วน 1:1000

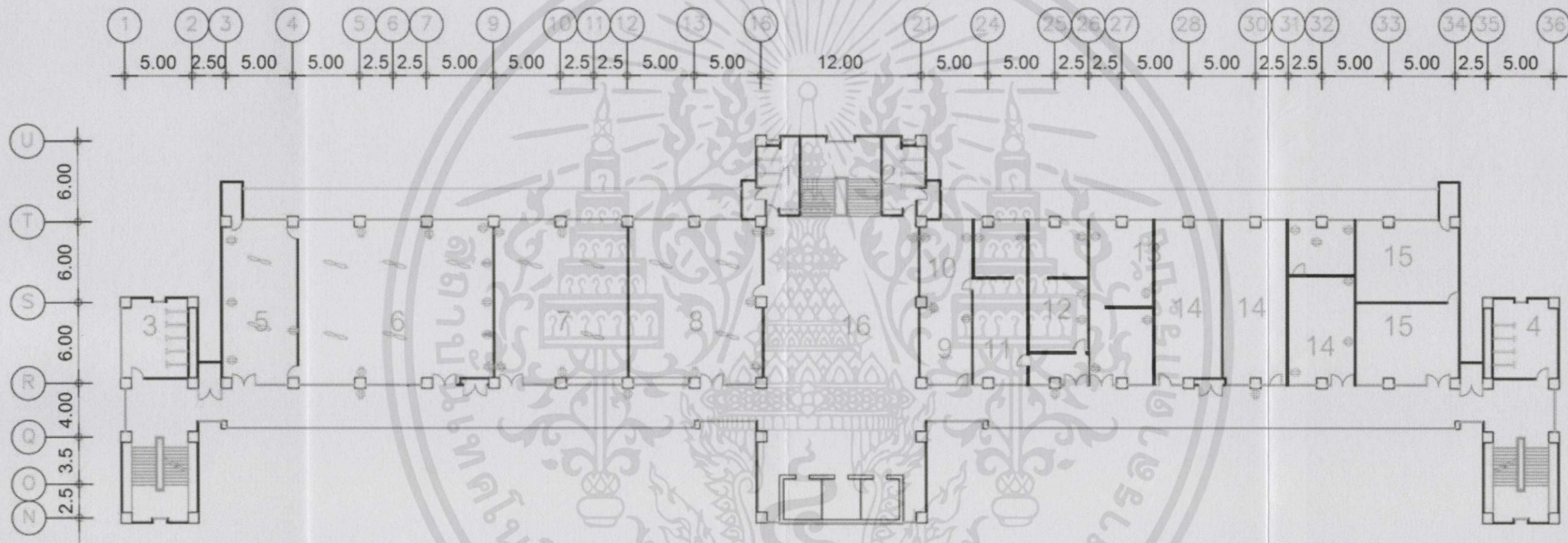
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 10

มาตราส่วน 1:1000

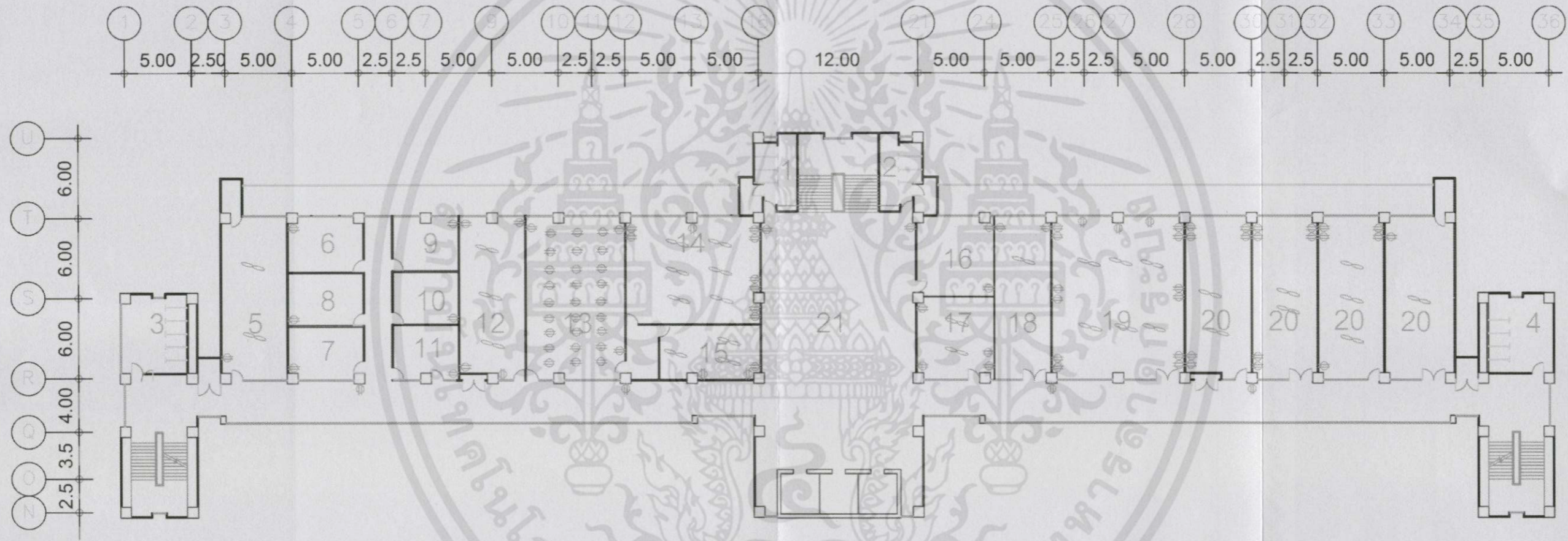
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 11

มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนร่วมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 12

มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
1	ร้านหนังสือ	74	10
	ห้องน้ำหญิงโถงหน้า	40	10
	ห้องน้ำชายโถงหน้า	40	10
	ห้องคอม1	330	143
	ห้องธุรการ	130	48
	ห้องเจ้าหน้าที่	20	2
	ห้องคอม2	220	96
	ห้องไฟฟ้า (MDB)	60	22
	ห้องคอม (ไม่ได้ใช้)	165	71
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
โถงหน้าลิฟต์	270	15	
2	ทางเดินหน้าสโลป	910	36
	ห้องคอม	240	104
	ห้องคอม	240	104
	ห้องพักอาจารย์1 (food)	120	46
	ห้องพักอาจารย์2 (food)	180	64
	ห้องพักอาจารย์3 (food)	120	57
	ห้องพักอาจารย์4 (food)	60	22
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับโถงหน้าลิฟต์เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น 270 หลอดได้ใช้ไป 15 หลอด
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
3	ห้องประชุมสโลป1 (ด้านบน)	200	83
	ห้องประชุมสโลป2 (ด้านบน)	300	93
	ห้องประชุมสโลป3 (ด้านบน)	300	93
	ห้องประชุมสโลป4 (ด้านบน)	200	83
	E12-301	84	33
	E12-302	84	33
	E12-303	72	30
	E12-304	90	36
	E12-305	90	24
	LAB1 (food)	270	99
	LAB2 (food)	210	77
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
ทางเดิน	340	14	
โถงหน้าลิฟต์	270	15	
4	E12-401	84	33
	E12-402	84	33
	E12-403	72	30
	E12-404	90	30
	E12-405	150	55
	E12-409	270	99
	E12-410	210	77
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางต้นสังกัด

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
5	E12-501	300	110
	E12-502	180	66
	E12-503	240	88
	E12-504	120	44
	E12-505	120	44
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15
6	E12-601	102	39
	E12-602	96	36
	E12-603	102	39
	E12-604	150	66
	E12-605	180	64
	E12-606	300	110
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
โถงหน้าลิฟต์	270	15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
7	E12-701	240	85
	E12-702	240	85
	E12-703	420	149
	ห้องพักเจ้าหน้าที่	60	24
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15
8	E12-801	240	85
	E12-802	240	85
	E12-805	150	55
	E12-806	78	30
	E12-807	72	30
	E12-808	90	35
	E12-809	90	35
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
9	E12-901	270	100
	E12-902	210	75
	ห้องประชุม (IT)	30	12
	ห้องปฏิบัติการ 1 (IT)	30	12
	ห้องปฏิบัติการ 2 (IT)	60	24
	ห้องปฏิบัติการ 3 (IT)	60	24
	ห้องปฏิบัติการ 4 (IT)	60	24
	ห้องปฏิบัติการ 5 (IT)	60	24
	ห้องปฏิบัติการ 6 (IT)	60	24
	ห้องปฏิบัติการ 7 (IT)	120	50
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15
10	E12-1001	60	22
	E12-1002	108	60
	E12-1003	60	25
	E12-1004	90	33
	E12-1005	90	33
	ห้องปฏิบัติการ 1 (IT)	120	40
	ห้องปฏิบัติการ 2 (IT)	120	40
	ห้องปฏิบัติการ 3 (IT)	120	40
	ห้องปฏิบัติการ 4 (IT)	120	40
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
โถงหน้าลิฟต์	270	15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
11	E12-1101	60	26
	E12-1102	180	72
	E12-1103	120	48
	E12-1104	120	48
	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	30	10
	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	120	54
	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	60	24
	E12-1107 ปฏิบัติการ (IT)	60	24
	E12-1108 ปฏิบัติการ (IT)	60	24
	E12-1109 ปฏิบัติการ (IT)	60	24
	E12-1110 ปฏิบัติการ (IT)	90	36
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
โถงหน้าลิฟต์	270	15	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ LED T8-18Watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวนหลอด
12	ห้องเก็บของ	60	20
	ห้องพักอาจารย์1 (IT)	20	8
	ห้องพักอาจารย์2 (IT)	20	8
	ห้องพักอาจารย์3 (IT)	20	8
	ห้องพักอาจารย์4 (IT)	20	8
	ห้องพักอาจารย์5 (IT)	20	8
	ห้องพักอาจารย์6 (IT)	20	8
	ห้องประชุมภาค (IT)	60	22
	ห้องบริการคอมพิวเตอร์ (IT)	90	42
	ห้องเจ้าหน้าที่ (IT)	30	12
	ห้องนักวิชาการคอมพิวเตอร์	80	36
	ห้องสาธารณะ (IT)	45	18
	ห้องธุรการภาค (IT)	45	18
	ห้องถ่ายเอกสาร (IT)	30	10
	ห้องพักอาจารย์7 (IT)	60	20
	ห้องพักอาจารย์8 (IT)	60	20
	ห้องส่งโทรทัศน์	120	44
	ชุมนุมวิทยุสมัครเล่น	60	20
	ห้องเก็บของ	60	20
	ห้องน้ำหญิงกลาง	20	3
	ห้องน้ำชายกลาง	20	3
	ห้องน้ำหญิงริม	30	6
	ห้องน้ำชายริม	30	6
	ทางเดิน	340	14
	โถงหน้าลิฟต์	270	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โคมโวล์เบย์ LED 110watt			
ชั้น	พื้นที่	ขนาดพื้นที่	จำนวน หลอด
1	โถงทางเดินหน้า	1480	20
	ที่จอดรถใต้อาคาร	550	30
3	ห้องประชุมสโลป1	580	15
	ห้องประชุมสโลป2	620	18
	ห้องประชุมสโลป3	620	18
	ห้องประชุมสโลป4	580	15



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น	ห้อง	ขนาดพื้นที่	ตัวแปรความเย็น	BTU ที่เหมาะสม	จำนวน AIR	BTU ต่อตัว	หมายเหตุ
1	ร้านหนังสือ	74	800	59200	3	20000	
	ห้องคอม 1	330	800	264000	7	40000	
	ห้องธุรการ	85	700	59500	2	30000	
	ห้องคอม 2	220	700	154000	4	40000	
	ห้อง MDB	60	600	36000	2	20000	
	ห้องคอม(ที่ไม่เปิดใช้)	165	700	115500	4	30000	
2	คอม 1	240	800	192000	5	40000	
	คอม 2	240	800	192000	5	40000	
	พักอาจารย์food1	120	700	84000	3	30000	
	พักอาจารย์food2	180	700	126000	8	12000	
					1	30000	
	พักอาจารย์food3	120	700	84000	7	12000	
พักอาจารย์food4	60	700	42000	2	20000		
3	E12-301	84	700	58800	2	30000	
	E12-302	84	700	58800	2	30000	
	E12-303	72	700	50400	2	25000	
	E12-304	90	700	63000	3	30000	
	E12-305	90	700	63000	3	30000	
	labfood1	270	800	216000	1	40000	
					6	30000	
	labfood2	210	800	168000	6	30000	
	SLOPE 1	580	800	464000	8	60000	
	SLOPE 2	620	800	496000	8	60000	
	SLOPE 3	620	800	496000	8	60000	
	SLOPE 4	580	800	464000	8	60000	
4	E12-401	84	700	58800	2	30000	
	E12-402	84	700	58800	2	30000	
	E12-403	72	700	50400	2	25000	
	E12-404	90	700	63000	2	30000	
	E12-405	150	700	105000	4	30000	
	E12-409	270	700	189000	4	30000	
					4	20000	
	E12-410	210	700	147000	5	30000	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้น	ห้อง	ขนาดพื้นที่	ตัวแปรความเย็น	BTU ที่เหมาะสม	จำนวน AIR	BTU ต่อตัว	หมายเหตุ
5	E12-501	300	800	240000	5	40000	
					2	25000	
	E12-502	180	700	126000	3	40000	
	E12-503	240	700	168000	4	40000	
	E12-504	120	700	84000	3	30000	
	E12-505	120	700	84000	3	30000	
6	E12-601	102	700	71400	3	30000	
	E12-602	96	700	67200	3	25000	
	E12-603	102	700	71400	3	30000	
	E12-604	150	700	105000	3	30000	
					1	20000	
	E12-605	180	700	126000	4	30000	
	E12-606	300	800	240000	4	40000	
				3	30000		
7	E12-701	240	800	192000	5	40000	
	E12-702	240	800	192000	5	40000	
	E12-703	420	800	336000	6	40000	
					4	30000	
	ห้องพักเจ้าหน้าที่	60	700	42000	2	20000	
8	E12-801	240	800	192000	5	40000	
	E12-802	240	800	192000	5	40000	
	E12-805	150	700	105000	3	40000	
	E12-806	78	700	54600	2	30000	
	E12-807	72	700	50400	2	30000	
	E12-808	90	700	63000	2	30000	
	E12-809	90	700	63000	2	30000	
9	E12-901	270	800	216000	4	40000	
					2	30000	
	E12-902	210	800	168000	4	40000	
	meeting IT	30	800	24000	2	12000	
	labIT1	30	800	24000	2	12000	
	labIT2	60	800	48000	2	25000	
	labIT3	60	800	48000	2	25000	
	labIT4	60	800	48000	2	25000	
	labIT5	60	800	48000	2	25000	
	labIT6	60	800	48000	2	25000	
labIT7	120	800	96000	4	30000		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

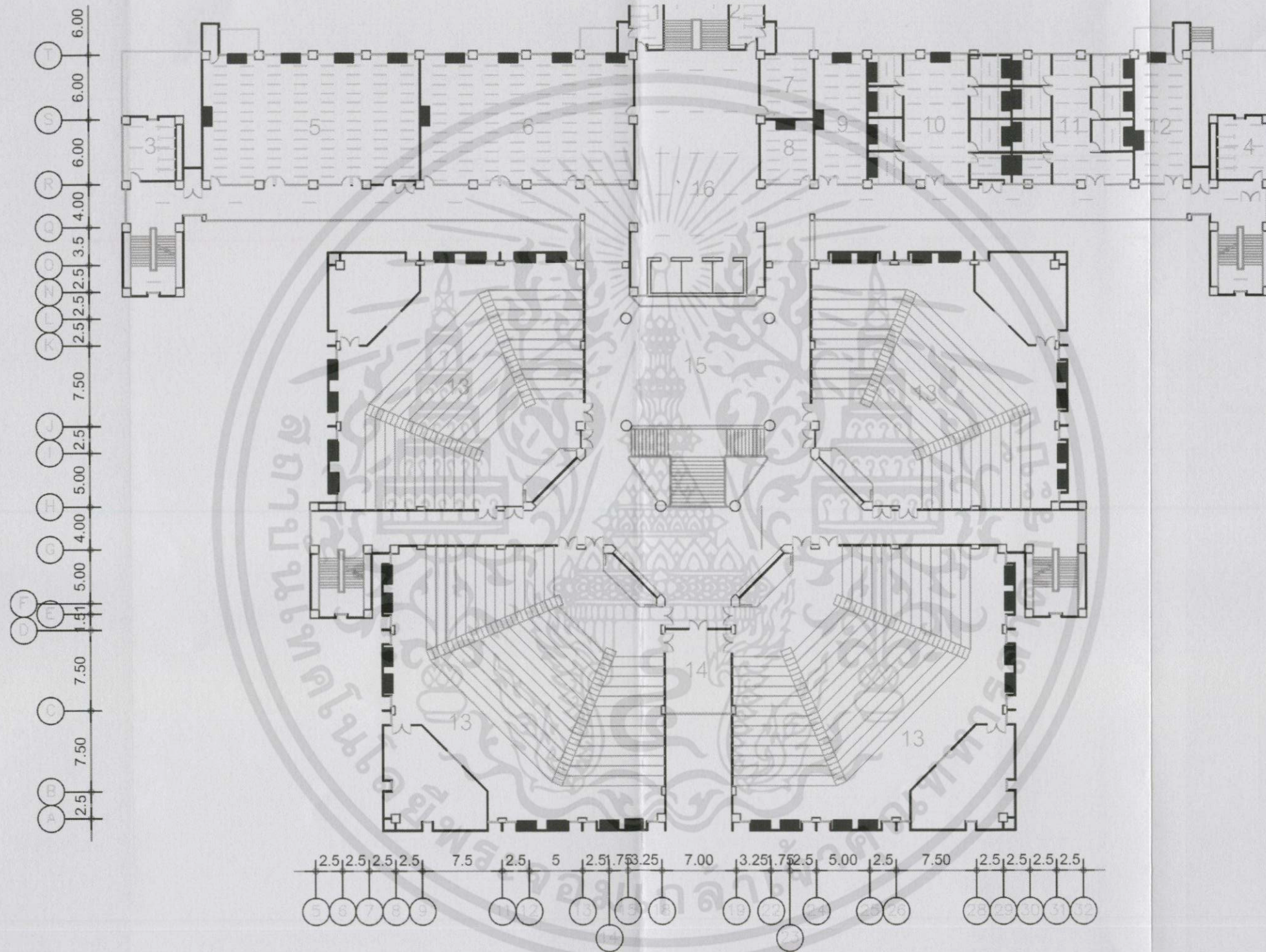
ชั้น	ห้อง	ขนาดพื้นที่	ตัวแปรความชื้น	BTU ที่เหมาะสม	จำนวน AIR	BTU ต่อตัว	หมายเหตุ
10	E12-1001	60	800	48000	2	25000	
	E12-1002	180	700	126000	3	40000	
	E12-1003	60	800	48000	2	30000	
	E12-1004	90	700	63000	2	30000	
	E12-1005	90	700	63000	2	30000	
	labIT1	120	700	84000	3	30000	
	labIT2	120	700	84000	3	30000	
	labIT3	120	700	84000	3	30000	
11	labIT4	120	700	84000	3	30000	
	E12-1101	60	800	48000	2	25000	
	E12-1102	180	800	144000	4	40000	
	E12-1103	120	800	96000	3	40000	
	E12-1104	120	800	96000	3	40000	
	พักอาจารย์IT1	30	700	21000	2	12000	
	พักอาจารย์IT2	120	700	84000	3	30000	
	พักอาจารย์IT3	60	700	42000	2	25000	
	E12-1107	60	800	48000	2	25000	
	E12-1108	60	800	48000	2	25000	
12	E12-1109	60	800	48000	2	25000	
	E12-1110	90	800	72000	3	25000	
	เก็บของ	60	700	42000	1	30000	
	พักอาจารย์IT1	20	700	14000	1	12000	
	พักอาจารย์IT2	20	700	14000	1	12000	
	พักอาจารย์IT3	20	700	14000	1	12000	
	พักอาจารย์IT4	20	700	14000	1	12000	
	พักอาจารย์IT5	20	700	14000	1	12000	
	พักอาจารย์IT6	20	700	14000	1	12000	
	ประชุม	60	700	42000	2	25000	
	คอม	90	800	72000	3	25000	
	เจ้าหน้าที่	30	700	21000	2	12000	
	วิชาการ	80	800	64000	3	25000	
	สาธารณะ	45	700	31500	1	30000	
	ธุรการ	45	700	31500	1	30000	
	เอกสาร	30	700	21000	2	12000	
	พักอาจารย์IT7	60	700	42000	2	20000	
พักอาจารย์IT8	60	700	42000	2	20000		
ส่งโทรทัศน์	120	800	96000	4	25000		
ชุมนุมวิทยุ	60	800	48000	2	25000		
เก็บของ	60	700	42000	2	20000		

เอกสารนี้เป็นเอกสารทูลงงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

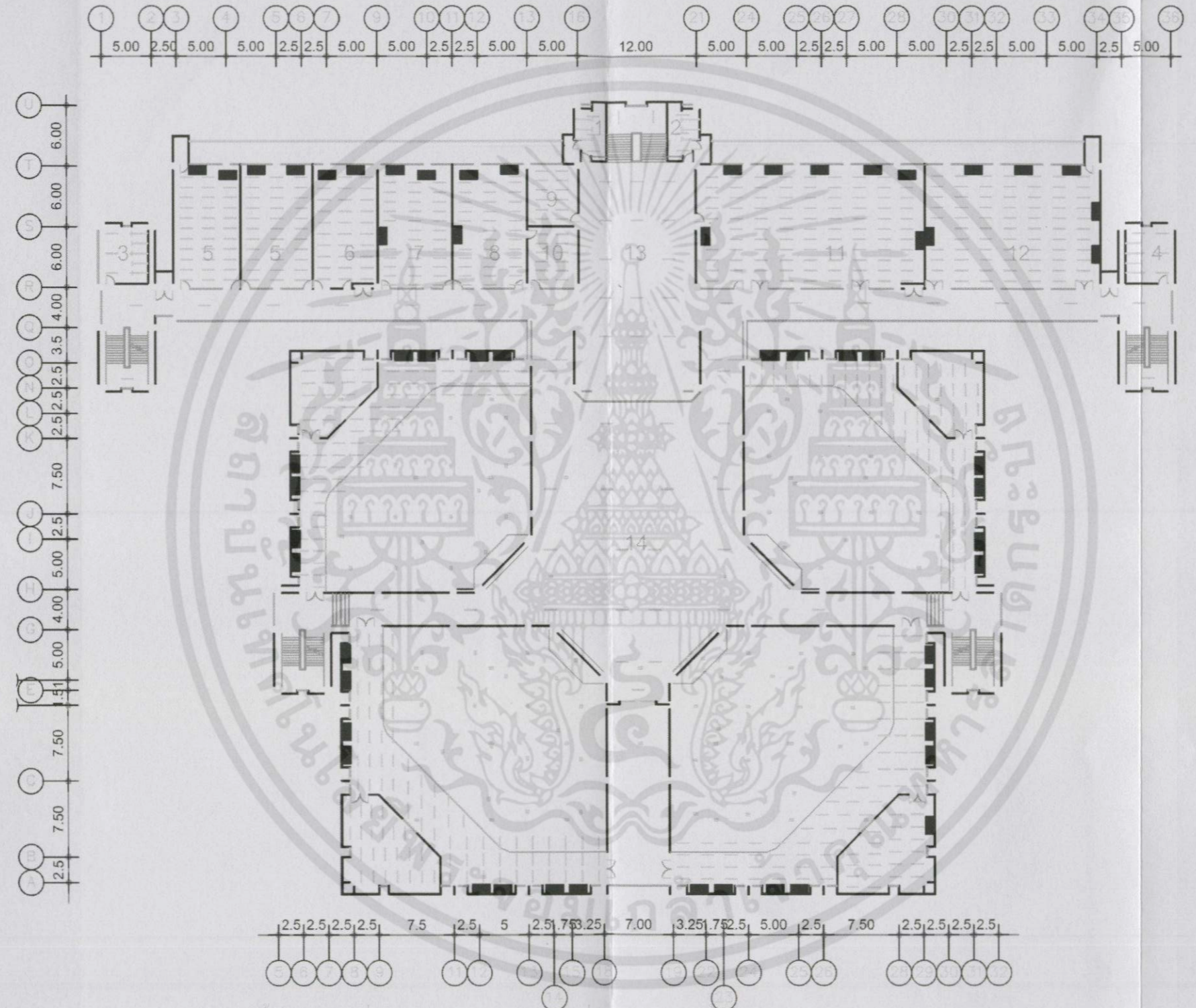


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่โครงการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ส่งไปต่อหรือเผยแพร่
 วิทยาลัยการศึกษานานาชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (EN-01,02) ชั้นที่ 2
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

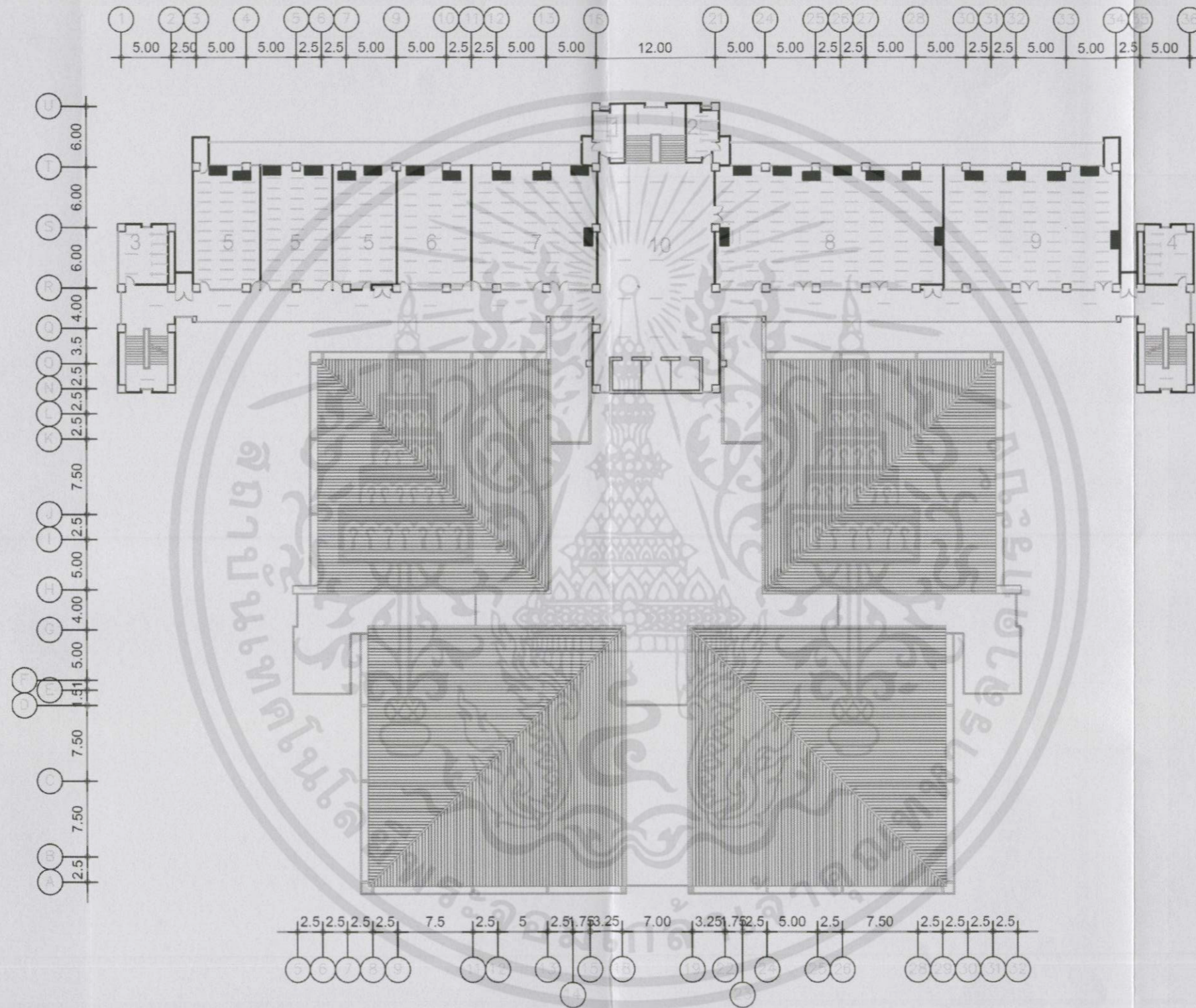
มาตราส่วน 1:1000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงแก้ไข หรือทำซ้ำโดยไม่ขออนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

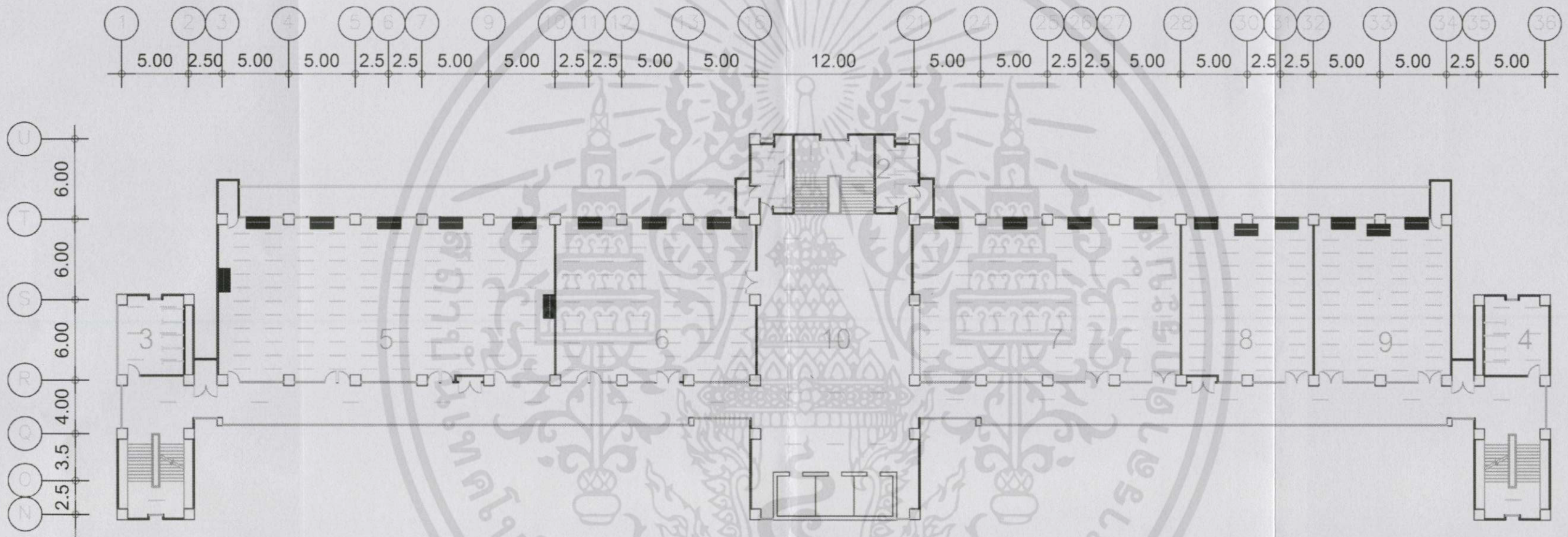
อาคารเรียนรวมคณะศึกษาศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 3

มาตราส่วน 1:1000



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านกรรมสิทธิ์
 อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 4
 ไม่ว่าจะพิมพ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

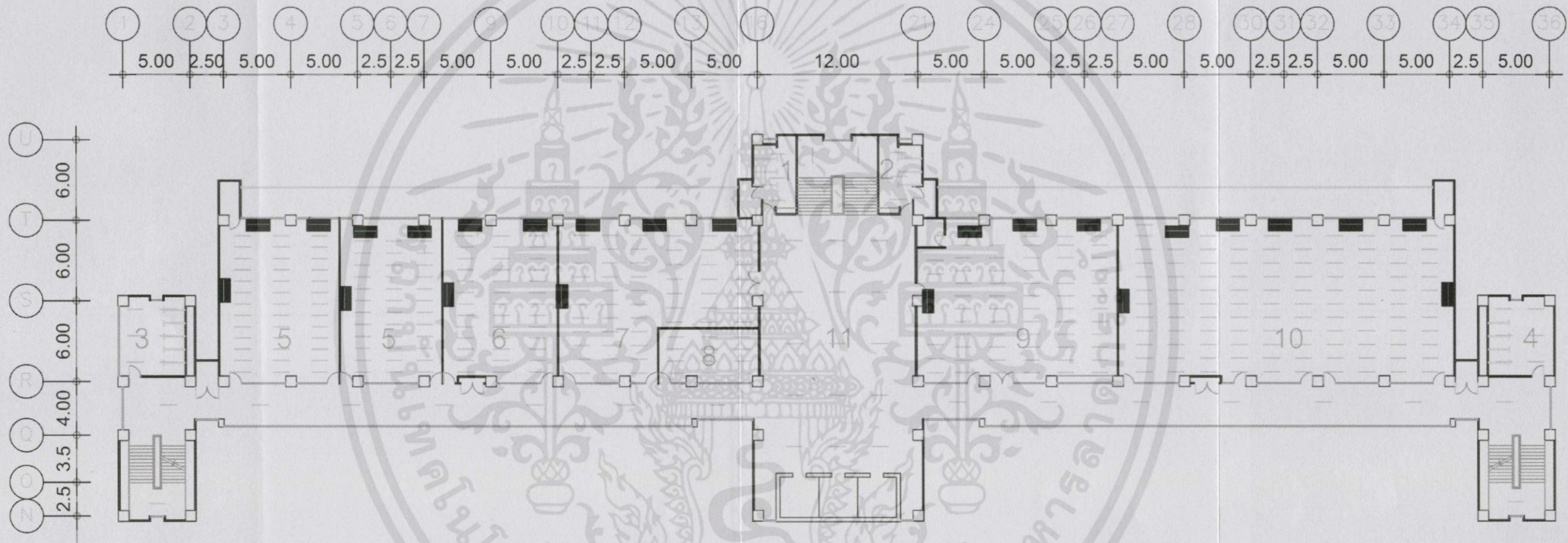
มาตราส่วน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 5

มาตราส่วน 1:1000

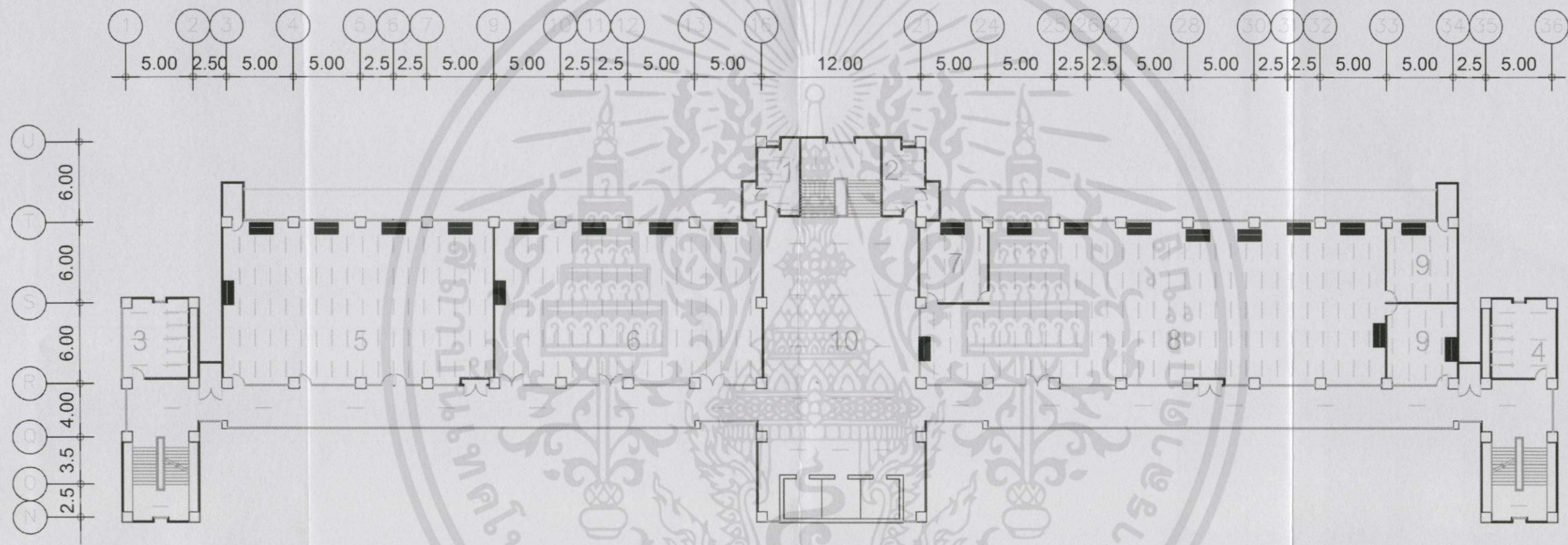
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 6

มาตราส่วน 1:1000

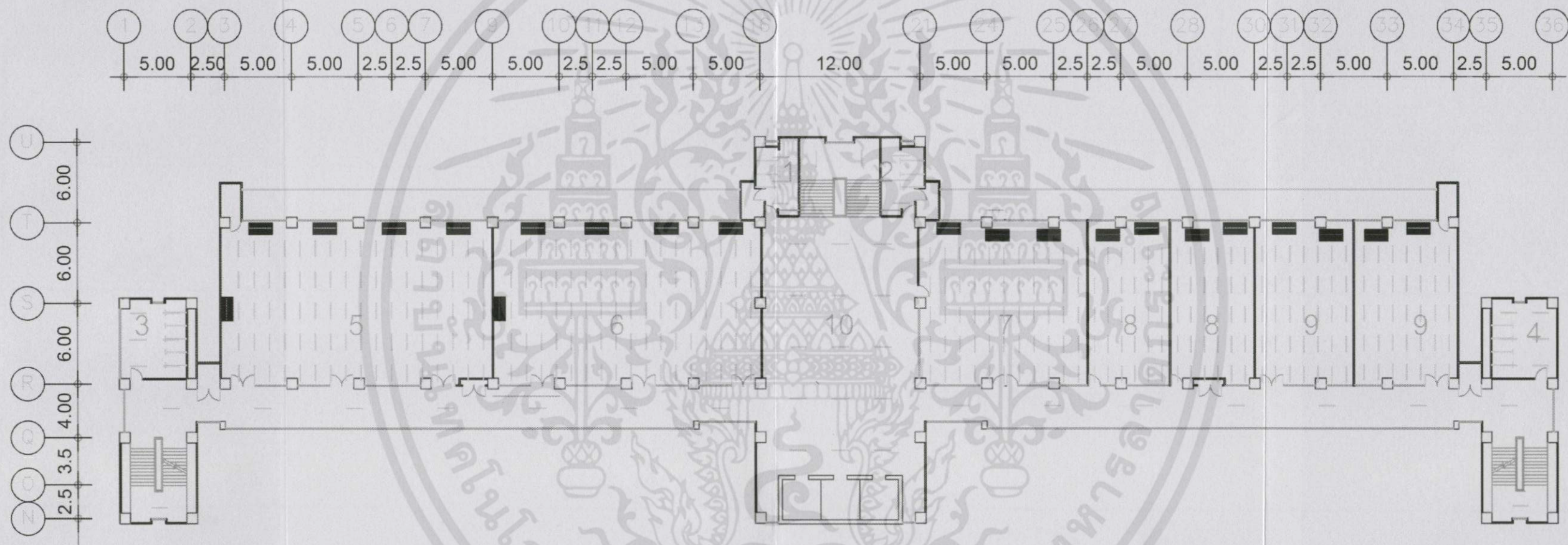
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 7

มาตราส่วน 1:1000

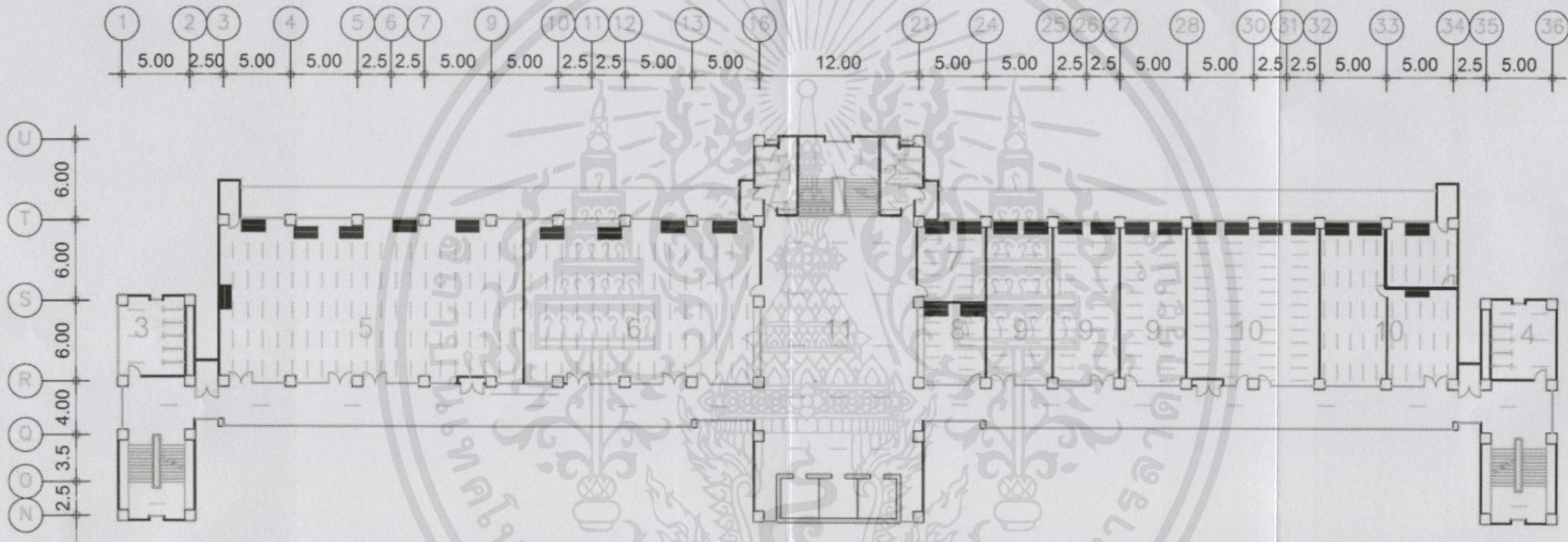
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนร่วมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 8

มาตราส่วน 1:1000

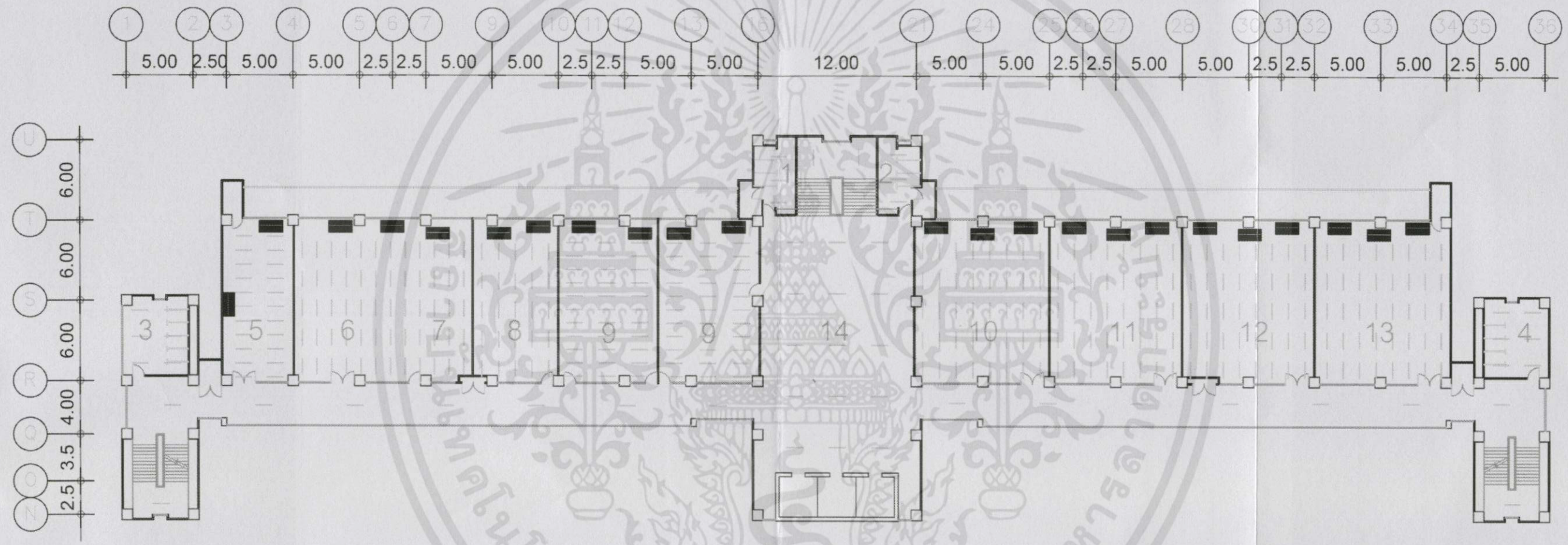
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 9

มาตราส่วน 1:1000

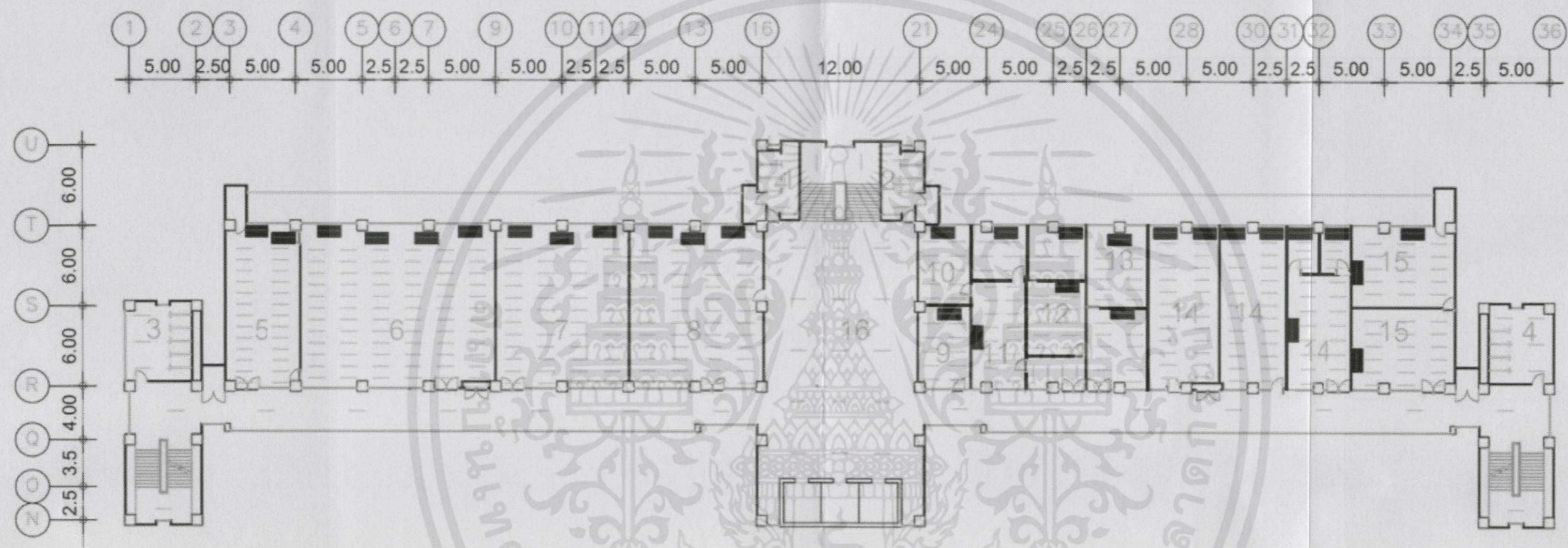
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 10

มาตราส่วน 1:1000

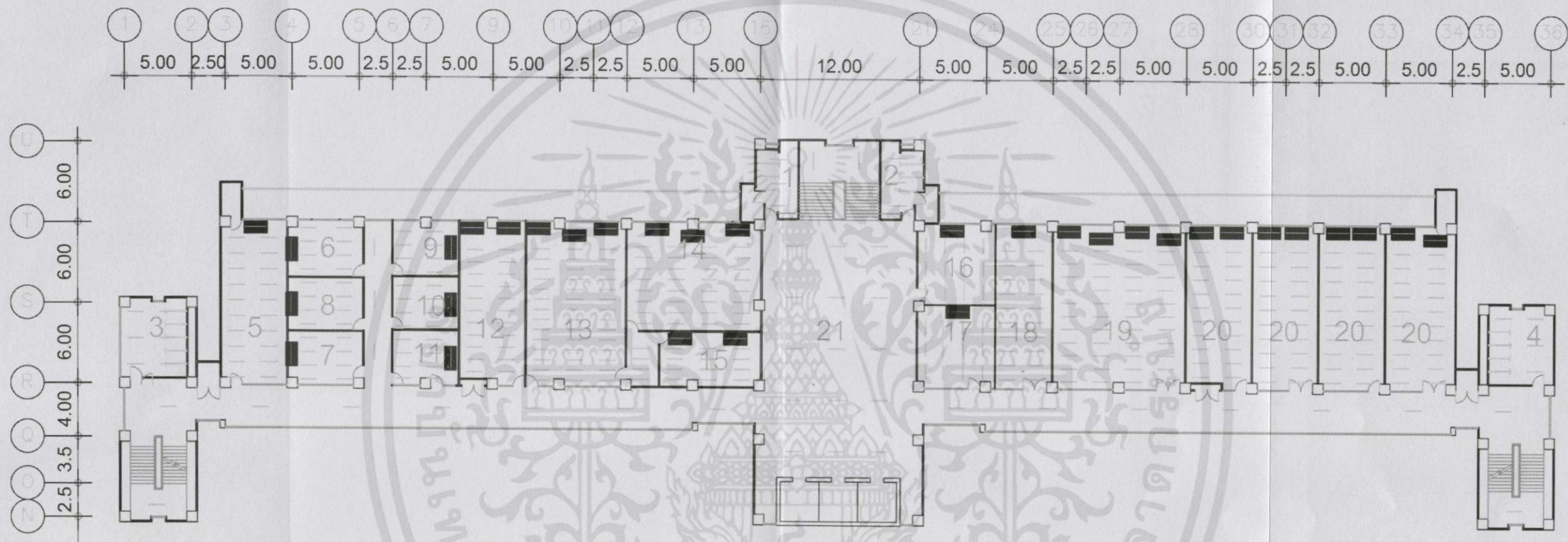
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตราส่วน 1:1000



อาคารเรียนรวมคณะวิศวกรรมศาสตร์(EN-01,02) ชั้นที่ 12

มาตราส่วน 1:1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1-1									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type,IC>=10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 rd FLOOR (SLOPE 1)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1660			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1650		1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
11	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
13		2500							
15	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17				2500					
19		2500							
21	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23				2500					
25		2500							
27	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29				2500					
31		2500							
33	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
35				2500					
2		2500							
4	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6				2500					
8		2500							
10	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12				2500					
14		2500							
16	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18				2500					
20		2500							
22	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
24				2500					
26	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
28	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
30	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	25600	26650	27340	Main CB		Feeder :	
Connected Load			79590			3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		20600	21650	22340	IC	25	kA	Race Way : 3" IMC	
			64590			at	400	V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1-2									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 rd FLOOR (SLOPE 2)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1860			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1980		1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
11	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
13		2500							
15	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17				2500					
19		2500							
21	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23				2500					
25		2500							
27	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29				2500					
31		2500							
33	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
35				2500					
2		2500							
4	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6				2500					
8		2500							
10	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12				2500					
14		2500							
16	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18				2500					
20		2500							
22	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
24				2500					
26	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
28	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
30	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	25800	26980	27340	Main CB			Feeder :
Connected Load			80120			3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			20800	21980	22340	IC	25	kA	Race Way : 3" IMC
			65120			at	400	V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1-3									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 rd FLOOR (SLOPE 3)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1860			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1980		1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1620			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
11	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
13		2500							
15	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17				2500					
19		2500							
21	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23				2500					
25		2500							
27	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29				2500					
31		2500							
33	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
35				2500					
2		2500							
4	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6				2500					
8		2500							
10	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12				2500					
14		2500							
16	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18				2500					
20		2500							
22	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
24				2500					
26	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
28	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
30	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	25980	26980	27340	Main CB			Feeder :
Connected Load			80300			3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			20980	21980	22340	IC	25	kA	Race Way : 3" IMC
			65300			at	400	V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในการเชิงวิชาการที่เผยแพร่แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการคัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1-4									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3rd FLOOR (SLOPE 4)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1660			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1650		1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
11	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
13		2500							
15	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17				2500					
19		2500							
21	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23				2500					
25		2500							
27	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29				2500					
31		2500							
33	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
35				2500					
2		2500							
4	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6				2500					
8		2500							
10	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12				2500					
14		2500							
16	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18				2500					
20		2500							
22	AIR CONDITIONER		2500		3	20	63	4x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
24				2500					
26	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
28	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
30	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	25600	26650	27340	Main CB			Feeder :
Connected Load			79590			3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			20600	21650	22340	IC	25	kA	Race Way : 3" IMC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในอาคารเท่านั้น ไม่สามารถนำออกไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1A									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 1 st FLOOR (SLOPE) - 1					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	2200			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		3300		1	25	63	2x6 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			600	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2880			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2160		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			2880	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	RECEPTACLE	2880			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	RECEPTACLE		2880		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17	RECEPTACLE			2880	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	FAN	600			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
21	FAN		400		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	SPARE			2500	1	20	63	-	
25	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2		25600							
4	LPS1-1 (Slope 1)		26650		3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01, 3" IMC	
6				27340					
8		25600							
10	LPS1-4 (Slope 4)		26650		3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01, 3" IMC	
12				27340					
14	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
16	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
18	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	64760	67040	68540	Main CB		Feeder :	
Connected Load		200340			3	400	400	2(4x95), G-25 mm ² . IEC01	
Demand Load		51335	53090	54245	IC	36	kA	Race Way : 3 1/2" IMC	
		155390			at	400	V		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LPS1B									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, I _C >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 18 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 1 st FLOOR (SLOPE) - 2					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	720			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	RECEPTACLE		2880		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC01, 1/2" EMT	
5	FAN			1600	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7		25800							
9	LPS1-2 (Slope 2)		26980		3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01, 3" IMC	
11				27340					
13		25980							
15	LPS1-3 (Slope 3)		26980		3	200	250	4x150, G-16 mm ² . IEC01, 3" IMC	
17				27340					
2	SPARE	2500	-	-	1	20	63	-	
4	SPARE	-	2500	-	1	20	63	-	
6	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
8	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
10	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
12	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
14	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
16	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
18	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	55000	59340	58780	Main CB		Feeder :	
Connected Load				173120		3	400	400	2(4x95), G-25 mm ² . IEC01
Demand Load			42055	48730	45110	IC	36	KA	Race Way : 3 1/2" IMC
				135895		at	400	V	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP1L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/ _ With Breaker			_ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/ _ Wall Mounted			_ Flush Mounted	
Capacity : 42 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 1 st FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1360	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	5940			1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
9	RECEPTACLE		5940		1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	RECEPTACLE			5940	1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
13	RECEPTACLE	5940			1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	RECEPTACLE		5940		1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	RECEPTACLE			5940	1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	FAN	1400			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
25		1667							
27	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31		1667							
33	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
37		1667							
39	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
41				1667					
2		1667							
4	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8		1667							
10	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14		1667							
16	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20		1667							
22	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
28	SPARE		2500		1	20	63	-	
30	SPARE			2500	1	20	63	-	
32	SPARE	2500			1	20	63	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
38	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
40	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
42	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	32679	31279	27409	Main CB		Feeder :	
Connected Load			91367		3	225	250	4x185, G-25 mm ² . IEC01	
Demand Load		27884	25234	23552	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			66670		at	400	V	Main Busway 2500 A	

FEEDER SCHEDULE : LP1R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 1 st FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1300			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	4500			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
9	RECEPTACLE		4680		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	RECEPTACLE			4680	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
13	FAN	1500			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25		1667							
27	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31		1667							
33	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
2		1667							
4	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8		1667							
10	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	21468	21578	21578	Main CB		Feeder :	
Connected Load		64624			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load		17926	18349	17098	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
		51443			at	400	V	Main Busway 2500 A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP2L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type,IC>=10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 42 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 2 nd FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	LIGHTING	180			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		5940		1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	RECEPTACLE			5940	1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
13	RECEPTACLE	5760			1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	RECEPTACLE		5940		1	40	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	FAN			1200	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
37	AIR CONDITIONER	1667							
39			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
41				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	1667							
16			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20	AIR CONDITIONER	1667							
22			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	1667							
28			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
30				1667					
32	AIR CONDITIONER	1667							
34			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
36				1667					
38	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
40	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
42	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	24090	30030	25290	Main CB		Feeder :	
Connected Load				79410	3	200	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load			19923	24923	21123	IC	25	kA	
			60118			at	400	V	
			Race Way : Busway Plug-in						
			Main Busway 2500 A						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับบริการใช้งานเบื้องต้นของวิศวกรรมเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีก

FEEDER SCHEDULE : LP2R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			_ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			_ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 2 nd FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1300		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2520			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2340		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			1000	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
25	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
31	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
33	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
20	SPARE	2500			1	20	63	-	
22	SPARE		2500		1	20	63	-	
24	SPARE			2500	1	20	63	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	21500	19890	18730	Main CB			Feeder :
Connected Load			60120			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			17750	16453	15293	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			49495			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาดูงานเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจาก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP3L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 rd FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	620			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1800			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2340		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	FAN	1000			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
8	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
10	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	17795	21320	20695	Main CB		Feeder :	
Connected Load			59810			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			14201	17570	17101	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			48873			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP3R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_ / _ With Breaker			_ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					_ / _ Wall Mounted			_ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 rd FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1040			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1080		1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			2000	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	SPARE	2500			1	20	63	-	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE							-	
22	SPACE							-	
24	SPACE							-	
26	SPACE							-	
28	SPACE							-	
30	SPACE							-	
Connected to busway		Total	22547	21727	22022	Main CB		Feeder :	
Connected Load			66296			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			18380	17560	18012	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			53952			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP4L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 4 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1120	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1620			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2340		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	FAN	1300			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	SPARE		2500		1	20	63	-	
12	SPARE			2500	1	20	63	-	
14	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
16	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
18	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	18775	21320	20335	Main CB			Feeder :
Connected Load			60430			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			15181	17570	16741	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			49493			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP3R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 3 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1040			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1620		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			1700	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
2	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	SPARE		2500		1	20	63	-	
12	SPARE			2500	1	20	63	-	
14	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
16	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
18	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	19630	19350	19430	Main CB		Feeder :	
Connected Load			58410			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			15568	15913	15993	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			47473			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP5L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 5 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1020			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1080		1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			1500	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	1667							
16			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20	AIR CONDITIONER	1667							
22			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
28	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
30	SPARE	-	-	2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	19821	19021	18816	Main CB		Feeder :	
Connected Load			57658			3	150	250	4x9.5, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			15706	14906	16982	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			47594			at	400	V	Main Busway 2500 A

FEEDER SCHEDULE : LP5R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 5 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1040			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2520		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			2200	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
10	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
14	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
16	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
20	SPARE	2500			1	20	63	-	
22	SPARE		2500		1	20	63	-	
24	SPARE			2500	1	20	63	-	
26	SPACE				-	-	-	-	
28	SPACE				-	-	-	-	
30	SPACE				-	-	-	-	
Connected to busway		Total	20048	20668	20348	Main CB			Feeder :
Connected Load			61064			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		16506	17126	16806	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			50438			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP6L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 6 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1100			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2340		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			1800	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	FAN	1100			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	SPARE			2500	1	20	63	-	
14	SPARE	2500			1	20	63	-	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	21415	23195	22655	Main CB			Feeder :
Connected Load		67265			3	160	250	4x120, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load		17821	18976	19061	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
		55859			at	400	V	Main Busway 2500 A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP6R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			_ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			_ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 6 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	980			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1080		1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			800	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
16	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
20	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
22	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
26	SPARE	2500			1	20	63	-	
28	SPARE		2500		1	20	63	-	
30	SPARE			2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	22422	21312	21032	Main CB			Feeder :
Connected Load			64766			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		15547	15374	15094	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			46015			at	400	V	Main Busway 2500 A

FEEDER SCHEDULE : LP7L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type,IC>=10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 42 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 7 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1100			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2160			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	SPARE		2500		1	20	63	-	
11	SPARE			2500	1	20	63	-	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
37	AIR CONDITIONER	1667							
39			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
41				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	1667							
16			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20	AIR CONDITIONER	1667							
22			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	1667							
28			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
30				1667					
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
38	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
40	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
42	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	19930	20650	20650	Main CB		Feeder :	
		Connected Load		61230		3	150	250	
		Demand Load	15763	16483	16483	IC	25	kA	
			48728			at	400	V	
			Race Way : Busway Plug-in						
			Main Busway 2500 A						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับใช้ภายในโครงการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำออกจำหน่ายไปใช้ประโยชน์อื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่สามารถตีพิมพ์หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องแจ้งชื่อของเอกสารและเลขที่เอกสารทุกครั้ง

FEEDER SCHEDULE : LP7R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			_ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			_ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 7 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	980			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1080		1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			800	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
16	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
18	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
20	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
22	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24	AIR CONDITIONER			2500	1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
26	SPARE	2500			1	20	63	-	
28	SPARE		2500		1	20	63	-	
30	SPARE			2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	22422	21312	21032	Main CB			Feeder :
Connected Load			64766			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		18047	17249	16969	IC	25	KA	Race Way : Busway Plug-in	
			52265			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับโครงการภายในเท่านั้น ไม่ควรตีความขึ้นอีกทั้งห้ามใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

FEEDER SCHEDULE : LP8L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 42 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 8 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	LIGHTING	320			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		2340		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			1260	1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	FAN	1000			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	SPARE		2500		1	20	63	-	
17	SPARE			2500	1	20	63	-	
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
37	AIR CONDITIONER	1667							
39			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
41				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	1667							
16			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20	AIR CONDITIONER	1667							
22			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	1667							
28			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
30				1667					
32	AIR CONDITIONER	1667							
34			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
36				1667					
38	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
40	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
42	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	19470	22990	21910	Main CB		Feeder :	
Connected Load			64370			3	150	250	4x9.5, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			15303	18823	17743	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			51868			at	400	V	Main Busway 2500 A

FEEDER SCHEDULE : LP8R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 8 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	600			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	RECEPTACLE			2340	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1800			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	FAN		1200		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
13		1667							
15	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19		1667							
21	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25		1667							
27	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
8	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
10	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
14	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	18651	17681	21091	Main CB		Feeder :	
Connected Load			57423		3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load		14588	14556	17028	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			46172		at	400	V	Main Busway 2500 A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP9L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, I _C >=10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 36 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 9 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1000			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		720		1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			1100	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31	AIR CONDITIONER	1667							
33			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
2	AIR CONDITIONER	1667							
4			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8	AIR CONDITIONER	1667							
10			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14	AIR CONDITIONER	1667							
16			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20	AIR CONDITIONER	1667							
22			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
28	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
30	SPARE			2500	1	20	63	-	
32	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
34	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
36	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	20426	19286	18416	Main CB			Feeder :
Connected Load			58128			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			16155	15015	15082	IC	25	KA	Race Way : Busway Plug-in
			46251			at	400	V	Main Busway 2500 A

FEEDER SCHEDULE : LP9R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 9 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1400			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	3420			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
9	RECEPTACLE		4680		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			800	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
20	SPARE	2500			1	20	63	-	
22	SPARE		2500		1	20	63	-	
24	SPARE			2500	1	20	63	-	
26	SPACE				-	-	-	-	
28	SPACE				-	-	-	-	
30	SPACE				-	-	-	-	
Connected to busway		Total	24070	24785	24155	Main CB			Feeder :
Connected Load			73010			3	175	250	4x120, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			12563	12094	14531	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			39188			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP10L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 10 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1480			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		680		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	4140			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
9	RECEPTACLE		4680		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	FAN			1400	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	1667							
15			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17				1667					
19	AIR CONDITIONER	1667							
21			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25	AIR CONDITIONER	1667							
27			1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
8	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
10	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
14	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE							-	
22	SPACE							-	
24	SPACE							-	
26	SPACE							-	
28	SPACE							-	
30	SPACE							-	
Connected to busway		Total	21246	20986	17881	Main CB		Feeder :	
Connected Load			60113			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			17340	17080	14756	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			49175			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP10R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 10 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	720			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	1440			1	10	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		4680		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	FAN			2200	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
4	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3750	1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
8	SPARE	2500			1	20	63	-	
10	SPARE		2500		1	20	63	-	
12	SPARE			2500	1	20	63	-	
14	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
16	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
18	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
20	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
22	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
24	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
26	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
28	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
30	SPACE	-	-	-	-	-	-	-	
Connected to busway		Total	19660	23660	21180	Main CB		Feeder :	
Connected Load			64500			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load			15910	19910	17430	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in
			53250			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP11L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 42 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 11 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phase R	Phase S	Phase T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1380			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2340			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		1980		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			1300	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17	SPARE			2500	1	20	63	-	
19		1667							
21	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23				1667					
25		1667							
27	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29				1667					
31		1667							
33	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
35				1667					
37		1667							
39	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
41				1667					
2		1667							
4	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6				1667					
8		1667							
10	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12				1667					
14		1667							
16	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18				1667					
20		1667							
22	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
24				1667					
26		1667							
28	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
30				1667					
32		1667							
34	AIR CONDITIONER		1667		3	16	63	4x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
36				1667					
38	SPACE	-	-	-	-	-	-		
40	SPACE	-	-	-	-	-	-		
42	SPACE	-	-	-	-	-	-		
Connected to busway		Total	23515	23255	21950	Main CB		Feeder :	
Connected Load			18566	18306	17783	IC	25	4x120, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load			54655			at	400	V	
								Race Way : Busway Plug-in	
								Main Busway 2500 A	

FEEDER SCHEDULE : LP11R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 11 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1440			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	3600			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		3600		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	FAN			600	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
25	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	AIR CONDITIONER	1875			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	AIR CONDITIONER		1875		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18	AIR CONDITIONER			1875	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
20	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
22	SPARE		2500		1	20	63	-	
24	SPARE			2500	1	20	63	-	
26	SPACE				-	-	-	-	
28	SPACE				-	-	-	-	
30	SPACE				-	-	-	-	
Connected to busway		Total	22165	22205	22080	Main CB		Feeder :	
Connected Load			66450			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		17884	18549	17705	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			54138			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกร ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP12L									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					/_ With Breaker		__ Main Lug Only		
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC >= 10 kA at 230/400V					/_ Wall Mounted		__ Flush Mounted		
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 12 th FLOOR (West)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	1100			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	2880			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		3600		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
11	RECEPTACLE			3600	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	FAN	1600			1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
21	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
25	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		3125		1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	AIR CONDITIONER	1500			1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
16	AIR CONDITIONER		1500		1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
18	AIR CONDITIONER			1500	1	16	63	2x2.5, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
20	SPARE	2500			1	20	63	-	
22	SPARE		2500		1	20	63	-	
24	SPARE			2500	1	20	63	-	
26	SPACE				-	-	-	-	
28	SPACE				-	-	-	-	
30	SPACE				-	-	-	-	
Connected to busway		Total	20455	22080	21455	Main CB		Feeder :	
Connected Load		63990			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01	
Demand Load		17361	18455	17986	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
		53763			at	400	V	Main Busway 2500 A	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEEDER SCHEDULE : LP12R									
PROJECT : อาคารเรียน 12 ชั้น					_/_ With Breaker			__ Main Lug Only	
All Branch Circuit Breaker Shall Be Plug-in Type, IC>=10 kA at 230/400V					_/_ Wall Mounted			__ Flush Mounted	
Capacity : 30 Ckts.		400 V/ 3 Ph 4 W		Location : 12 th FLOOR (East)					
FEEDER NO.	DESCRIPTION	Connected load in VA			CB			Conductor	
		Phese R	Phese S	Phese T	Pole	AT	AF		
1	LIGHTING	920			1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
3	LIGHTING		1480		1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
5	LIGHTING			1480	1	10	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
7	RECEPTACLE	3240			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
9	RECEPTACLE		4680		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
11	FAN			1600	1	16	63	2x2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
13	AIR CONDITIONER	3750			1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
15	AIR CONDITIONER		3750		1	32	63	2x10, G-4 mm ² . IEC 01, 3/4" EMT	
17	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
19	AIR CONDITIONER	3125			1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
21	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
23	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
25	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
27	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
29	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
2	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
4	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
6	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
8	AIR CONDITIONER	2500			1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
10	AIR CONDITIONER		2500		1	20	63	2x4, G-2.5 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
12	AIR CONDITIONER			3125	1	25	63	2x6, G-4 mm ² . IEC 01, 1/2" EMT	
14	SPARE	2500			1	20	63	-	
16	SPARE		2500		1	20	63	-	
18	SPARE			2500	1	20	63	-	
20	SPACE				-	-	-	-	
22	SPACE				-	-	-	-	
24	SPACE				-	-	-	-	
26	SPACE				-	-	-	-	
28	SPACE				-	-	-	-	
30	SPACE				-	-	-	-	
Connected to busway		Total	21035	22410	21205	Main CB			Feeder :
Connected Load			64650			3	150	250	4x95, G-16 mm ² . IEC01
Demand Load		17441	18973	17299	IC	25	kA	Race Way : Busway Plug-in	
			53713			at	400	V	Main Busway 2500 A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MDB1									
Location : MDB Room 1st FLOOR									
Feeder	From	To	Connected Load (kVA)				Circuit Breaker	Conductor	Remarks
			Phase A	Phase B	Phase C	Total			
F1	MDB	LP1L	32.6	31.3	27.7	91.4	MCCB 3P 225AT/250AF		
F2	MDB	LP2L	24.0	30.0	25.3	79.4	MCCB 3P 200AT/250AF		
F3	MDB	LP3L	17.8	21.3	20.7	59.8	MCCB 3P 150AT/250AF		
F4	MDB	LP4L	18.8	21.3	20.3	60.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F5	MDB	LP5L	19.8	19.0	18.8	57.7	MCCB 3P 150AT/250AF		
F6	MDB	LP6L	21.4	23.2	22.7	67.3	MCCB 3P 160AT/250AF	Busway 2500 A	
F7	MDB	LP7L	19.9	20.7	20.7	61.2	MCCB 3P 150AT/250AF		
F8	MDB	LP8L	19.5	23.0	21.9	64.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F9	MDB	LP9L	20.4	19.3	18.4	58.1	MCCB 3P 150AT/250AF		
F10	MDB	LP10L	21.2	21.0	17.9	60.1	MCCB 3P 150AT/250AF		
F11	MDB	LP11L	23.5	23.3	22.0	68.7	MCCB 3P 160AT/250AF		
F12	MDB	LP12L	20.5	22.1	21.5	64.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F13	MDB	LPS1A	64.7	67.0	68.5	200.3	MCCB 3P 400AT/400AF	2(4x95), G-25 mm ² IEC01, 3 1/2" IMC	
F14	MDB	LIFT	11.0	11.0	11.0	33.0	MCCB 3P 150AT/250AF	4x95, G-16 mm ² IEC01, 2 1/2" IMC	
F15	MDB	FUTURE	20.0	20.0	20.0	60.0	MCCB 3P 125AT/250AF		
F16	MDB	FUTURE	20.0	20.0	20.0	60.0	MCCB 3P 125AT/250AF		
Total Connected Load (kVA)			375.1	393.5	377.4	1146			
Demand Factor						1.00	ACB 3P 1600AT/2000AF	NYY 4(3*400 , 1*120)	
Demand Load						1146		Cable Tray 900 mm.	

MDB2									
Location : MDB Room 1st FLOOR									
Feeder	From	To	Connected Load (kVA)				Circuit Breaker	Conductor	Remarks
			Phase A	Phase B	Phase C	Total			
F1	MDB	LP1R	21.4	21.5	21.5	64.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F2	MDB	LP2R	21.5	19.9	18.7	60.1	MCCB 3P 150AT/250AF		
F3	MDB	LP3R	22.5	21.7	22.0	66.2	MCCB 3P 150AT/250AF		
F4	MDB	LP4R	19.6	19.3	19.4	58.3	MCCB 3P 150AT/250AF		
F5	MDB	LP5R	20.0	20.6	20.3	60.9	MCCB 3P 150AT/250AF		
F6	MDB	LP6R	22.4	21.3	21.0	64.7	MCCB 3P 150AT/250AF	Busway 2500 A	
F7	MDB	LP7R	22.4	21.3	21.0	64.7	MCCB 3P 150AT/250AF		
F8	MDB	LP8R	18.6	17.6	21.0	57.2	MCCB 3P 150AT/250AF		
F9	MDB	LP9R	24.1	24.7	24.2	73.0	MCCB 3P 175AT/250AF		
F10	MDB	LP10R	19.6	23.6	21.2	64.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F11	MDB	LP11R	22.1	22.2	22.1	66.4	MCCB 3P 150AT/250AF		
F12	MDB	LP12R	21.0	22.4	21.2	64.6	MCCB 3P 150AT/250AF		
F13	MDB	LPS1B	55.0	59.3	58.7	173.0	MCCB 3P 400AT/400AF	2(4x95), G-25 mm ² IEC01, 3 1/2" IMC	
F14	MDB	PUMP	6.0	6.0	6.0	18.0	MCCB 3P 100AT/100AF	4x50, G-10 mm ² IEC01, 2" IMC	
F15	MDB	FUTURE	20.0	20.0	20.0	60.0	MCCB 3P 125AT/250AF		
F16	MDB	FUTURE	20.0	20.0	20.0	60.0	MCCB 3P 125AT/250AF		
Total Connected Load (kVA)			356.2	361.4	358.3	1076			
Demand Factor						1.00	ACB 3P 1600AT/2000AF	NYY 4(3*400 , 1*120)	
Demand Load						1076		Cable Tray 900 mm.	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัด วิเคราะห์ และออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
ในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์

THE AUDIT, ANALYSIS AND DESIGN ELECTRICAL ENERGY SYSTEMS
TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN THE E12 BUILDING FACULTY OF ENGINEERING

ไตรรัตน์ หงสกุล¹ ธนพล เอกศุภผล² ธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวัสดิ์³ อรรถวรรษ ชวคมี⁴

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 023298341

Email: bb_27785@hotmail.com¹, chaoztanapon@gmail.com², gun_2nd@hotmail.com³, faiiorawan@gmail.com⁴

บทคัดย่อ

บทความฉบับนี้เป็นรายงานเกี่ยวกับการตรวจวัด และวิเคราะห์พลังงานภายในอาคาร โดยทำการตรวจวัดค่าทางไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ระบบที่ได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ได้แก่ ระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ ซึ่งจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน หรือ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน แล้วดำเนินการออกแบบ ปรับปรุงระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบพลังงานหมุนเวียน รวมถึงการประมาณค่าการลงทุนเพื่อหาจุดคุ้มทุนในกรณีที่มีการปรับปรุงอาคารจริง เพื่อการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในอาคาร ลดการสูญเสียช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการใช้พลังงานอย่างไม่ถูกต้อง

ABSTRACT

This project aims to measure and analyze energy consumption in the E12 Building faculty of engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang consists of 3 systems. There are a power systems, lighting and air conditioning system. These data were compared with the standard legal by Department of Alternative energy development and efficiency, Ministry of Energy.

The methodology comprises: 1) To study standard for the power systems installation, theory for the measurement of each systems and the equipment used, 2) To measure real energy consumption along with compare the energy used and trends each year, 3) To analysis of the survey results to determine the energy consumption should be modified. This project also presented approach ways to save more energy, more efficiency and reduce the environmental impact.

1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ทั่วทั้งโลกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ในทุกปี เนื่องจากประชากรที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทรัพยากรที่ถูกใช้ไปอย่างสิ้นเปลือง ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่เกิดอยู่ในสถานการณ์นี้เช่นกัน ปัญหานี้เป็นปัญหาเกิดขึ้นมานานแล้วแต่ก็ยังคงไม่ได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังมาโดยตลอด หากพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้ายังคงเป็นไปตามแนวโน้มจากสถิติที่ได้เก็บข้อมูลมาตลอดหลายสิบปีที่ผ่านมา ประเทศไทยหรือโลกของเราจะขาดแคลนพลังงานและไม่มีพลังงานใช้ต่อไปในอนาคต การประหยัดพลังงาน การอนุรักษ์พลังงานนั้น เป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม ประเทศไทยจึงเริ่มมีกฎหมายการอนุรักษ์พลังงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2535 ได้แก่ พ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ปี พ.ศ.2535 และมีฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ปี พ.ศ.2550 รวมถึงกฎกระทรวงกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 เป็นต้น กฎหมายดังกล่าวบังคับใช้กับอาคารขนาดใหญ่เท่านั้น ซึ่งจากการที่มีกฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน และการที่ประชาชนตระหนักถึงปัญหาการใช้พลังงานทำให้ในปัจจุบันได้รับความร่วมมือในการประหยัดพลังงานทั้งจากหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเรามีความสนใจที่จะทำการศึกษารายการใช้พลังงานของหน่วยงานภาครัฐที่อยู่ใกล้ตัว และเหมาะสมกับการนำมาศึกษาคือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2556 จะเห็นว่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าของสถาบันมีค่าสูงถึง 27,787,472 kWh/ปี คิดเป็นเงินประมาณ 110 ล้านบาท โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นคณะที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูงเป็นอันดับหนึ่งของสถาบัน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 6,685,982 kWh/ปีหรือคิดเป็น 24.06% ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของสถาบัน ซึ่งอาคารเรียนรวม 12 ชั้น เป็นอาคารใช้งานรวมของคณะวิศวกรรมศาสตร์แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนด้านหน้าที่เป็นหอประชุม

ไม่มีการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และตัดกึ่งกลางสิ่งพิมพ์โดยไม่ได้รับอนุญาต

สไลป และส่วนด้านหลังที่เป็นห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ โดยภายในตัวอาคารประกอบด้วย ห้องเรียนรวมทั้งหมด 39 ห้อง ห้องประชุมใหญ่ 4 ห้อง ห้องคอมพิวเตอร์ 5 ห้อง และห้องอื่นๆอีกเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังเป็นที่ตั้งของภาควิชาวิศวกรรมสารสนเทศ วิศวกรรมอาหาร และวิศวกรรมการบินและนักบินพาณิชย์ ซึ่งอาคารเรียนรวมนี้ตั้งอยู่บนพื้นที่ 8,200 ตารางเมตร ความสูง 60 เมตรมีพื้นที่ใช้สอยขนาด 25,000 ตารางเมตร มีอาคารใช้งานมาแล้วมากกว่า 20 ปีซึ่งถือว่านานพอสมควรทำให้ผังอาคารผ่านการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงมาแล้วหลายครั้ง เพื่อให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน แต่ก็มีอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่เสื่อมสภาพแต่ไม่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพราะยังสามารถใช้งานได้อยู่แต่อาจไม่ปลอดภัย ทั้งนี้นักศึกษาจึงมีความประสงค์ในการทำโครงการในหัวข้อดังกล่าว โดยใช้อาคารเรียนรวม 12 ชั้น คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นอาคารที่ใช้สำหรับการประเมินและปรับปรุงระบบไฟฟ้าในอาคาร เริ่มจากการสำรวจและประเมินระบบไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าในอาคารเรียนรวม 12 ชั้น ซึ่งจะนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานหรือ(พ.พ.) จากนั้นจะทำการออกแบบมาตรการประหยัดพลังงานและคำนวณการคืนทุนเพื่อเป็นแนวทางให้อาคารสามารถนำไปปรับใช้ และเป็นแบบอย่างของการปรับปรุงอาคารแก่ให้กับอาคารประเภทสถานศึกษาหรือสำนักงานได้ ทำให้สถาบันได้ประโยชน์ร่วมกับการศึกษาในครั้งนี้อีกด้วย

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าในอาคารอ้างอิงและกฎกระทรวงการออกแบบอาคาร

หากสำรวจแล้วพบว่า อาคารประเภทสถานศึกษาที่ประเมินมีการใช้พลังงานสูงกว่า $94 \text{ kWh/m}^2\text{-y}$ ก็น่าจะมีพิจารณาปรับปรุงอาคารใหม่กฎกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ระบุว่า การก่อสร้างหรือคิดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ข้อกำหนดของระบบต่างตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ส่วนที่แรกที่สนใจคือ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือวิศวกรไฟฟ้า ทำหน้าที่คำนวณการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือ

กฎหมายเฉพาะ โดยในที่นี้เป็นอาคารประเภท สถานศึกษา ค่าไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดวัด/ตร.ม. (W/m^2) ของพื้นที่ใช้งาน ต้องไม่เกิน 14 W/m^2

ส่วนสองที่ ระบบปรับอากาศ เป็นระบบที่มีผู้รับผิดชอบคือ วิศวกรเครื่องกล ทำหน้าที่กำหนดประเภทและขนาดต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งภายในอาคาร ซึ่งต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามที่รัฐมนตรีประกาศกำหนด

ตารางที่ 2.1 ค่ามาตรฐานสำหรับระบบปรับอากาศ (ขนาดเล็ก)

ประเภทและขนาด	สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ COP [EER ($\text{Btu}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{W}^{-1}$)]
ชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ (แบบแยกส่วนและแบบเป็นชุด)	
น้อยกว่า 3,500 วัตต์ (0.995 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
ตั้งแต่ 3,500 วัตต์ แต่ไม่เกิน 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.82 [9.62]
เกินกว่า 17,600 วัตต์ (5.00 ตันความเย็น)	2.56 [8.74]
ชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	
ทุกขนาดทำความเย็น	3.99 [13.62]

3. วิธีการตรวจวัดพลังงานในระบบต่างๆ

การตรวจสอบอาคาร 12 ชั้น จะมีกรตรวจสอบระบบหลักๆ อยู่ด้วยกัน 3 ระบบ ได้แก่ ระบบแสงสว่าง ระบบไฟฟ้า และระบบปรับอากาศ และตรวจสอบความปลอดภัยของระบบไฟฟ้าภายในอาคาร ซึ่งก่อนการตรวจวัด จะต้องมีกรวางแผนตรวจสอบในแต่ละระบบ เพื่อให้ให้การตรวจวัดมีประสิทธิภาพ และมีความแม่นยำมากที่สุด

3.1 เครื่องมือตรวจวัดการใช้พลังงาน

ในการตรวจวัดการใช้พลังงาน สิ่งที่จะต้องทราบหลักๆ จะเป็นค่าทางไฟฟ้า แสงและความร้อน ถึงแม้ว่าจะสามารถหาข้อมูลได้จากแผ่นป้ายชื่อของอุปกรณ์ แต่โดยส่วนใหญ่เครื่องจักรมักจะทำงานต่ำกว่าที่คิด ทำให้แผ่นป้ายที่กีดนั้นไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์การใช้พลังงาน ดังนั้นจึงต้องอาศัยเครื่องมือในการตรวจสอบ ได้แก่ เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า, เครื่องวัดความส่องสว่าง, เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น, เครื่องวัดความเร็วลม, เครื่องวัดอุณหภูมิแบบไม่สัมผัส, เซ็นซ์ชนิดรีกซ์

3.2 การตรวจวัดระบบแสงสว่าง

โดยในการตรวจวัดดังกล่าวจะต้องมีการวางแผนการตรวจวัด โดยจะแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 2 โซนหลักๆ ได้แก่ การวัดความเข้มแสงภายในห้อง ซึ่งจะต้องวัดค่าที่มุมห้อง 2 มุม, ค่าที่ด้านประตูทางเข้า, ค่าที่ด้านซ้ายและขวาของห้อง, ค่าตรงกลางห้อง จากนั้นนำค่าที่ได้มาทำการเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่ง และการวัดความเข้มแสงตามทางเดิน ทำได้โดยวัดตรงกลางของดวงโคม และวัดค่าระหว่างดวงโคมสองดวงที่อยู่ติดกัน

ซึ่งจะทำการวัดค่าความเข้มแสงให้ได้ 10 ค่า ดังนั้นระยะห่างในการวัดก็แล้วแต่ดุลยพินิจของผู้วัดตามพื้นที่นั้นๆ แต่ถ้าพื้นที่ทางเดินที่วัดมีบริเวณกว้างมากก็สามารถวัดค่าเกิน 10 ค่าได้ เมื่อได้ค่าแล้วก็นำมาหาค่าความเข้มแสงเฉลี่ยของทางเดิน

3.3 การตรวจวัดระบบปรับอากาศ

ขั้นตอนการตรวจวัดระบบปรับอากาศ ชั้นที่ 1 เปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้องทิ้งไว้ 10-15 นาที โดย-ปรับตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 24-25 °C และปรับความเร็วของพัดลมไว้ที่ตำแหน่งสูงสุด ชั้นที่ 2 ตรวจสอบไม่ให้มีการกีดขวางทางลมทางด้านช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ ชั้นที่ 3 วัดความกว้าง และความยาวของช่องลมจ่ายและช่องลมกลับ โดยใช้ตลับเมตร ชั้นที่ 4 วัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศทางด้านช่องลมกลับและลมกลับ โดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้น, เครื่องวัดความเร็วลม, ชั้นที่ 4 วัดกำลังไฟฟ้ารวมของเครื่องปรับอากาศโดยใช้ เครื่องวัดค่ากำลังไฟฟ้า

4. ผลการตรวจวัดและการวิเคราะห์พลังงาน

เมื่อทำการนำข้อมูลที่สำคัญมาวิเคราะห์ว่าอุปกรณ์ที่ใช้อยู่เหมาะสมหรือไม่ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการประหยัดพลังงานหรือไม่ โดยใช้โปรแกรม BEC. ซึ่งเป็น โปรแกรมมาตรฐานของกระทรวงพลังงาน ในการประเมินตรวจสอบ และจากทฤษฎีเบื้องต้นเราได้นำมาอ้างอิงและทำการเข้าตรวจวัดพลังงานพบว่า อาคารมีมากกว่า 20 ปี ซึ่งอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักๆ อย่างเช่น เครื่องปรับอากาศจำนวนไม่น้อยที่ใช้งานมา โดยปกติระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานสูง และเครื่องปรับอากาศที่ผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานานย่อมเกิดการเสื่อมประสิทธิภาพ จึงเป็นสาเหตุทำให้มีการใช้พลังงานในอาคารค่อนข้างสูง ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับการวิเคราะห์ในโปรแกรม ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารเรียน 12 ชั้น ปัจจุบันมีการปรับปรุงใช้หลอดประหยัดพลังงานชนิด T5 แล้วเกือบทั้งหมด ทำให้เมื่อวิเคราะห์การใช้พลังงานในอาคารผ่านเกณฑ์มาตรฐานอยู่แล้ว แต่ด้วยอายุการใช้งานของหลอด T5 ที่เปลี่ยนมาก่อนข้างนานแล้ว จึงทำให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างเสื่อมลง

4.1 การปรับปรุงเปลี่ยนเป็นอุปกรณ์ประหยัดพลังงานไฟฟ้าใหม่แทน

จำนวนเท่าอุปกรณ์เดิม

4.1.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

มาตรการที่ 1 เปลี่ยนหลอดไฟทั้งอาคาร สามารถทำได้ 2 กรณี ได้แก่ กรณี 1 เปลี่ยนเป็นหลอดไฟชนิดเคม (ฟลูออเรสเซนต์ T5) กรณี 2 เปลี่ยนไปใช้หลอดไฟแอลอีดี T8 (ความสว่างมากกว่า) แทนหลอดแบบเคมซึ่งจะคืนทุนภายใน 3.1 ปี

มาตรการที่ 2 ลงทุนเปลี่ยนเป็นหลอดไฟแอลอีดี ปีละ 2 ชั้น โดยมาตรการนี้จะคืนทุนช้ากว่ามาตรการแรก

มาตรการที่ 3 การเปลี่ยนหลอดไฟในพื้นที่อาคารห้องประชุมสไลด์ชั้น 2 และบริเวณโถงด้านหน้าของอาคารในชั้น 1 มาตรการนี้จะคืนทุนภายใน 0.9 ปี

4.1.2 ระบบปรับอากาศ

มาตรการที่ 1 ปรับปรุงพร้อมกันทั้งอาคาร (รวมทั้งเครื่องที่เสียอยู่แล้ว) สามารถทำได้ 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 เปลี่ยนเป็น เครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วนแบบ INVERTER ซึ่งจะคืนทุนภายใน 5.1 ปี กรณี 2 เปลี่ยนเป็นเครื่องปรับอากาศชนิดแยกส่วน แบบ NON-INVERTER ซึ่งจะคืนทุนภายใน 6.5 ปี

มาตรการ 2 ลงทุนเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศ ปีละ 2 ชั้น โดยมาตรการนี้จะคืนทุนช้ากว่ามาตรการแรก

4.1.3 ระบบไฟฟ้าอื่นๆ

มาตรการที่ 1 การประหยัดพลังงานของเครื่องคอมพิวเตอร์

มาตรการที่ 2 การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก

มาตรการที่ 3 การลดพลังงานสูญเสียจากอาร์โมนิกส์

มาตรการที่ 4 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร

มาตรการที่ 5 การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า

มาตรการที่ 6 การจัดการโหลดให้สมดุล

มาตรการที่ 7 การติดตั้งอุปกรณ์ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลง

มาตรการที่ 8 การลดพลังงานสูญเสียของสายไฟ

มาตรการที่ 9 การประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยคำนึงถึงโครงสร้าง

อาคาร (OTTV, RTTV)

4.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคาร 12 ชั้นใหม่ (Renovation)

การปรับปรุงอาคาร ใหม่ จำเป็นต้องดูความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของอาคารและความเหมาะสมกับลักษณะของการใช้งาน โดยจะคำนึงถึงอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งในระบบไฟฟ้าหลักๆ จะประกอบด้วย วงจรย่อย วงจรสายป้อน วงจรประธานและหม้อแปลงไฟฟ้า

โดยหลังจากการปรับปรุง พบว่าสามารถประหยัดพลังงานมากกว่าเดิมถึง 22.4% และมีระยะเวลาในการคืนทุนเพียง 20 ปีเท่านั้น

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 5.1 ตารางสรุปมาตรการการประหยัดไฟฟ้า

ระบบ	มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ปริมาณที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	คืนทุน (ปี)
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	LED T8 (กรณีเปลี่ยนพร้อมกันทั้งอาคาร)	123,768	10
	LED T8 (กรณีเปลี่ยนปีละ 2 ชั้น)	123,768	14
	เปลี่ยนเป็น โคม Low – Bay LED	31,214	0.9
ระบบปรับอากาศ	INVERTER (กรณีเปลี่ยนพร้อมกันทั้งอาคาร)	647.95	8

	INVERTER (กรณีเปลี่ยนปลั๊ก 2 ชั้น)	647.95 *	12
--	---------------------------------------	-------------	----

หมายเหตุ * 6 ปีแรก จะประหยัดไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับจำนวนที่ติดตั้งใหม่ แล้วปีนั้นๆ

ตารางที่ 5.2 ตารางสรุปมาตรการการประหยัดไฟฟ้าของระบบอื่นๆ

ระบบ	มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ผลที่ได้จากมาตรการ
ระบบ อื่นๆ	การประหยัดพลังงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ (โดยใช้โหมดต่างๆ)	เป็นมาตรการที่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ใช้ในการประหยัดพลังงาน
	การเปลี่ยนคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะให้เป็นโน้ตบุ๊ก	สามารถประหยัดพลังงานได้มากขึ้นถึง 66.67%
	การลดพลังงานสูญเสียจากฮาร์ดไดรฟ์	จะช่วยลดพลังงานสูญเสียต่างๆ ซึ่งทำให้ประหยัดพลังงานได้มากขึ้น
	การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของลิฟต์โดยสาร	ช่วยลดการใช้พลังงาน ยืดอายุการใช้งานของลิฟต์
	การลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในหม้อแปลงไฟฟ้า	ช่วยลดการสูญเสียของหม้อแปลง

ตารางที่ 5.3. แสดงระยะเวลาการคืนทุนของการปรับปรุงอาคารใหม่

มาตรการการประหยัดไฟฟ้า	ปริมาณที่ประหยัดได้ (kWh/ปี)	คืนทุน (ปี)
Renovation	3,795,398	24

5.2 มาตรการและข้อเสนอแนะ ที่ควรปฏิบัติในการอนุรักษ์พลังงาน

5.2.1 การบำรุงรักษาอุปกรณ์อย่างถูกวิธี

อุปกรณ์ที่ติดตั้งในอาคาร หากใช้งานตามหลักอย่างถูกต้องและคำนึงถึงปัจจัยต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงานก็จะช่วยให้ลดการใช้พลังงานได้และยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ได้มากขึ้นอีก

เอกสารอ้างอิง

[1] กฎกระทรวงการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

[2] Estimating nonprocess energy from building energy consumption, Jul

y 2012, Michael Overcash & Khaled Bawaneh & Janet Twomey

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ผศ.ชายชาญ โพธิสาร อาจารย์ที่ปรึกษา และ ผศ.ดร.อรรพล เก่งพิทักษ์กุล ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมาด้วยดีตลอด และตรวจแก้ไข จุดบกพร่อง ให้ปริญญาานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-สกุล ไตรรัตน์ หงสกุล
ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



ชื่อ-สกุล ธนพล เอกศุภผล
ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



ชื่อ-สกุล ธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวัสด์
ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง



ชื่อ-สกุล อรพรรณ ชวคมี
ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง

ประวัติผู้เขียน



นาย ไตรรัตน์ หงสกุล
 เกิดวันที่ 6 ตุลาคม พ.ศ. 2535
 บ้านเลขที่ 77/73 หมู่บ้านเมอริทแกรนด์ ดอนเมือง ถ.เทิดราชัน
 แขวงสีกัน เขตดอนเมือง จ.กรุงเทพมหานคร 10210
 Email: bb_27785@hotmail.com
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์



นาย ชนพล เอกศุภผล
 เกิดวันที่ 10 พฤษภาคม พ.ศ. 2536
 บ้านเลขที่ 24/63 หมู่บ้าน เดอะวิลเลจ บางนา ถ.บางนา-ตราด
 แขวงบางนา เขตบางนา จ.กรุงเทพมหานคร 10260
 Email: chaoztanapon@gmail.com
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์



นาย ธนาวิทย์ ไกรจริยานุสวัสดิ์
 เกิดวันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2536
 บ้านเลขที่ 61/8 หมู่บ้านโรยัล ปาร์ค วิลล์ ถ.สุวินทวงศ์ แขวงลำผักชี
 เขตหนองจอก จ.กรุงเทพมหานคร 10530
 Email: gun_2nd@hotmail.com
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์



นางสาว อรรรณ ชวดมี่
 เกิดวันที่ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2536
 บ้านเลขที่ 30/4 หมู่ 11 ถ.คุ้มเกล้า ซอยคุ้มเกล้า 1 แขวงแสนแสบ
 เขตมีนบุรี จ.กรุงเทพมหานคร 10510
 Email: faiiorawan@gmail.com
 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้