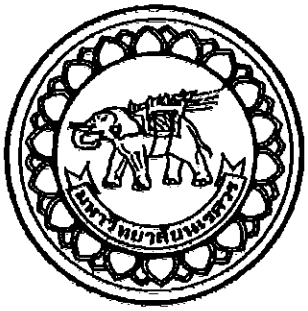


# การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

## กรณีศึกษา อาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี2553

# CARBONDIOXIDE EMISSION FROM ELECTRICITY CONSUMPTION

# A CASE STUDY OF CIVIL ENGINEERING BUILDING,

# NARESUAN UNIVERSITY IN 2010

นางสาวเจนจิรา ใฝ่จิตต์ รหัส 50365680

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 15510517
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร 9713 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา 2553
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

# ใบรับรองปริญญานิพนธ์

| | |
|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | **การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา อาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี2553** |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | **นางสาวเจนจิรา ใฝ่จิตต์ รหัส 50365680** |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมโยธา |
| **ปีการศึกษา** | 2553 |

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์**ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง**ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ

**(ดร.ธนพล เพ็ญรัตน์)**

.....กรรมการ

**(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)**

| | |
|---|---|
| **ชื่อหัวข้อโครงงาน** | การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษา อาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี 2553 |
| **ผู้ดำเนินโครงงาน** | นางสาวเจนจิรา ใฝ่จิตต์ รหัส 50365680 |
| **ที่ปรึกษาโครงงาน** | ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท |
| **สาขาวิชา** | วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม |
| **ภาควิชา** | วิศวกรรมโยธา |
| **ปีการศึกษา** | 2553 |

.....

## บทคัดย่อ


โครงงานนี้เป็นการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ขอบเขตของโครงงานเป็นการเก็บข้อมูลเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางอ้อมจากเป็นการปล่อย ณ โรงไฟฟ้า ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปีการศึกษา 2553 เท่ากับ 49.91 ตัน $CO_2$ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่(ton $CO_2/m^2$) ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งาน ได้แก่ ห้องเรียนบรรยาย สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ส่วนกลาง พบว่า สำนักงาน มีค่าสูงสุด เท่ากับ 0.025 ton $CO_2/m^2$ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน(ton $CO_2$/capita) ซึ่งแบ่งตามประเภทผู้ใช้งาน พบว่า อาจารย์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคนสูงสุด เท่ากับ 0.061 ton $CO_2$/capita รองลงมาคือ บุคลากร นักศึกษาระดับปริญญาเอก-โท และนักศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน เท่ากับ 0.057 , 0.021 และ 0.007 ton $CO_2$/capita ตามลำดับ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโครงงานในครั้งนี้ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการที่ดีในเรื่องการประหยัดพลังงาน และใช้เป็นข้อมูลประกอบเพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งจะนำไปสู่การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

| | |
|---|---|
| **Project title** | Carbon dioxide emission from electricity consumptions a case study of Civil Engineering building, Naresuan University in 2010 |
| **Name** | Miss. Jenjira Faijid ID. 50365680 |
| **Project advisor** | Asst. Prof. Dr. Pajaree Thongsanit |
| **Major** | Environmental Engineering |
| **Department** | Civil Engineering |
| **Academic year** | 2010 |

.....


## Abstract

This project is the study of Carbon Dioxide ($CO_2$) emission from electricity consumptions at the Civil Engineering building, Naresuan University. This study collected the data on indirect $CO_2$ emission at power plant that resulted from building electricity consumption. The total $CO_2$ emission in academic year 2010 is estimated to be 49.91 ton $CO_2$. The electricity consumptions were study at lecture room, office, teacher room and central space utilization. The higher to lower of $CO_2$ emission were office, teacher room; lecture room and central space utilization are 0.025, 0.010, 0.004 and 0.002 ton of $CO_2$ per square meter, respectively. Moreover the amount of $CO_2$ emitted per capita, those emission were 0.061, 0.057, 0.021 and 0.007 ton of $CO_2$ per capital of on lecturer, office staff, graduate degree student and bachelor's degree student, respectively. This study can be supported the information of implementation and carbon footprint to reduce energy consumptions and $CO_2$ emissions.

# กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้ดำเนินงานต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการปฏิบัติงาน การแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงานตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด และทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์และเจ้าหน้าที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับจำนวนและการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารวิศวกรรมโยธา

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่งานบริการการศึกษา หน่วยวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ข้อมูลกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารวิศวกรรมโยธา

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่งานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่เป็นกำลังใจในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบพระคุณ ทุกๆท่าน ที่ได้มีส่วนร่วมช่วยให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวเจนจิรา ใฝ่จิตต์

มีนาคม 2554

# สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....3
1.6 แผนการดำเนินงาน.....3
1.7 คำจำกัดความในโครงงาน.....3
1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4
2.1 ภาวะโลกร้อน (Global Warming).....4
2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide).....9
2.3 ก๊าซเรือนกระจกจากพลังงาน.....10
2.4 แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต.....13
2.5 ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor).....14
2.6 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด.....15
2.7 การคิดค่าพลังงานไฟฟ้า.....16
2.8 การคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า.....18

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า


บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน..... 19

3.1 การเก็บข้อมูล..... 19

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล..... 20

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์..... 23

4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า..... 23

4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายเดือน..... 23

4.3 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่..... 24

4.4 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน..... 27

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ..... 28

5.1 บทสรุป..... 28

5.2 ข้อเสนอแนะ..... 29

เอกสารอ้างอิง..... 30

ภาคผนวก ก ข้อมูลผลดัชนี..... 32

ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบสอบถาม..... 37

ภาคผนวก ค แบบแปลนอาคารวิศวกรรมโยธา..... 40

# สารบัญตาราง


ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการศึกษาโครงงาน.....3

2.1 ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ..... 6

2.2 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด ..... 15

4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา.....23

4.2 ขนาดพื้นที่แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์.....24

# สารบัญรูป


รูปที่ หน้า

2.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยมาจากประเทศต่างๆ .....10

2.2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยมาจากประเทศต่างๆต่อจำนวนประชากร.....10

2.3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งพลังงานต่างๆของไทย.....11

2.4 จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของไทย.....12

2.5 จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนประชากรของไทย.....12

2.6 LC ผลรวมคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากประเทศไทยเปรียบเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรของไทย..... 13

2.7 กราฟแสดง แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต..... 14

4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา.....23

4.2 สัดส่วนร้อยละพื้นที่ใช้ประโยชน์แยกตามประเภทต่างๆ.....25

4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์.....26

4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่แยกตามประเภทต่างๆ.....26

4.5 การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนแยกตามประเภทผู้ใช้งาน.....27

4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน..... 27

# สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

| | | |
|---|---|---|
| $CO_2$ | = | ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ |
| kWh | = | กิโลวัตต์ชั่วโมง |
| $kWh/m^2$ | = | กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร |
| kWh/capita | = | กิโลวัตต์ชั่วโมง/คน |
| Emission Factor | = | ปริมาณการปล่อย $CO_2$ เทียบเท่า |

# บทที่ 1

# บทนำ

การดำเนินโครงงานเรื่อง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษาอาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี2553 ซึ่งเป็นโครงงานด้านวิศวกรรมศาสตร์ มีขั้นตอนดังนี้

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ภาวะโลกร้อน หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นปัญหาใหญ่ของโลกเราในปัจจุบัน ที่ทุกประเทศต่างให้ความสนใจและพยายามสร้างมาตรการต่างๆขึ้น เพื่อลดการเกิดภาวะโลกร้อน เนื่องจากปัญหานี้ได้ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลกเป็นอย่างมาก สังเกตได้จากอุณหภูมิของโลกที่สูงขึ้นเรื่อยๆ ระดับน้ำทะเลโลกสูงขึ้น การเกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรง และการเกิดโรคระบาดโดยไม่ทราบสาเหตุ ล้วนก่อให้เกิดความเดือดร้อนและความสูญเสียมากมาย ซึ่งสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อนมาจาก ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gases) เป็นก๊าซที่ช่วยดูดซับความร้อนทำให้โลกอบอุ่นและเอื้อให้สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่บนโลกได้ ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ในปัจจุบันปริมาณก๊าซเหล่านี้ มีมากเกินไปจึงส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์($CO_2$) เป็นก๊าซที่มีการปล่อยออกมาในปริมาณมากและเกิดขึ้นในเกือบทุกๆกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง กระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม การผลิตกระแสไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้า และการตัดไม้ทำลายป่า เป็นต้น สำหรับประเทศไทย พบว่าในรอบ 15 ปีที่ผ่านมา มีอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเป็นอันดับต้นๆของโลก และประมาณร้อยละ 56 ของปริมาณการปล่อยมาจากกิจกรรมการใช้พลังงานในประเทศ

มหาวิทยาลัยนเรศวรเป็นมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ในภาคเหนือตอนล่าง ซึ่งในปีการศึกษา 2553 มีการเรียนการสอนทั้งหมด 19 คณะ และจากรายงานข้อมูลด้านนักศึกษาพบว่า ปัจจุบันมีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 38,793 คน และมีบุคลากรด้านต่างๆอีกจำนวนมาก ดังนั้นบริเวณภายในมหาวิทยาลัยและพื้นที่ใกล้เคียงจึงมีผู้คนอาศัยอยู่หนาแน่น มีการดำเนินกิจกรรมต่างๆมากมาย รวมถึงมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก

ดังนั้นโครงงานนี้จึงได้ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้พลังงานไฟฟ้า กรณีศึกษาอาคารวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2553 ซึ่งมีจำนวนนักศึกษาภาควิศวกรรมโยธา 671 คน มีบุคลากรด้านต่างๆอีก 53 คน เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยแสดงผลเป็นค่าดัชนีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นต่อคน และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนสำหรับการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ควบคู่ไปกับการมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเทียบจากพื้นที่ ที่มีลักษณะของกิจกรรมแตกต่างกัน

1.2.2 เพื่อศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยเทียบจากประเภทกลุ่มผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยแสดงผลเป็นค่าดัชนีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่

1.3.2 ใช้เป็นแนวทางในการวางแผนสำหรับการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.3.3 เพื่อเป็นประโยชน์ในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ควบคู่ไปกับการมีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน

## 1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

1.4.1 โครงงานนี้เก็บข้อมูลเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางอ้อม จากการปล่อย ณ แหล่งที่ผลิตกระแสไฟฟ้า (โรงไฟฟ้า)

1.4.2 โครงงานนี้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉพาะอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4.3 โครงงานนี้ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2553 - ธันวาคม 2553

## 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.5.1 สืบค้นเอกสาร ศึกษาหลักการ และหาแหล่งอ้างอิง

1.5.2 เก็บและรวบรวมข้อมูล

1.5.3 วิเคราะห์ข้อมูล

## 1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

| กิจกรรม | ก.ย.53 | ต.ค.53 | พ.ย.53 | ธ.ค.53 | ม.ค.54 | ก.พ.54 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ค้นคว้าเอกสาร | | | | | | |
| เขียนโครงร่าง | | | | | | |
| เก็บข้อมูล | | | | | | |
| สอบโครงร่าง | | | | | | |
| เขียนรายงาน | | | | | | |
| สอบโครงงาน | | | | | | |

## 1.7 คำจำกัดความในโครงงาน

1.7.1 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) คือ ก๊าซที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ โดยอ้อม

1.7.2 กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

1.7.3 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร ($kWh/m^2$) คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่

1.7.4 กิโลวัตต์ชั่วโมง/คน (kWh/capita) คือ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน

1.7.5 ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor) คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการผลิตไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ($kgCO_2/kWh$)

## 1.8 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

| | |
|---|---|
| 1. ค่าถ่ายเอกสาร | 1,000 บาท |
| รวมเป็นเงิน | 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน) |

# บทที่ 2
# หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

## 2.1 ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือ ภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก หรือที่เรารู้จักกันดีในชื่อว่า Greenhouse Effect โดยภาวะโลกร้อน ซึ่งมีต้นเหตุจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ, การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนั้นมนุษย์เรายังได้เพิ่มก๊าซกลุ่มไนตรัสออกไซด์ และคลอโรฟลูโรคาร์บอน (CFC) เข้าไปอีกด้วยพร้อมๆ กับการที่เราตัดและทำลายป่าไม้จำนวนมหาศาลเพื่อสร้างสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทำให้กลไกในการดึงเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากระบบบรรยากาศถูกลดทอนประสิทธิภาพลง และในที่สุดสิ่งต่างๆ ที่เราได้กระทำต่อโลกได้หวนกลับมาสู่เราในลักษณะของ ภาวะโลกร้อน

### 2.1.1 ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

ปรากฏการณ์ทั้งหลายเกิดจากภาวะโลกร้อนขึ้นที่มีมูลเหตุมาจากการปล่อยก๊าซพิษต่างจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้แสงอาทิตย์ส่องทะลุผ่านชั้นบรรยากาศมาสู่พื้นโลกได้มากขึ้น ซึ่งนั่นเป็นที่รู้จักกันโดยเรียกว่า สภาวะเรือนกระจก พลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีทั้งรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว บรรยากาศของโลกทำหน้าที่ปกป้องรังสีคลื่นสั้นไม่ให้ลงมาทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกได้ โมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบนสุดจะดูดกลืนรังสีแกมมาและรังสีเอ็กซ์ จนทำให้อะตอมของก๊าซในบรรยากาศชั้นบนมีอุณหภูมิสูง และแตกตัวเป็นประจุ (บางครั้งเราเรียกชั้นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยประจุนี้ว่า "ไอโอโนสเฟียร์" มีประโยชน์ในการสะท้อนคลื่นวิทยุสำหรับการสื่อสาร) รังสีอุลตราไวโอเล็ตสามารถส่องผ่านบรรยากาศชั้นบนลงมา แต่ถูกดูดกลืนโดยก๊าซโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ที่ระยะสูงประมาณ 19 - 48 กิโลเมตร แสงแดดหรือแสงที่ตามองเห็นสามารถส่องลงมาถึงพื้นโลก รังสีอินฟราเรดถูกดูดกลืนโดยก๊าซเรือนกระจก เช่น ไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นโทรโปสเฟียร์ ส่วนคลื่นไมโครเวฟและคลื่นวิทยุในบางความถี่สามารถส่องทะลุชั้นบรรยากาศได้ สำหรับ บรรยากาศของโลกประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78% ก๊าซออกซิเจน 21% ก๊าซอาร์กอน 0.9% นอกนั้นเป็นไอน้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนเล็กน้อย แม้ว่าไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอนจะเป็นองค์ประกอบหลักของบรรยากาศ แต่ก็มิได้มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิของโลก ในทางตรงกันข้าม

ก๊าซโมเลกุลใหญ่ เช่น ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์ และมีเทน แม้จะมีอยู่ในบรรยากาศเพียงเล็กน้อย กลับมีความสามารถในการดูดกลืนรังสีอินฟราเรด และมีอิทธิพลทำให้อุณหภูมิของโลกอบอุ่น เราเรียกก๊าซพวกนี้ว่า "ก๊าซเรือนกระจก" (Greenhouse gas) เนื่องจากคุณสมบัติในการเก็บกักความร้อน หากปราศจากก๊าซเรือนกระจกแล้ว พื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิเพียง -18 องศาเซลเซียส ซึ่งนั่นก็หมายความว่าน้ำทั้งหมดบนโลกนี้จะกลายเป็นน้ำแข็ง

### 2.1.2 ปรากฏการณ์เรือนกระจก

ปรากฏการณ์เรือนกระจก ค้นพบโดยโจเซฟ ฟูเรียร์ เมื่อ พ.ศ. 2367 และได้รับการตรวจสอบเชิงปริมาณโดยสวานเต อาร์รีเนียส ในปี พ.ศ. 2439 กระบวนการเกิดขึ้นโดยการดูดซับและการปลดปล่อยรังสีอินฟราเรดโดยแก๊สเรือนกระจกเป็นตัวทำให้บรรยากาศและผิวโลกร้อนขึ้น การเกิดผลกระทบของปรากฏการณ์เรือนกระจกดังกล่าวไม่เป็นที่ถูกเถียงกันแต่อย่างใด เพราะโดยธรรมชาติแก๊สเรือนกระจกที่เกิดขึ้นนั้นจะมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่ 33 องศาเซลเซียส อยู่แล้ว ซึ่งถ้าไม่มี มนุษย์ก็จะอยู่อาศัยไม่ได้ ประเด็นปัญหาจึงอยู่ที่ว่าความแรงของปรากฏการณ์เรือนกระจกจะเปลี่ยนไปอย่างไร เมื่อกิจกรรมของมนุษย์ไปเพิ่มความเข้มของแก๊สเรือนกระจกในบรรยากาศ มีก๊าซจำนวนมากที่มีคุณสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน และถูกจัดอยู่ในกลุ่มก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีทั้งก๊าซที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

ก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญคือ ไอน้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โอโซน มีเทนและไนตรัสออกไซด์ สารซีเอฟซี เป็นต้น แต่ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมโดยพิธีสารเกียวโต มีเพียง 6 ชนิด โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) ก๊าซมีเทน ($CH_4$) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ($N_20$) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFC) ก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ($SF_6$) ทั้งนี้ ยังมีก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ สารซีเอฟซี (CFC หรือ Chlorofluorocarbon) ซึ่งใช้เป็นสารทำความเย็นและใช้ในการผลิตโฟม แต่ไม่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโต เนื่องจากเป็นสารที่ถูกจำกัดการใช้ในพิธีสารมอนทรีออลแล้ว กิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ กำลังเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ (อาจยกเว้นไอน้ำ) การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากถ่านหิน น้ำมันและก๊าซธรรมชาติรวมทั้งการตัดไม้ทำลายป่าทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การทำการเกษตรและการปศุสัตว์ปล่อยก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ควันจากท่อไอเสียรถยนต์ปล่อยก๊าซโอโซน นอกจากนี้ กระบวนการแปรรูปอุตสาหกรรมปล่อยสารฮาโลคาร์บอน (CFCs, HFCs, PFCs) การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก

(Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ เป็นดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี

| [illegible] | [illegible] (ปี) | [illegible] |
|---|---|---|
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 200-450 | 1 |
| มีเทน | 9-15 | 23 |
| ไนตรัสออกไซด์ | 120 | 296 |
| CFC-12 | 100 | 10,600 |
| เตตระฟลูออโรมีเทน | 50,000 | 5,700 |
| ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ | 3,200 | 22,000 |

(ข้อมูลจาก สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

2.1.2.1 ก๊าซเรือนกระจกในธรรมชาติ

ก๊าซเรือนกระจกที่มีอยู่ในบรรยากาศโลกตามธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ($CO_2$) มีเทน ($CH_4$) และไนตรัสออกไซด์ ($N_2O$) มีคุณสมบัติดูดกลืนความร้อน ทำให้โลกอบอุ่น และเอื้อให้สิ่งมีชีวิตสามารถอาศัยอยู่ในโลกได้ แต่กิจกรรมต่างๆของมนุษย์ โดยเฉพาะหลังยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา มีการใช้พลังงานฟอสซิล (fossil fuel) เช่น น้ำมัน ถ่านหิน มาก การสูญเสียพื้นที่ป่าไม้ ทำให้ก๊าซเรือนกระจกถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศในปริมาณมาก บรรยากาศโลกดูดกลืนความร้อนไว้มากขึ้น เกิดภาวะเรือนกระจก หรือโลกร้อน นำมาสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทั่วโลก

2.1.2.2 ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมด้วยพิธีสารมอนทรีออล

สารสังเคราะห์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น chlorofluorocarbons (CFCs), hydrochlorofluorocarbons (HCFCs), halons, methyl bromide ($CH_3Br$) เป็นต้น ใช้กันแพร่หลายในเครื่องทำความเย็น และอุตสาหกรรมต่างๆ สารเหล่านี้นอกจากทำลายชั้นของโอโซน (Ozone Depleting Substances, ODSs) ที่ห่อหุ้มบรรยากาศโลกซึ่งช่วยกรองแสงอัลตราไวเลต (UV) แล้ว ยังมีค่าศักยภาพในการดูดกลืนความร้อน (Global warming potential, GWP) สูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลายเท่า เช่น ก๊าซ CFC-12, CFC-114 มีค่า GWP สูงถึง 9,880 และ 10,270 เป็นต้น ในปัจจุบันสาร CFC เหล่านี้ถูกควบคุมการผลิตโดยพิธีสารมอนทรีออล

(Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer) ซึ่งเป็นข้อตกลงร่วมกันระหว่างนานาประเทศในการควบคุมการผลิตและการบริโภคสารที่ทำลายชั้นของชั้นโอโซนที่ห่อหุ้มบรรยากาศโลก

ส่วนก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ทำลายชั้นโอโซนแต่ดูดกลืนความร้อนสูง สารบางชนิดที่นำมาใช้ทดแทนสารที่ทำลายชั้นโอโซน (ODSs) มีสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจกที่รุนแรง คือมีค่า GWP สูงกว่าสาร ODSs มากเช่น Perfluorocarbons (PFCs), Hydrofluorocarbons (HFCs) และ SF6 เป็นต้น ค่า GWP ของก๊าซเหล่านี้แสดงในตารางที่ 2 การรายงานการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายหลัง ค.ศ. 1995 ต้องประเมินการปลดปล่อยก๊าซเหล่านี้ด้วย

**2.1.3 ผลจากภาวะโลกร้อน**

ภาวะโลกร้อนได้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของโลกมากมายและก่อให้เกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่างๆ ได้แก่

**2.1.3.1 เอล นิโญ และลา นิโญ**

เอล นิโญ และลา นิโญ ทั้ง 2 คำนี้เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างการหมุนเวียนของกระแสอากาศ และกระแสน้ำในมหาสมุทรทั้งบนผิวพื้นและใต้มหาสมุทร แต่เกิดจากภาวะโลกร้อน ทำให้เกิดความผกผันของกระแสอากาศโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตร เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอล นิโญ กระแสลมสินค้าตะวันออกอ่อนกำลัง กระแสลมพื้นผิวเปลี่ยนทิศทาง พัดจากประเทศอินโดนีเซียและออสเตรเลียตอนเหนือไปทางตะวันออก แล้วยกตัวขึ้นเหนือชายฝั่งทวีปอเมริกาใต้ ก่อให้เกิดฝนตกหนักและแผ่นดินถล่มในประเทศเปรูและเอกวาดอร์ กระแสลมพัดกระแสน้ำอุ่นบนพื้นผิวมหาสมุทรแปซิฟิกไปกองรวมกันบริเวณชายฝั่งประเทศเปรู ทำให้กระแสน้ำเย็นใต้มหาสมุทรไม่สามารถลอยตัวขึ้นมาได้ ทำให้บริเวณชายฝั่งขาดธาตุอาหารสำหรับปลา และนกทะเล ชาวประมงจึงขาดรายได้ ปรากฏการณ์เอล นิโญ ทำให้ฝนตกหนักในตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ แต่ก่อให้เกิดความแห้งแล้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และออสเตรเลียตอนเหนือ การที่เกิดไฟไหม้ป่าอย่างรุนแรงในประเทศอินโดนีเซีย "เอล นิโญ" ทำให้เกิดฝนตกหนักในตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ และเกิดความแห้งแล้งในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในทางกลับกัน "ลา นิโญ" ทำให้เกิดความแห้งแล้งทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาใต้ และเกิดฝนตกหนักในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ทั้ง 2 ปรากฏการณ์นี้ เกิดจากความผกผันของกระแสอากาศโลกบริเวณเส้นศูนย์สูตร เหนือมหาสมุทรแปซิฟิก ซึ่งนักวิทยาศาสตร์วิเคราะห์ว่าเกิดจากภาวะโลกร้อน

**2.1.3.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ**

ปัจจุบันอุณหภูมิของโลกทั้งบนแผ่นดินและในมหาสมุทรได้เพิ่มขึ้น 0.75 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับในช่วงปี พ.ศ. 2403 – 2443 ตาม "การบันทึกอุณหภูมิด้วยเครื่องมือ" (instrumental temperature record) การวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่มีผลมากนักต่อ "ปรากฏการณ์เกาะความร้อน" นับแต่ปี พ.ศ. 2522 เป็นต้นมา อุณหภูมิผิวดินได้เพิ่มเร็วขึ้นประมาณ 2 เท่าเมื่อเทียบกับการเพิ่มอุณหภูมิของผิวทะเล (0.25 องศาเซลเซียส ต่อทศวรรษ กับ 0.13 องศาเซลเซียส ต่อทศวรรษ) อุณหภูมิของชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ตอนล่างได้เพิ่มขึ้นระหว่าง 0.12 และ 0.22 องศาเซลเซียส ต่อทศวรรษมาตั้งแต่ พ.ศ. 2522 เช่นกันจากการวัดอุณหภูมิโดยดาวเทียม เชื่อกันว่าอุณหภูมิของโลกค่อนข้างเสถียรมากกว่ามาตั้งแต่ 1 – 2,000 ปีก่อนถึงปี พ.ศ. 2422 โดยอาจมีการขึ้นๆ ลงๆ ตามภูมิภาคบ้าง เช่นในช่วง การร้อนของยุคกลาง (Medieval Warm Period) และ ในยุคน้ำแข็งน้อย (Little Ice Age)

อุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรเพิ่มในอัตราที่ช้ากว่าบนแผ่นดินเนื่องจากความจุความร้อนของน้ำที่มากกว่าและจากการสูญเสียความร้อนที่ผิวน้ำจากการระเหยที่เร็วกว่าบนผิวแผ่นดิน เนื่องจากซีกโลกเหนือมีมวลแผ่นดินมากกว่าซีกโลกใต้ ซีกโลกเหนือจึงร้อนเร็วกว่า และยังมีพื้นที่ที่กว้างขวางที่ปกคลุมโดยหิมะตามฤดูกาลที่มีอัตราการสะท้อนรังสีที่ป้อนกลับได้มากกว่า แม้แก๊สเรือนกระจกจะถูกปลดปล่อยในซีกโลกเหนือมากกว่าซีกโลกใต้ แต่ก็ไม่มีผลต่อความไม่ได้ดุลของการร้อนขึ้น เนื่องจากแก๊สกระจายรวมกันได้รวดเร็วในบรรยากาศระหว่างสองซีกโลก โดยอาศัยการประมาณจากข้อมูลของ "สถาบันกอดดาร์ดเพื่อการศึกษาห้วงอวกาศ" (Goddard Institute for Space Studies) ของนาซา โดยการใช้เครื่องมือวัดแบบต่างๆ ที่เชื่อถือได้และมีใช้กันมาตั้งแต่ พ.ศ. 2400 พบว่าปี พ.ศ. 2548 เป็นปีที่ร้อนที่สุด ร้อนกว่าสถิติร้อนสุดที่บันทึกได้เมื่อ พ.ศ. 2541 เล็กน้อย แต่การประมาณที่ทำโดยองค์การอุตุนิยมโลก (World Meteorological Organization) และหน่วยวิจัยภูมิอากาศสรุปว่า พ.ศ. 2548 ร้อนรองลงมาจาก พ.ศ. 2541

การปลดปล่อยมลพิษจากการกระทำของของมนุษย์ที่เด่นชัดอีกอย่างหนึ่งได้แก่ "ละอองลอย" ซัลเฟต ซึ่งสามารถเพิ่มผลการลดอุณหภูมิโดยการสะท้อนแสงอาทิตย์กลับออกไปจากโลก สังเกตได้จากการบันทึกอุณหภูมิที่เย็นลงในช่วงกลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 (ประมาณตั้งแต่ พ.ศ. 2490) แม้การเย็นลงนี้อาจเป็นส่วนหนึ่งของการผันแปรของธรรมชาติ เจมส์ เฮนสัน และคณะได้เสนอว่าผลของการเผาไหม้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์คือ $CO_2$ และละอองลอยจะหักล้างกันเป็นส่วนใหญ่ ทำให้การร้อนขึ้นในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาเกิดจากแก๊สเรือนกระจกที่ไม่ใช่ $CO_2$

## 2.2 คาร์บอนไดออกไซด์ ( Carbon dioxide)

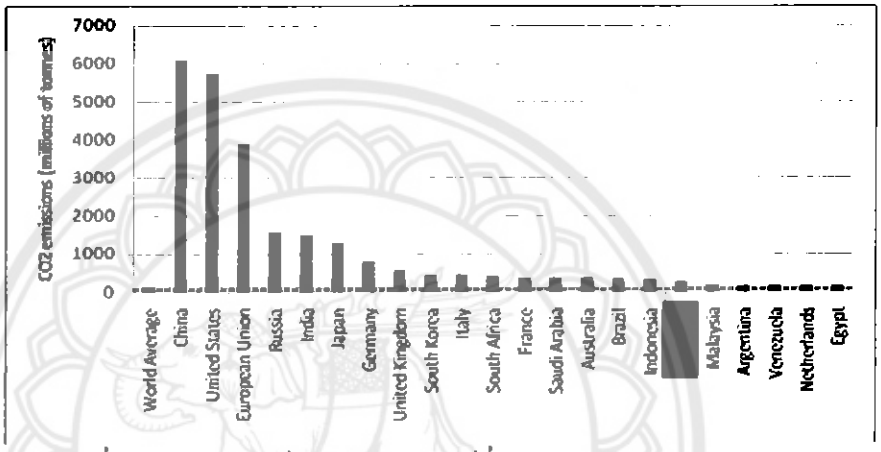
คาร์บอนไดออกไซด์ ( carbon dioxide) เป็นก๊าซในบรรยากาศ ที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 4 ในอากาศ รองจากไนโตรเจน ออกซิเจนและ อาร์กอน คาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การหายใจของสิ่งมีชีวิต หรือการเผาไหม้ของสารประกอบอินทรีย์ ก๊าซนี้เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เพื่อใช้คาร์บอนและออกซิเจนในการสังเคราะห์คาร์โบไฮเดรต จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนี้ พืชจะปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาสู่บรรยากาศ ทำให้สัตว์ได้ใช้ออกซิเจนนี้ในการหายใจ การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ของพืชนี้เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกลงได้ เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซหนึ่งที่เป็นสาเหตุของปรากฏการณ์เรือนกระจก คาร์บอนไดออกไซด์ที่มนุษย์ปล่อยออกสู่บรรยากาศมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล มาจากการผลิตพลังงานและการขนส่งเป็นหลัก นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและการทำลายป่ายังเป็นสาเหตุสำคัญด้วย ตัวอย่างเช่น ต้นไม้ เป็น "ตัวดูดซับคาร์บอน" โดยธรรมชาติ โดยดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อมีชีวิตอยู่ และเมื่อถูกทำลายจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ เมื่ออยู่ในบรรยากาศแล้ว คาร์บอนไดออกไซด์จะคงอยู่เป็นเวลา 50 ถึง 200 ปี และบางส่วนคงอยู่ตลอดไป

ในยุคเริ่มแรกของโลกและระบบสุริยะ มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศถึง 98% เนื่องจากดวงอาทิตย์ยังมีขนาดเล็กและแสงอาทิตย์ยังไม่สว่างเท่าทุกวันนี้ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ช่วยทำให้โลกอบอุ่น เหมาะสำหรับเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ครั้นกาลเวลาผ่านไปดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ขึ้น น้ำฝนได้ละลายคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศลงมายังพื้นผิว แพลงก์ตอนบางชนิดและพืชตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ มาสร้างเป็นอาหารโดยการสังเคราะห์ด้วยแสง ทำให้ภาวะเรือนกระจกลดลง โดยธรรมชาติก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจากการหลอมละลายของหินปูน ซึ่งโผล่ขึ้นมาจากปล่องภูเขาไฟ และการหายใจของสิ่งมีชีวิต

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากการเผาไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง โรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่าเพื่อใช้พื้นที่สำหรับอยู่อาศัยและการทำปศุสัตว์ เป็นต้น โดยการเผาป่าเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศได้โดยเร็วที่สุด เนื่องจากต้นไม้มีคุณสมบัติในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลง ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงลอยขึ้นไปสะสมอยู่ในบรรยากาศได้มากยิ่งขึ้น และทำให้พลังงานความร้อนสะสมบนผิวโลกและในบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์/ตารางเมตร (ปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อม)

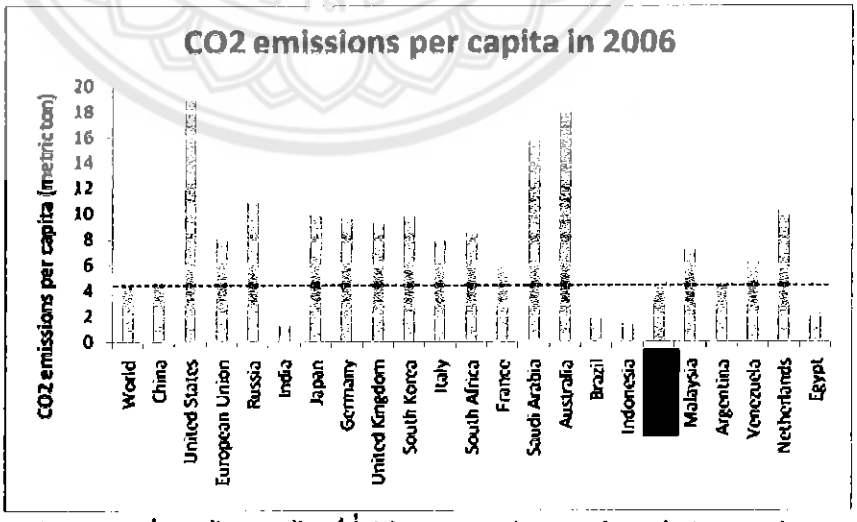
## 2.3 ก๊าซเรือนกระจกจากพลังงาน

โดยรวมแล้วประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณที่น้อยมาก ในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยปล่อยก๊าซ $CO_2$ 273 ล้านเมตริกตัน ถึงจะมากกว่าค่าเฉลี่ยของโลกแต่ก็ยังน้อยกว่าประเทศสหรัฐอเมริกากว่า 20เท่า (รูปที่ 2.1) สาเหตุที่ค่าเฉลี่ยของโลกสูงมากนั้นเป็นเพราะมีหลายประเทศที่มีประชากรต่ำ และมีอุตสาหกรรมเป็นจำนวนไม่มาก ดังนั้นการเปรียบเทียบจึงควรนำปัจจัยเหล่านี้มาคิดด้วย เช่น หากเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยมาจากนานาประเทศต่อจำนวนประชากร ประเทศไทยก็ไม่ได้สูงไปกว่าค่าเฉลี่ยของโลก (รูปที่ 2.2)




รูปที่ 2.1 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยมาจากประเทศต่างๆ

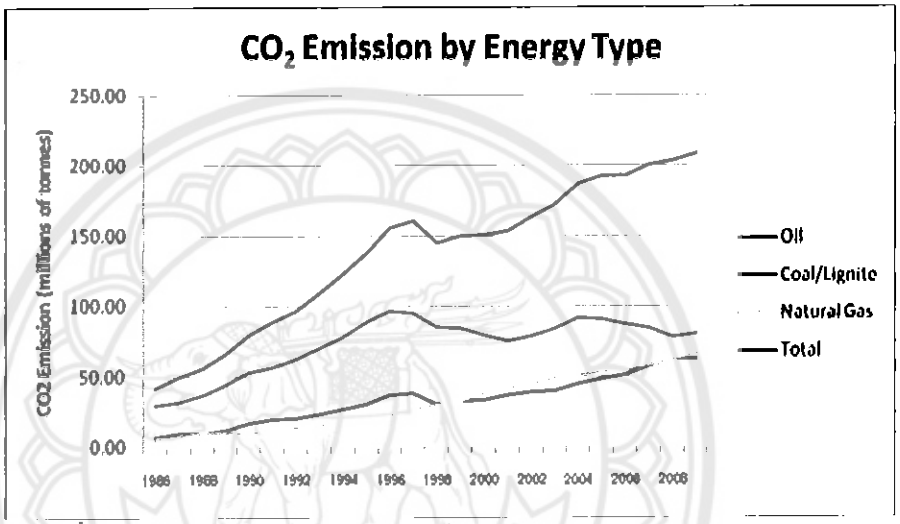
(ข้อมูลจาก Carbon Dioxide Information Analysis Center)




รูปที่ 2.2 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยมาจากประเทศต่างๆต่อจำนวนประชากร

(ข้อมูลจาก Carbon Dioxide Information Analysis Center)

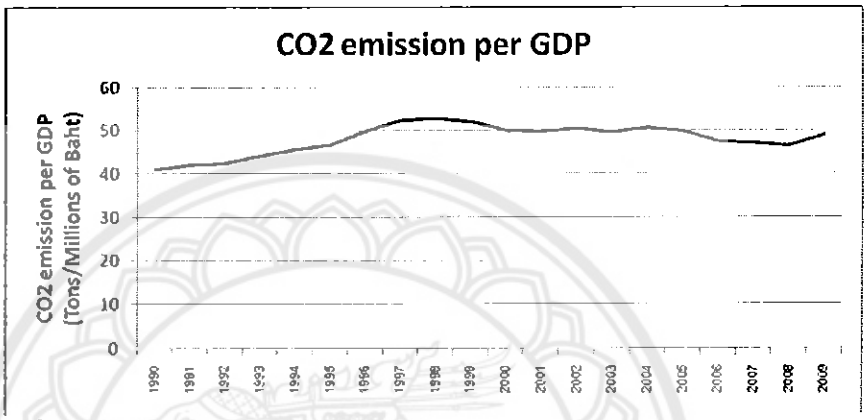
ในแง่ของพลังงานประเทศไทย พบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากแหล่งพลังงานต่างๆเพิ่มมากขึ้น(รูปที่ 2.3) แหล่งพลังงานที่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดได้แก่น้ำมัน ซึ่งได้ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุดมาตลอด แต่ได้ปรับลดจำนวนลงมาเล็กน้อย ต่างจากพลังงานจากถ่านหิน/ถ่านลิกไนท์ กับก๊าซธรรมชาติ ที่เพิ่มปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในอัตราที่ช้ากว่า เส้นกราฟเป็นแนวตรงอย่างที่สามารถเห็นได้ในรูปที่ 2.3 แต่อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าเสียดายที่ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดที่มาจากการผลิตพลังงานของไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงมีความเป็นไปว่าประเทศไทยจะสร้างคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรมากกว่าค่าเฉลี่ยของโลกในไม่ช้า



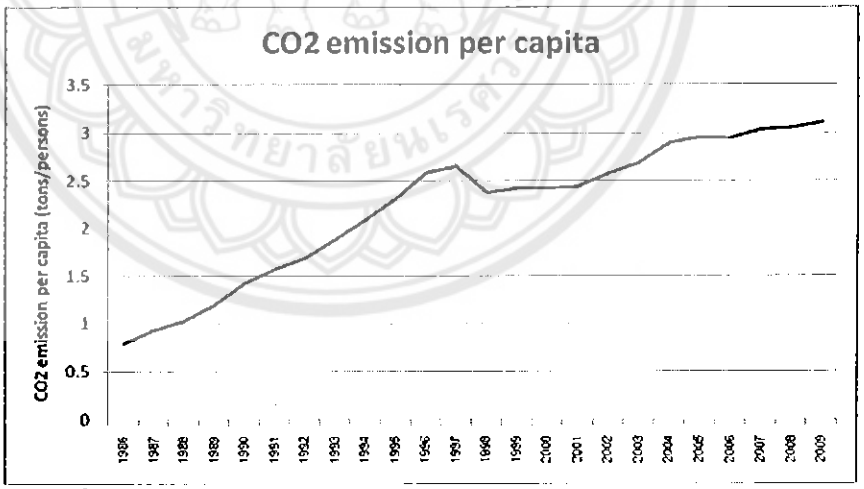

รูปที่ 2.3 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากแหล่งพลังงานต่างๆของไทย
(จากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

สำหรับจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจ (GDP) ในช่วงปี ค.ศ. 1990 ถึง 1997 มีการปรับตัวขึ้นเล็กน้อย แต่นับจากนั้นก็มีค่าที่คงที่อยู่ที่ประมาณ 50 ตันต่อล้านบาท (รูปที่ 2.4) และมีท่าทีจะคงที่ต่อไปในอนาคต ต่างจากจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนประชากรซึ่งปรับตัวขึ้นกว่า 6 เท่าในระยะเวลา 15 ปีที่ผ่านมา ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปรับตัวขึ้นเร็วกว่าจำนวนประชากรเป็นอย่างมาก โดยในช่วง ปี ค.ศ. 1986 ถึง 1996 มีการปรับตัวในอัตราที่เร็วกว่าช่วงปี ค.ศ. 1996-2009 อย่างที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.5 สาเหตุที่อัตราการปรับตัวขึ้นของจำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรลดลงอาจมาจากวิกฤติการณ์ทางการเงินปี 2540 (ค.ศ. 1997) ซึ่งสามารถเห็นได้ชัดจากรูปที่ 2.5 ที่จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรลดลงในปี ค.ศ.1997 และค่อยๆเพิ่มขึ้นในอัตราที่ช้ากว่าในปีต่อมา

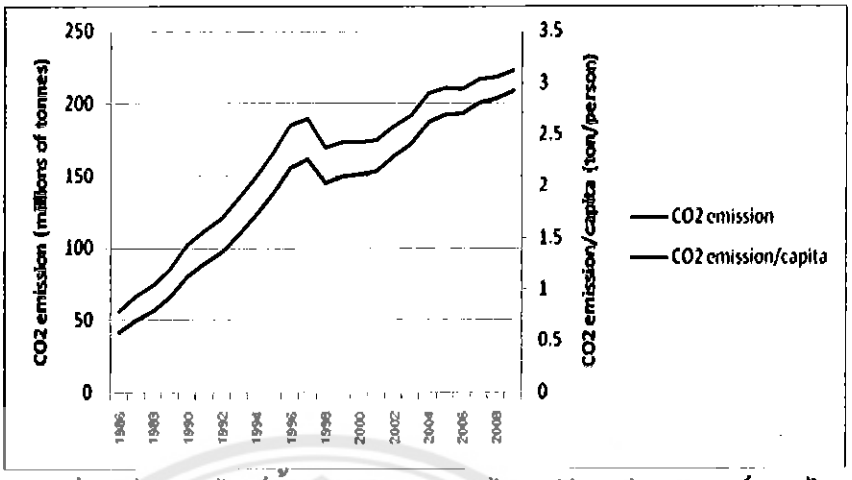
วิกฤติการณ์ทางการเงินอาจส่งผลต่อการลงทุนและการผลิตสินค้า จึงทำให้ปริมานคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตลดลง และเป็นสาเหตุที่ผลรวมคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากประเทศไทยลดตัวลงช่วงปี ค.ศ.1997 ดังในรูปที่ 2.3 ซึ่งได้นำมาแสดงเปรียบเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรในรูปที่ 2.6 โดยพบว่ามีโครงสร้างกราฟที่คล้ายคลึงกันมาก จึงสามารถสรุปเพิ่มเติมได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรขึ้นต่อผลรวมคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดมากกว่าจำนวนประชากร




รูปที่ 2.4 จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการขยายตัวทางเศรษฐกิจของไทย
(ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน )



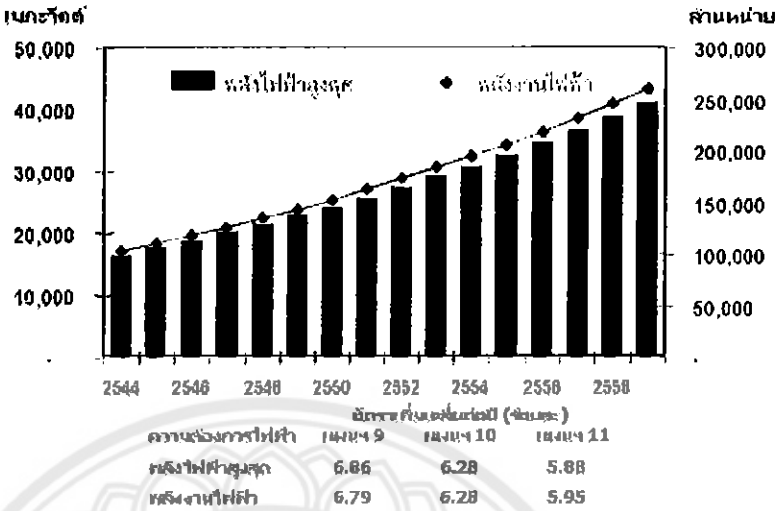

รูปที่ 2.5 จำนวนคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนประชากรของไทย
(ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน )




**รูปที่** 2.6 ผลรวมคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจากประเทศไทยเปรียบเทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรของไทย (ข้อมูลจาก สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน)

## 2.4 แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต

พลังงานเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อระบบเศรษฐกิจและการดำเนินชีวิตของประชาชนทั่วโลก เป็นปัจจัยที่ทำให้โลกมีการพัฒนาขับเคลื่อนไปข้างหน้าได้ สำหรับประเทศกำลังพัฒนาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าเติบโตอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคตมีมากขึ้น(รูปที่ 2.7) ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อปัญหาการเกิดภาวะโลกร้อน โดยจะทำให้อุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกสูงเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศอย่างรุนแรง และส่งผลต่อระบบนิเวศอื่นๆ ในโลก ปัจจุบันเราเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นเกิดขึ้นบ้างแล้ว และทุกประเทศต่างให้ความสนใจกับลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงาน โดยใช้แนวทางการแก้ไข 2 แนวทางคือ การเพิ่มปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียน (Renewable Energy) และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (Energy Efficiency) โดยการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทั้งสองส่วนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมีราคาที่ต่ำลง สามารถนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย




รูปที่ 2.7 กราฟแสดง แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคต
(ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน )

## 2.5 ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor)

ใช้ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor) จากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการใช้คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ธันวาคม 2552 เท่ากับ 0.561 $kgCO_2/kWh$

## 2.6 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

ตารางที่ 2.2 กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด

| เครื่องใช้ไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | เครื่องใช้ไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) |
|---|---|---|---|
| พัดลมตั้งพื้น | 45-75 | หลอดไฟแบบไส้ | 25-100 |
| พัดลมเพดาน | 70-104 | หลอดฟลูออเรสเซนต์ | 18-36 |
| ตู้เย็น 2-12 คิว (ลบ.ฟุต) | 50-200 | ตู้ทำน้ำเย็น | 220 |
| เครื่องปรับอากาศ | 680-3,300 | กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า | 670-990 |
| เครื่องดูดฝุ่น | 625-1,000 | Air Compressors 1/2 แรงม้า | 375 |
| โทรทัศน์สี | 60-110 | Air Compressors 1 แรงม้า | 750 |
| วีดีโอ | 30-50 | แอร์ 36000 BTU | 220-380 |
| วิทยุ | 50 -200 | แอร์ 42000 BTU | 380 |
| คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ | 85-120 | ปั๊มน้ำ 1/3 แรงม้า | 250 |
| คอมพิวเตอร์ชนิดกระเป๋าหิ้ว | 20 | ปั๊มน้ำ 1/2 แรงม้า | 375 |
| Printer | 400-600 | ปั๊มน้ำขนาดใหญ่ | 17,300 |
| เครื่องโทรสาร | 60-70 | เครื่องเสียง | 60-352 |
| เครื่องถ่ายเอกสาร | 150-200 | ลำโพง | 12-18 |
| เครื่องสแกน 1.5A | 330 | hub1.5A | 330 |
| Monitor (CRT) | 200-250 | Rater Power | 60 |
| เครื่องฉายภาพ | 750 | overhead | 350 |

(ข้อมูลจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

## 2.7 การคิดค่าพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่นำไปใช้งาน ในเวลา 1 วินาที มีหน่วยเป็น จูลต่อวินาที หรือ วัตต์ (Watt)

2.7.1 การคำนวณหากำลังไฟฟ้า ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปในเวลา 1 วินาที ดังนี้

$$\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้(จูล)}}{\text{เวลาที่ใช้(วินาที)}}$$

หรือ พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) x เวลา (วินาที)

2.7.1.1 ตัวอย่างที่ 1 ตู้เย็นหลังหนึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,500 จูล ในเวลา 10 วินาที ตู้เย็นหลังนี้มีกำลังไฟฟ้าเท่าไร

วิธีทำ $$\text{กำลังไฟฟ้า(วัตต์)} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าที่ใช้(จูล)}}{\text{เวลาที่ใช้(วินาที)}}$$

แทนค่า $$\text{กำลังไฟฟ้า} = \frac{1500}{10}$$

กำลังไฟฟ้า = 150 จูล/วินาที หรือ 150 วัตต์

นั่นคือ ตู้เย็นหลังนี้มีกำลังไฟฟ้า 150 จูลต่อวินาที หรือ 150 วัตต์

2.7.1.2 ตัวอย่างที่ 2 หลอดไฟฟ้าขนาด 60 w จำนวน 2 หลอด เปิดไว้นาน 3 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ หลอดไฟฟ้า 2 หลอด ใช้กำลังไฟฟ้า = 2 x 6 = 120 วัตต์

เวลาที่ใช้งาน = 3x 60 x60 = 10,800 วินาที

พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

แทนค่า พลังงานไฟฟ้า = 120 x 10,800 = 1,296,000 จูล

นั่นคือ หลอดไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้า = 1,296,000 จูล

**2.7.2 การวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านนิยมใช้หน่วยใหญ่กว่าจูล โดยใช้เป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วย (unit : ยูนิต) พลังงานไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์- ชั่วโมง หมายถึง พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป 1,000 วัตต์ ในเวลา 1 ชั่วโมง หรือ พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) x เวลา (ชั่วโมง)**

**2.7.2.1 <u>ตัวอย่างที่ 3</u> เปิดเครื่องปรับอากาศที่ใช้กำลังไฟฟ้า 2,000 วัตต์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปกี่หน่วย และจะเสียเงินเท่าไร ถ้าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 2.50 บาท**

**วิธีทำ พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ) x เวลา ( ชั่วโมง )**

$$\text{กำลังไฟฟ้า} = 2{,}000 \text{ วัตต์} = \frac{2000}{1000} = 2 \text{ กิโลวัตต์}$$

เวลาที่ใช้ = 2 ชั่วโมง

แทนค่า พลังงานไฟฟ้า = 2 X 2 = 4 หน่วย

นั่นคือ จะใช้พลังงานไฟฟ้าไป 4 หน่วย

ถ้าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 2.50 บาท จะเสียเงินค่าพลังงานไฟฟ้า = 4 X 2.50 = 10 บาท

**2.7.3 กำลังไฟฟ้ามีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าและความต่างศักย์ ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้จากผลคูณระหว่างความต่างศักย์ กับกระแสไฟฟ้าดังนี้**

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = ความต่างศักย์ (โวลต์) X กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)

หรือ $P = V I$

เมื่อกำหนดให้ P แทน กำลังไฟฟ้า มีหน่วย เป็น วัตต์ (w)

V แทน ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)

I แทน กระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

**2.7.3.1 <u>ตัวอย่างที่ 4</u> กาต้มน้ำไฟฟ้าใบหนึ่งใช้กำลังไฟฟ้า 990 วัตต์ เมื่อต่อเข้ากับความต่างศักย์ 220 โวลต์จะมีกระแสไฟฟ้าผ่านเท่าไร**

**วิธีทำ** จาก $P = VI$

**ดังนั้น** $990 = 220 \times I$

$$I = \frac{990}{220} = 4.5 \text{ A}$$

**นั่นคือ กระแสไฟฟ้าที่ผ่านกาต้มน้ำไฟฟ้า 4.5 แอมแปร์**

## 2.8 การคิดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

### 2.8.1 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(ตัน$CO_2$) = Emission Factor ($kgCO_2/kWh$) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)

### 2.8.2 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า/พื้นที่

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(ตัน$CO_2$) = Emission Factor ($kgCO_2/kWh$) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)/พื้นที่ ($m^2$)

### 2.8.3 การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า/คน

การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์(ตัน$CO_2$) = Emission Factor ($kgCO_2/kWh$) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)/จำนวนคน (Capita)

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินโครงงาน

## 3.1 การเก็บข้อมูล

การศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ปีการศึกษา 2553 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้แก่ อาคารวิศวกรรมโยธา มีรายละเอียดการเก็บข้อมูล ดังนี้

**3.1.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคาร**

ได้แก่ ชื่ออาคาร แผนผังอาคาร และการใช้พื้นที่อาคารแบ่งตามประเภทการใช้งาน เช่น ห้องเรียนบรรยาย ห้องปฏิบัติการ สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ ห้องบริการ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ส่วนกลาง เป็นต้น

**3.1.2 รวบรวมข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน**

อาคารวิศวกรรมโยธา ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2553 - ธันวาคม 2553 จากงานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

**3.1.3 ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า**

ได้แก่ ชนิด จำนวน ขนาดการใช้ไฟฟ้า เป็นต้น เก็บข้อมูลโดยวิธีการทำแบบสอบถามและสำรวจอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องเรียนบรรยาย ห้องปฏิบัติการ สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ ห้องบริการ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ส่วนกลาง

**3.1.4 ข้อมูลกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า**

ได้แก่ ระยะเวลา จำนวนผู้ใช้ และลักษณะของการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นต้น เก็บข้อมูลโดยวิธีการทำแบบสอบถาม สำรวจ และรวบรวมข้อมูลจากงานบริการการศึกษา หน่วยวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

## 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.2.1 วิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์ชั่วโมง, kWh)

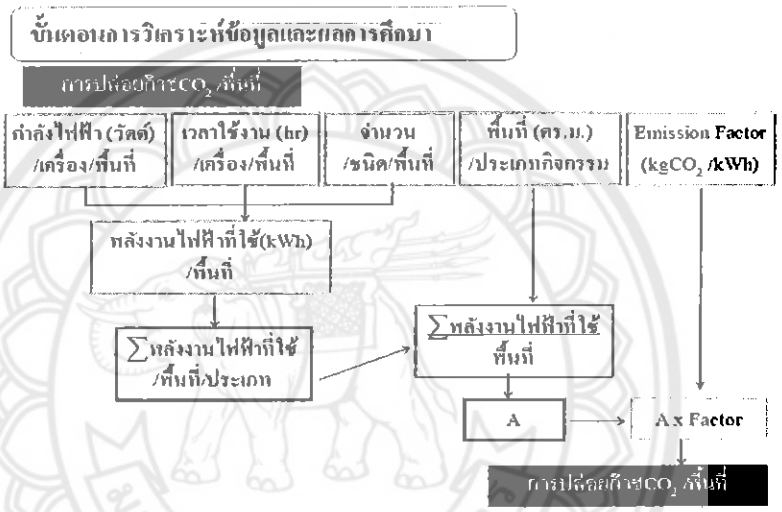
จำแนกตามประเภทของอาคาร ได้แก่ อาคารวิศวกรรมโยธา โดยใช้สูตรดังนี้

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = ∑(กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์ ) x เวลา ( ชั่วโมง ) x จำนวน )

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = ∑((50x109x42)+(85x122x170)+(150x216x9)+(2500x122x32)+…

…+(18x13.5x39)+(330x13.5x7)+(60x0x3)+(350x0x0)/1000)

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = 84,995 kWh หรือ = 84,995 หน่วย

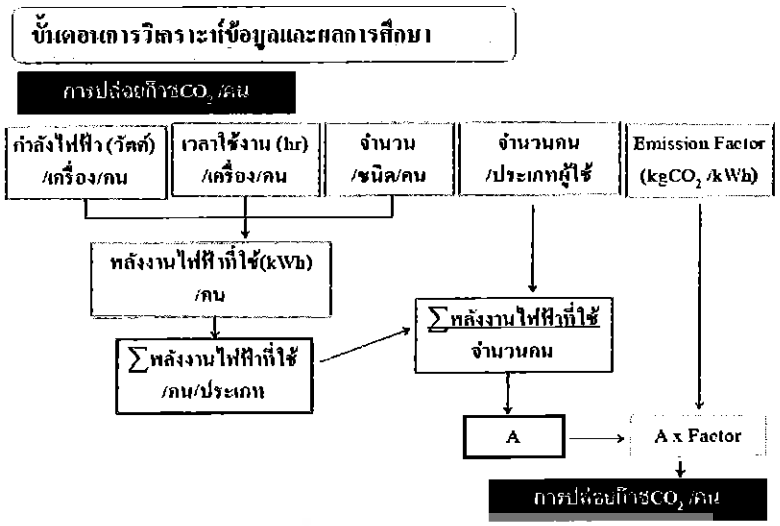



### 3.2.2 วิเคราะห์ดัชนีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ (กิโลวัตต์ชั่วโมง/ตารางเมตร, $kWh/m^2$)

โดยเทียบพื้นที่ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งาน ได้แก่ ห้องเรียนบรรยาย สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ส่วนกลาง โดยใช้สูตรดังนี้

พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ = พลังงานไฟฟ้า (kWh) / พื้นที่ตามประเภทการใช้งาน (ตร.ม.)

| | | |
|---|---|---|
| ห้องเรียน | = 3,018 / 405 | = 7.45 $kWh/m^2$ |
| สำนักงาน | = 41,978 / 928 | = 45.24 $kWh/m^2$ |
| ห้องพักอาจารย์ | = 16,834 / 993 | = 16.95 $kWh/m^2$ |
| พื้นที่ส่วนกลาง | = 23,101 / 6,789 | = 3.40 $kWh/m^2$ |




**3.2.3 วิเคราะห์ดัชนีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน (กิโลวัตต์ชั่วโมง/คน, kWh/capita)**

**โดยเทียบกลุ่มผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน ได้แก่ อาจารย์ บุคลากร นักศึกษาระดับปริญญาเอกและโท นักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้สูตรดังนี้**

**พลังงานไฟฟ้าต่อคน = พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh) / จำนวนคน (Capita)**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **อาจารย์** | = 18,432 / 169 | = 109.06 | **kWh/คน** |
| **บุคลากร** | = 18,748 / 184 | = 101.89 | **kWh/คน** |
| **นศ. ป.เอกและโท** | = (1,014+16,121) / (12+437) | = 38.16 | **kWh/คน** |
| **นศ. ป.ตรี** | = 28,817 / 2,482 | = 11.61 | **kWh/คน** |

**3.2.4 วิเคราะห์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์,$CO_2$)**

จากการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยใช้ค่าแฟคเตอร์(Emission Factor) ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจากการผลิตไฟฟ้า เท่ากับ 0.561 $kgCO_2$/kWh (แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ ของประเทศไทย)

**โดยใช้สูตร**

**การปล่อยก๊าซ $CO_2$ (ตัน$CO_2$) = Emission Factor ($kgCO_2$/kWh) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (kWh)**

**การปล่อยก๊าซ $CO_2$ (ตัน$CO_2$) =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 84,995 kWh**

**การปล่อยก๊าซ $CO_2$ (ตัน$CO_2$) = 47.682 ตัน$CO_2$**

และโดยใช้สูตร

การปล่อยก๊าซ$CO_2$(ตัน$CO_2$)= Emission Factor($kgCO_2$/kWh) x พลังงานไฟฟ้าที่ใช้(kWh)/พื้นที่ ($m^2$)

ห้องเรียน =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 7.45(kWh/$m^2$) = 0.004 ตัน$CO_2$

สำนักงาน =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 45.24(kWh/$m^2$) = 0.025 ตัน$CO_2$

ห้องพักอาจารย์ =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 16.95(kWh/$m^2$) = 0.010 ตัน$CO_2$

พื้นที่ส่วนกลาง =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 3.40(kWh/$m^2$) = 0.002 ตัน$CO_2$

และโดยใช้สูตร

การปล่อยก๊าซ$CO_2$(ตัน$CO_2$)=Emission Factor($kgCO_2$/kWh)xพลังงานไฟฟ้าที่ใช้(kWh)/คน (Capita)

อาจารย์ = (0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 109.06 kWh/คน = 0.061 ตัน$CO_2$

บุคลากร =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 101.89 kWh/คน = 0.057 ตัน$CO_2$

นศ. ป.เอกและโท =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 38.16 kWh/คน = 0.021 ตัน$CO_2$

นศ. ป.ตรี =(0.561 $kgCO_2$/kWh /1000) x 11.61 kWh/คน = 0.007 ตัน$CO_2$

# บทที่ 4
# ผลการทดลองและวิเคราะห์

ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปี 2553 ได้ผลดังนี้

## 4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า

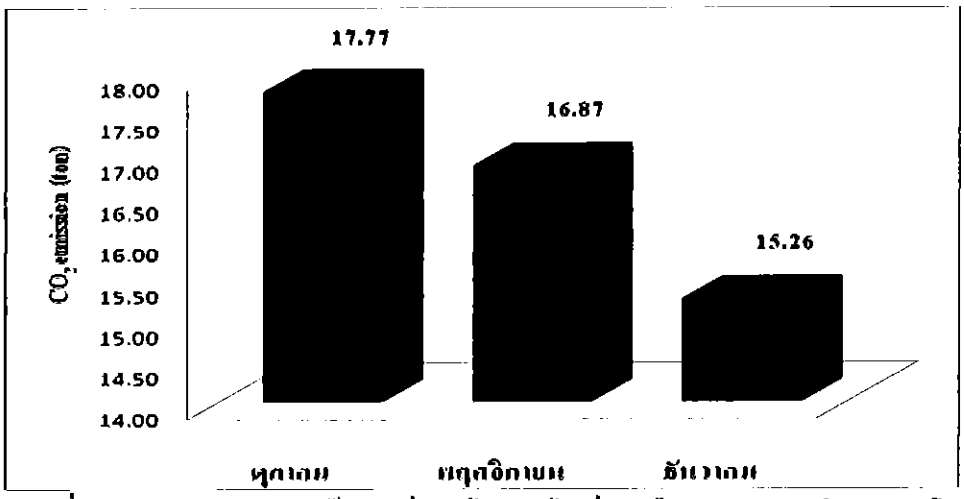
ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่ เดือนตุลาคม 2553 ถึง เดือนธันวาคม 2553 ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา

| ประเภทอาคาร | การใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ตุลาคม | พฤศจิกายน | ธันวาคม | รวม |
| อาคารโยธา | 31,680 | 30,080 | 27,200 | 88,960 |

## 4.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา

จากการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอกนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2553 ถึง เดือนธันวาคม 2553 โดยใช้ค่าแฟคเตอร์ (Emission Factor) เท่ากับ 0.561 kg $CO_2$/kWh ได้ผลแสดงดังรูปที่ 4.1




รูปที่ 4.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา

จากรูปที่ 4.1 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารวิศวกรรมโยธา ในแต่ละเดือนมีค่าใกล้เคียงกันและมีแนวโน้มลดลงตามลำดับ คือ เดือนตุลาคม, พฤศจิกายน, ธันวาคม มีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารวิศวกรรมโยธา เท่ากับ 17.77, 16.87 และ 15.26 ตัน $CO_2$ / เดือน ตามลำดับและเมื่อรวมปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอาคารวิศวกรรมโยธาทั้ง 3 เดือนมีค่าเท่ากับ 49.910 ตัน $CO_2$

สำหรับพลังงานไฟฟ้ารวมทั้ง 3 เดือน ที่ได้จากการคำนวณ เท่ากับ 84,995 kWh หรือ 84,995 หน่วย และเมื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้ง 3 เดือน ได้เท่ากับ 47.682 ตัน $CO_2$ ซึ่งพบว่าค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าน้อยกว่าค่าพลังงานที่ใช้งานและปริมาณที่เกิดขึ้นจริง เนื่องจากไม่สามารถเก็บข้อมูลได้ครบถ้วนตามที่ต้องการ เช่น ไม่มีเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าและกิจกรรมการปิดซ่อมแซมอาคารในชั้นที่ 6 และชั้นที่ 7 ข้อมูลการทำงานของปั๊มน้ำ เป็นต้น

## 4.3 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่

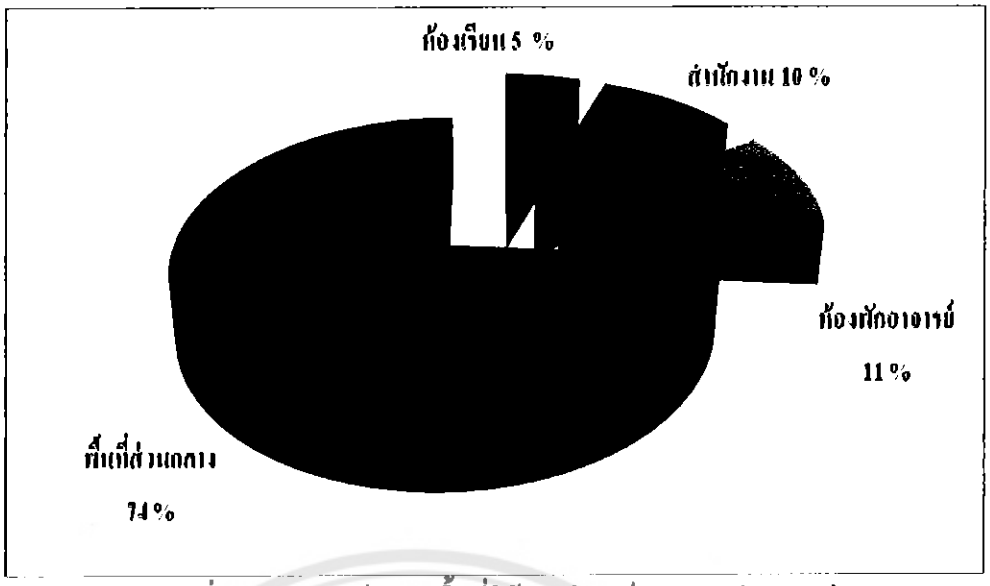
พื้นที่ในอาคารวิศวกรรมโยธาสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ ห้องเรียน, สำนักงาน, ห้องพักอาจารย์ และพื้นที่ส่วนกลาง รายละเอียดขนาดพื้นที่แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์

| ประเภทการใช้ประโยชน์ | ขนาดพื้นที่ (ตร.ม.) |
|---|---|
| ห้องเรียน | 405 |
| สำนักงาน | 928 |
| ห้องพักอาจารย์ | 993 |
| พื้นที่ส่วนกลาง | 6,789 |
| รวม | 9,207 |

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



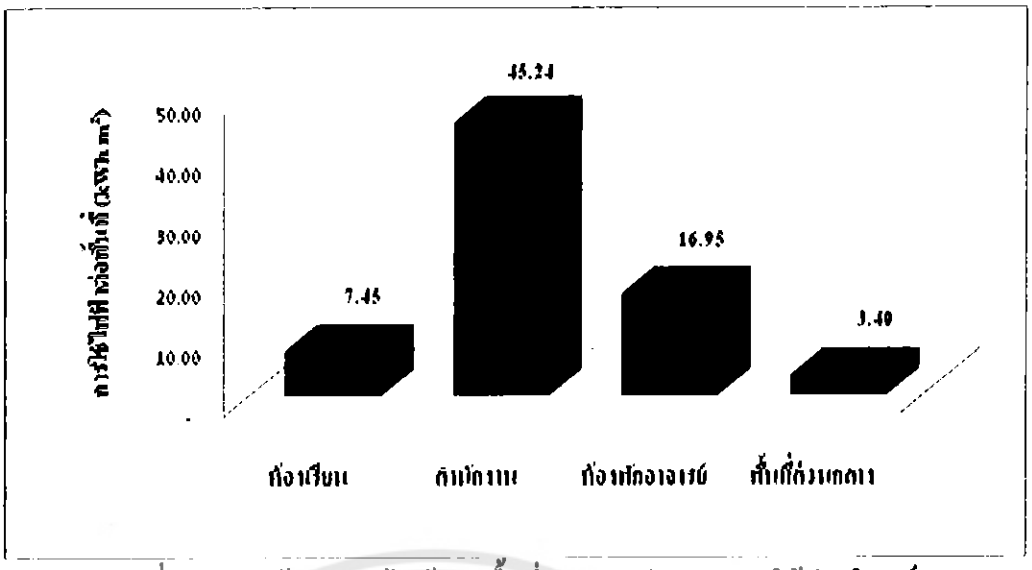



รูปที่ 4.2 สัดส่วนร้อยละพื้นที่ใช้ประโยชน์แยกตามประเภทต่างๆ

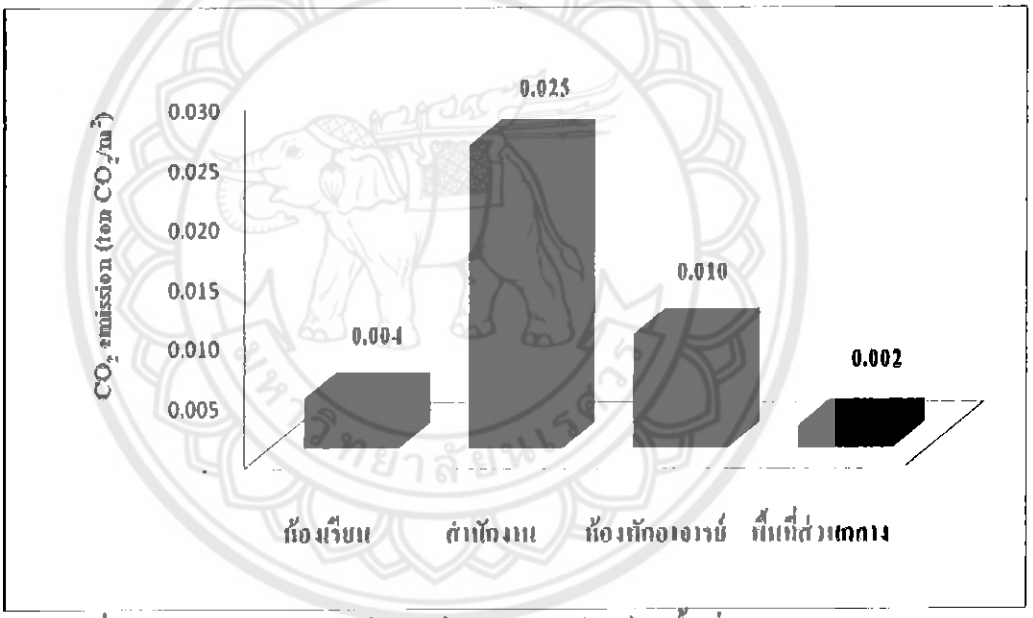
เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ ($kWh/m^2$) โดยแยกตามประเภทการใช้ประโยชน์ พบว่า สำนักงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่สูงสุด รองลงมา คือ ห้องพักอาจารย์, ห้องเรียน และพื้นที่ส่วนกลาง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ เท่ากับ 45.24, 16.95 , 7.45 และ 3.40 $kWh/m^2$ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ เท่ากับ 0.025 , 0.010 , 0.004 และ 0.002 ton $CO_2/m^2$ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า สำนักงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่สูงสุดและมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่สูงสุด เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในสำนักงานมีจำนวนมากเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆและมีกำลังไฟฟ้า(วัตต์)สูง เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องสแกน เป็นต้น รวมถึงมีการเปิดใช้งานตลอดทั้งวัน รองลงมาคือ ห้องพักอาจารย์ มีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่อาจารย์ในการเตรียมเอกสารและสื่อการเรียนการสอนต่างๆ เช่น Printer คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

I651051X
ม5.
ว 713ก
2553



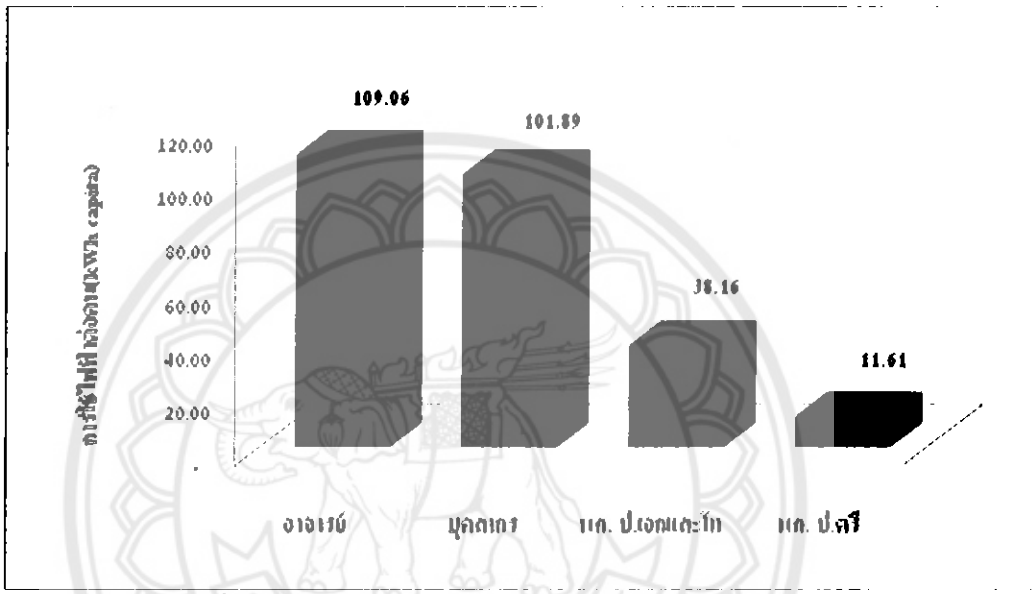

รูปที่ 4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่แยกตามประเภทการใช้ประโยชน์



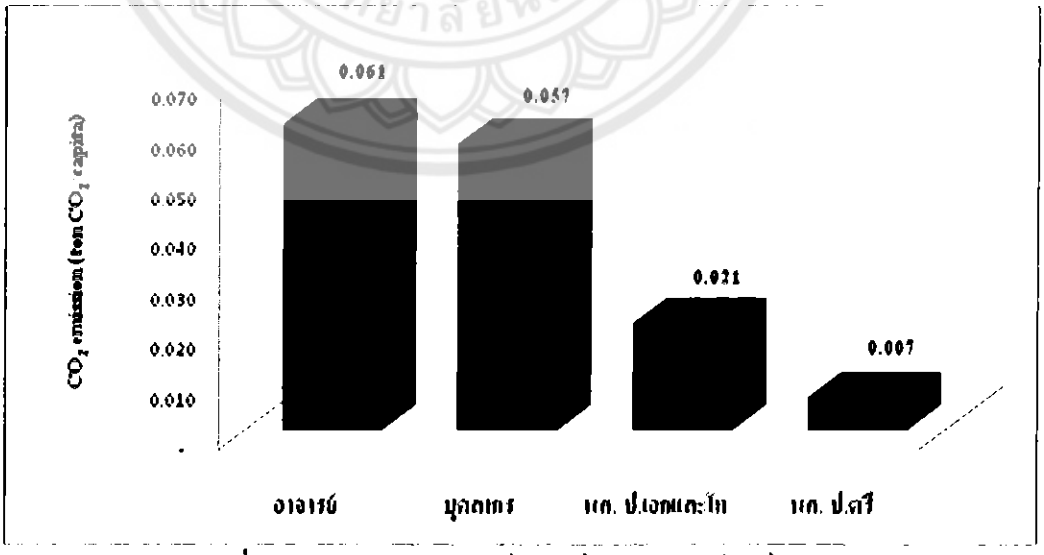

รูปที่ 4.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่แยกตามประเภทต่างๆ

## 4.4 ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน

ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน (kWh/capita) เมื่อเปรียบเทียบผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน พบว่า อาจารย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด รองลงมา คือ บุคลากร, นักศึกษาปริญญาเอก-โท และนักศึกษาปริญญาตรี มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน เท่ากับ 109.06 , 101.89 , 38.16 และ 11.61 kWh/คน ตามลำดับ คิดเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน เท่ากับ 0.061 , 0.057 , 0.021 และ 0.007 ton $CO_2$/capita ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 4.5 และรูปที่ 4.6




รูปที่ 4.5 การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคนแยกตามประเภทผู้ใช้งาน




รูปที่ 4.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน

# บทที่ 5
# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผล

การศึกษาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ปีการศึกษา 2553 ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือนธันวาคม 2553 พบว่า เดือนตุลาคมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด รองลงมาคือ เดือนพฤศจิกายน และเดือนธันวาคม ตามลำดับ มีการใช้พลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 31,680 , 30,080 และ 27,200 kWh ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 17.77 , 16.87 และ 15.26 ton $CO_2$ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ ($kWh/m^2$) ซึ่งแบ่งตามประเภทการใช้งาน ได้แก่ ห้องเรียน สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ และพื้นที่ใช้ประโยชน์ส่วนกลาง พบว่า สำนักงานมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่สูงสุด รองลงมา คือ ห้องพักอาจารย์, ห้องเรียน และพื้นที่ส่วนกลาง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่ เท่ากับ 45.24 , 16.95 , 7.45 และ 3.40 $kWh/m^2$ ตามลำดับ คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ เท่ากับ 0.025 , 0.010 , 0.004 และ 0.002 ton $CO_2/m^2$ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน (kWh/capita) ซึ่งแบ่งตามประเภทผู้ใช้งาน ได้แก่ อาจารย์ , บุคลากร , นักศึกษาปริญญาเอกและโท และนักศึกษาปริญญาตรี พบว่า อาจารย์มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด รองลงมา คือ บุคลากร, นักศึกษาปริญญาเอก-โท และนักศึกษาปริญญาตรี มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อคน เท่ากับ 109.06 , 101.89 , 38.16 และ 11.61 kWh/คน ตามลำดับ คิดเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน เท่ากับ 0.061 , 0.057 , 0.021 และ 0.007 ton $CO_2$/capita ตามลำดับ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการที่ดีในเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้า และใช้เป็นข้อมูลประกอบเพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งจะนำไปสู่การลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อไป

การวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า สามารถนำไปวิเคราะห์กับอาคารอื่นๆในคณะวิศวกรรมศาสตร์หรือในคณะอื่นๆในมหาวิทยาลัยได้และนำผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ มาเปรียบเทียบกันจะทำให้เห็นความแตกต่างของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

สำหรับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ของอาคารวิศวกรรมโยธา เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารในลักษณะเดียวกัน คือ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้ ห้องพักอาจารย์มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อพื้นที่ เท่ากับ 13.98 ton $CO_2$/ $m^2$ และสำนักงาน 3.42 ton $CO_2$/ $m^2$ อาจารย์มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน เท่ากับ 8.59 ton $CO_2$/capita และบุคลากร 2.23 ton $CO_2$/capita พบว่า อาคารวิศวกรรมโยธามีการใช้พลังงานไฟฟ้าและมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่า แสดงว่าอาคารวิศวกรรมโยธามีการบริหารจัดการที่ดีในเรื่องการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทำได้โดย การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานและมีฉลากประหยัดพลังงาน การทำความสะอาดอุปกรณ์ไฟฟ้าเสมอ การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศา การปลูกต้นไม้รอบๆอาคาร ปิดและดึงปลั๊กออกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่อไม่มีการใช้งาน ฯลฯ

# เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. **แนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.**

คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. (2552). **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนพับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).

สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานครและองค์การความร่วมมือระหว่างประเทศญี่ปุ่น(JICA). (2553). **คลายร้อนให้โลก (ที่) รัก.**

กองวิศวกรรมสื่อสารและความปลอดภัย ฝ่ายวิศวกรรม. ไฟฟ้าน่ารู้. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก http://www.pea.co.th/th/project/project_elec_knowlede4.htm

กองวิศวกรรมสื่อสารและความปลอดภัย ฝ่ายวิศวกรรม. ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้า. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก http://www2.pea.co.th/cis/billSpecial/bill.php

คณะอนุกรรมการพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า(มกราคม 2545). **การพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้า.** สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก http://www.eppo.go.th/load/load-forecast/index.html

เครือข่ายสารสนเทศด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย. การปล่อย**ก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน.** สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก http://www.teenet.chula.ac.th/modulepage.php?module=thailanddata&pg=plan3detail&readid=1

โครงการส่งเสริมและเผยแพร่เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงาน Display Center และบ้านประหยัดพลังงาน. **เครื่องใช้ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน.** กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. สืบค้นวันที่ 19 กันยายน 2553, จาก http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/home/home_appliances.html

Citcom Innovation Center Naresuan University. (2010). **รายงานจำนวนนักศึกษาทั้งหมดและจำนวนบุคลากรสายวิชาการจำแนกตามคณะและกลุ่มสาขาวิชา.สืบค้นวันที่** 19 กันยายน 2553, จาก http://report.nu.ac.th/51/RP_TcherStd_512.aspx

Braham, William et al. (2007). **University of Pennsylvania Carbon Footprint.** Retrieved September 19, 2010, from http://www.aashe.org/resources/documents/PennGreenhouse GasReport.pdf

Grood, Tiffany A et al. (May 2004). **A Methodology for Assessing MIT's Energy Use and Greenhouse Gas Emissions.** Retrieved September 19, 2010, from http://lfee.mit.edu /public/LFEE_2004-002_RP.pdf

# ภาคผนวก ก

# ข้อมูลผลดัชนี

## ก.1 ข้อมูลทั่วไปของอาคาร

อาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นอาคารสำนักงานกึ่งอาคารเรียน สูง 7 ชั้น มีพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด 9,207 ตร.ม. ซึ่งแบ่งพื้นที่การใช้งานเป็นดังนี้

ชั้นที่ 1 พื้นที่ของสำนักงาน

ชั้นที่ 2 พื้นที่ของห้องพักอาจารย์

ชั้นที่ 3 พื้นที่ของสำนักงาน ห้องพักอาจารย์และห้องเรียน

ชั้นที่ 4 พื้นที่ของสำนักงานและห้องพักอาจารย์

ชั้นที่ 5 พื้นที่ของห้องเรียน

ชั้นที่ 6-7 ไม่มีการใช้งาน เนื่องจากปิดปรับปรุงสถานที่ (ไม่คิดพื้นที่)

## ก.2 ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน

**ตารางที่ ก1** ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคารวิศวกรรมโยธา ตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2553 - ธันวาคม 2553

| เดือน | การใช้พลังงานไฟฟ้า (kWh) |
|---|---|
| ตุลาคม | 31,680 |
| พฤศจิกายน | 30,080 |
| ธันวาคม | 27,200 |
| รวม | 88,960 |

**ที่มา:** จากงานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553

## ก.3 ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ ก2 ข้อมูลรายละเอียดอุปกรณ์ไฟฟ้า

| ชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | เวลาที่ใช้งานรวม 3 เดือน (ชม.) | จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด |
|---|---|---|---|
| พัดลมตั้งพื้น | 50 | 109 | 42 |
| พัดลมเพดาน | 85 | 122 | 170 |
| ตู้เย็น | 150 | 216 | 9 |
| เครื่องปรับอากาศ | 2,500 | 122 | 32 |
| เครื่องดูดฝุ่น | 850 | 3 | 2 |
| โทรทัศน์สี | 95 | 50 | 19 |
| วีดีโอ | 40 | 0 | 0 |
| วิทยุ | 100 | 15 | 6 |
| คอมพิวเตอร์ | 100 | 270 | 90 |
| Notebook | 20 | 262 | 129 |
| Printer | 500 | 185.5 | 60 |
| เครื่องโทรสาร | 65 | 73 | 9 |
| เครื่องถ่ายเอกสาร | 180 | 83 | 12 |
| เครื่องสแกน | 330 | 66.5 | 16 |
| Monitor (CRT) | 225 | 9 | 11 |
| เครื่องฉายภาพ | 750 | 62 | 5 |

| ชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | เวลาที่ใช้งานรวม 3 เดือน (ชม.) | จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด |
|---|---|---|---|
| หลอดไฟแบบไส้ | 100 | 2 | 2 |
| ชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้า | กำลังไฟฟ้า (วัตต์) | เวลาที่ใช้งานรวม 3 เดือน (ชม.) | จำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด |
| หลอดฟลูออเรสเซนต์ | 18 | 715.5 | 2,324 |
| หลอดฟลูออเรสเซนต์ | 36 | 68 | 41 |
| Air Compressors | 750 | 421 | 102 |
| ปั๊มน้ำ | 17,300 | 0 | 1 |
| ตู้ทำน้ำเย็น | 220 | 80 | 9 |
| กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า | 990 | 64.2 | 14 |
| เครื่องเสียง | 250 | 13.5 | 7 |
| ลำโพง | 18 | 13.5 | 39 |
| Hub | 330 | 13.5 | 7 |
| Rater Power | 60 | 0 | 3 |
| overhead | 350 | 0 | 0 |

ที่มา: จากการตอบแบบสอบถาม สำรวจ และจากงานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553

## ก.4 ข้อมูลกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า

**ตารางที่ ก3 ข้อมูลลักษณะการใช้งาน**

| ลักษณะการใช้งาน | จำนวนห้อง | ขนาดพื้นที่รวม (ตร.ม.) | พลังงานไฟฟ้ารวม 3 เดือน (kWh) |
|---|---|---|---|
| ห้องเรียน | 8 | 405 | 3,018 |
| สำนักงาน | 19 | 928 | 41,978 |
| ห้องพักอาจารย์ | 28 | 993 | 16,834 |
| พื้นที่ส่วนกลาง | - | 6,789 | 23,101 |
| รวม | - | 9,115 | 84,931 |

ที่มา: จากการตอบแบบสอบถาม สำรวจ และจากงานธุรการ หน่วยอาคารสถานที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553

**ตารางที่ ก4 ข้อมูลประเภทและจำนวนผู้ใช้งาน**

| ประเภทผู้ใช้งาน | จำนวนคน | จำนวนคน /กิจกรรม | พลังงานไฟฟ้ารวม 3 เดือน (kWh) |
|---|---|---|---|
| อาจารย์ | 24 | 169 | 18,432 |
| บุคลากร | 29 | 184 | 18,748 |
| นศ. ป.เอก | 2 | 12 | 1,014 |
| นศ. ป.โท | 56 | 437 | 16,121 |
| นศ. ป.ตรี | 613 | 2,482 | 28,817 |
| รวม | 724 | 3,284 | 83,131 |

ที่มา: จากงานบริการการศึกษา หน่วยวิชาการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

# ภาคผนวก ข

# ตัวอย่างแบบสอบถาม

# แบบสอบถามการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารวิศวกรรมโยธา

แบบสอบถามนี้เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในโครงงานเรื่อง การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้พลังงานไฟฟ้า ปีการศึกษา 2553 รายวิชาโครงงานทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ของนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

<u>คำชี้แจง</u> การกรอกข้อมูลให้ทำเครื่องหมาย ☑หน้าข้อมูลที่ถูกต้องและกรอกรายละเอียดในช่องว่าง

ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....ตำแหน่ง.....

หมายเลขห้อง.....วัน/เดือน/ปี ที่ให้ข้อมูล.....

ลักษณะการใช้งาน

☐ ห้องพักอาจารย์ ☐ สำนักงาน ☐ ห้องเจ้าหน้าที่

☐ ห้องบริการ ☐ ห้องเรียนบรรยาย ☐ ห้องปฏิบัติการ

☐ พื้นที่ส่วนกลาง ☐ อื่นๆ(ระบุ.....)

ประเภทและจำนวนผู้ใช้งาน

☐ อาจารย์ จำนวน.....คน ☐ นักศึกษา ป.เอก จำนวน.....คน

☐ บุคลากร จำนวน.....คน ☐ นักศึกษา ป.โท จำนวน.....คน

☐ เจ้าหน้าที่ จำนวน.....คน ☐ นักศึกษา ป.ตรี จำนวน.....คน

☐ อื่นๆ(ระบุ.....) จำนวน.....คน

ชนิดอุปกรณ์ไฟฟ้าและระยะเวลาที่เปิดใช้งาน

☐ พัดลมตั้งพื้น จำนวน.....ตัว ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ พัดลมเพดาน จำนวน.....ตัว ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ ตู้เย็น จำนวน.....ตู้ ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องปรับอากาศ จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องดูดฝุ่น จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ โทรทัศน์สี จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ วีดีโอ จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ วิทยุ จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ คอมพิวเตอร์ จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Notebook จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Printer จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องโทรสาร จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องถ่ายเอกสาร จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องสแกน จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Monitor (CRT) จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องฉายภาพ จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ หลอดไฟแบบไส้ จำนวน.....หลอด ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ หลอดฟลูออเรสเซนต์ จำนวน.....หลอด ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Air Compressors จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ ปั๊มน้ำ จำนวน.....ตัว ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ ตู้ทำน้ำเย็น จำนวน.....ตู้ ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ กระติกต้มน้ำร้อนไฟฟ้า จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ เครื่องเสียง จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ ลำโพง จำนวน.....ตัว ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Hub จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

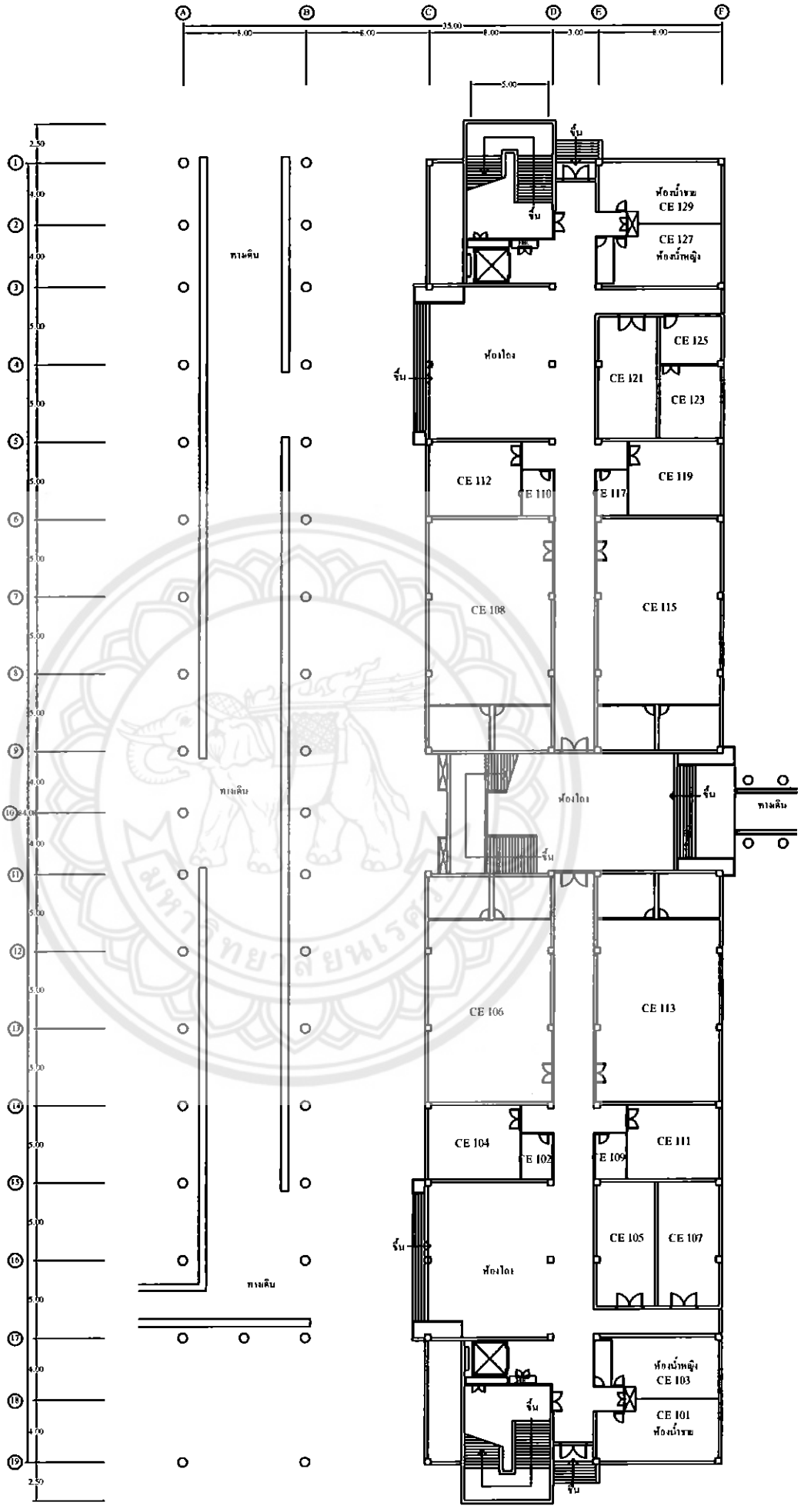
☐ Rater Power จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

☐ Overhead จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

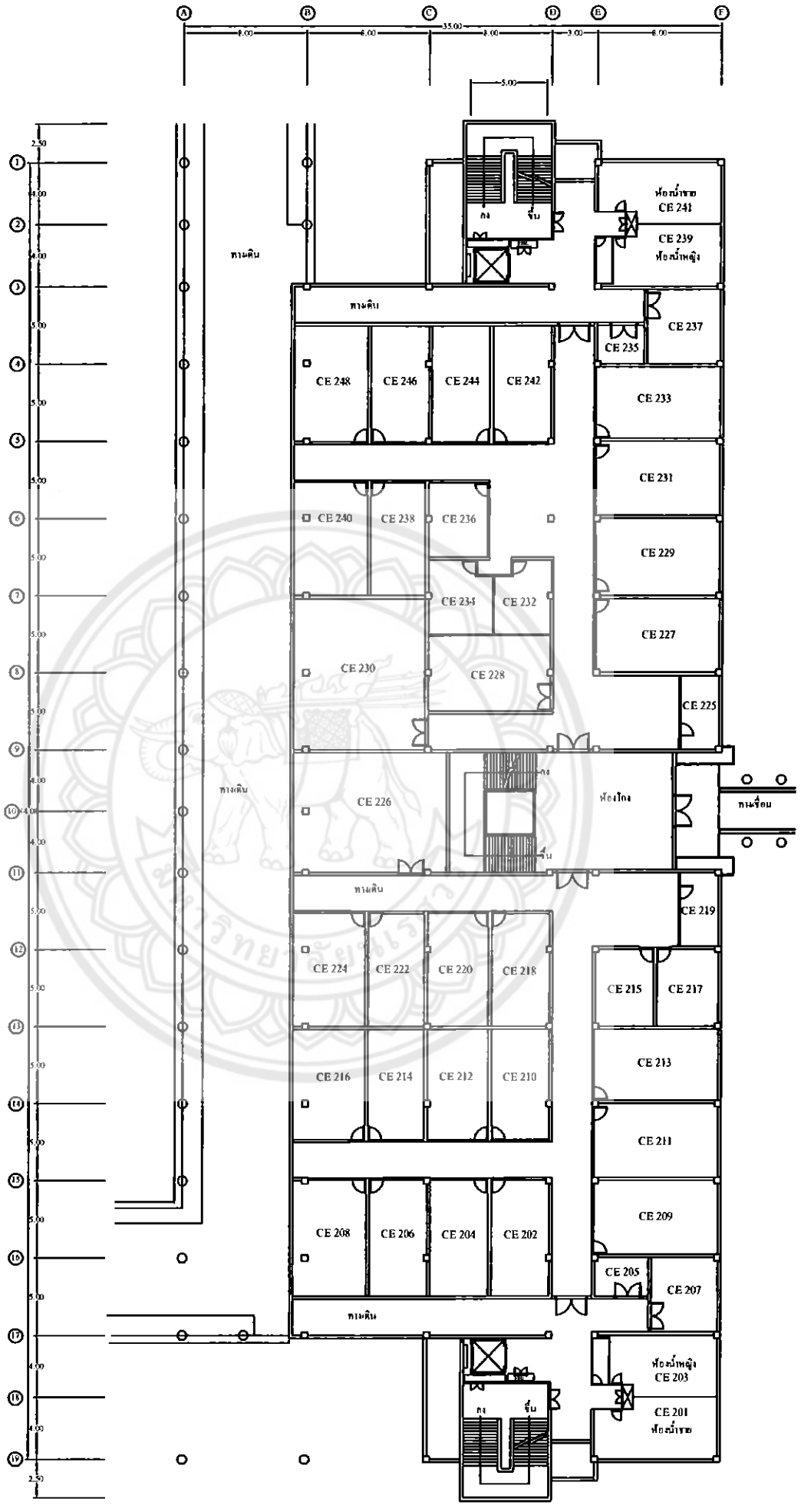
☐ อื่นๆ(ระบุ.....) จำนวน.....เครื่อง ระยะเวลาที่เปิดใช้งาน.....ชั่วโมง/วัน

# ภาคผนวก ค

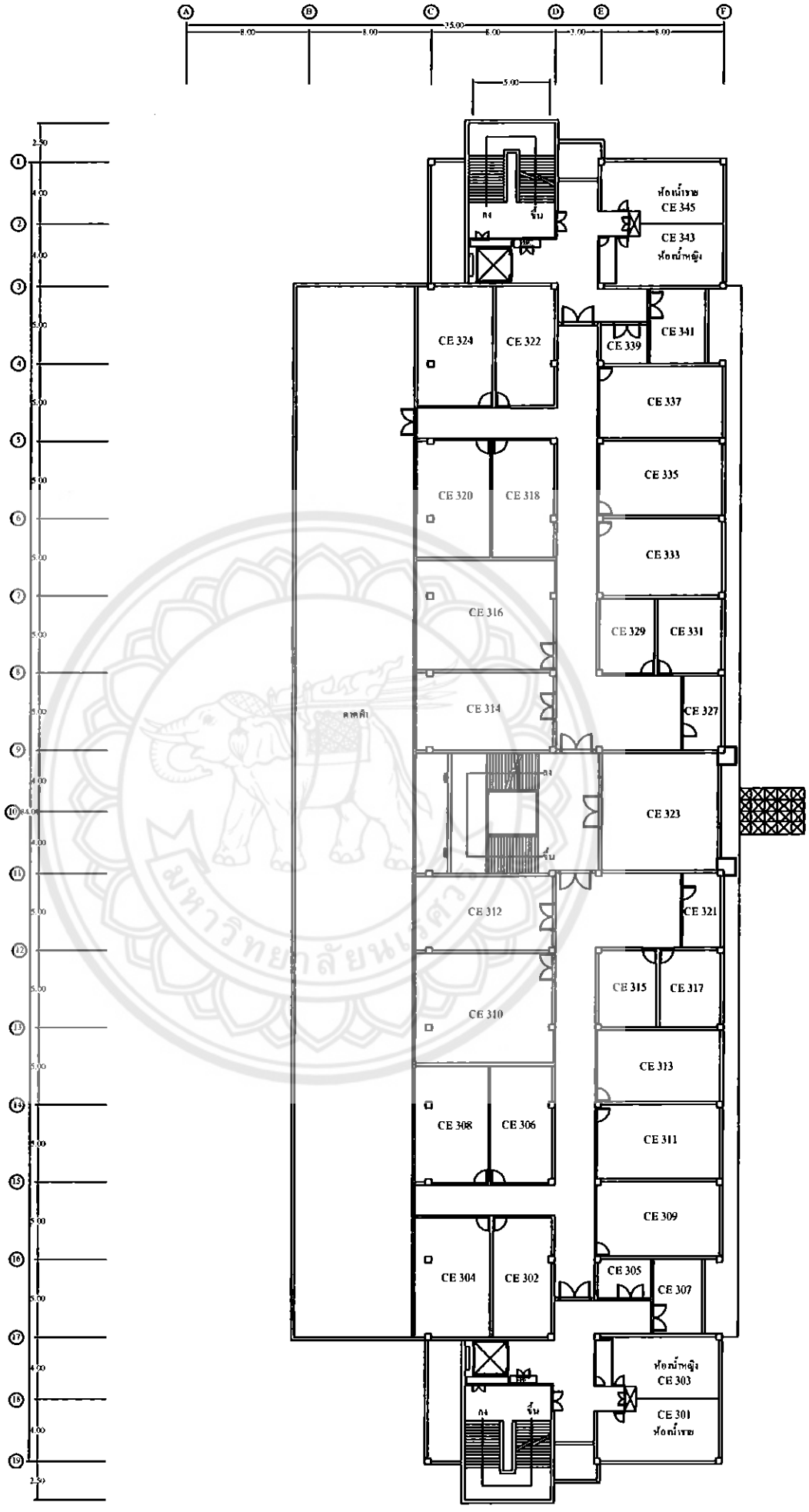
# แบบแปลนอาคารวิศวกรรมโยธา



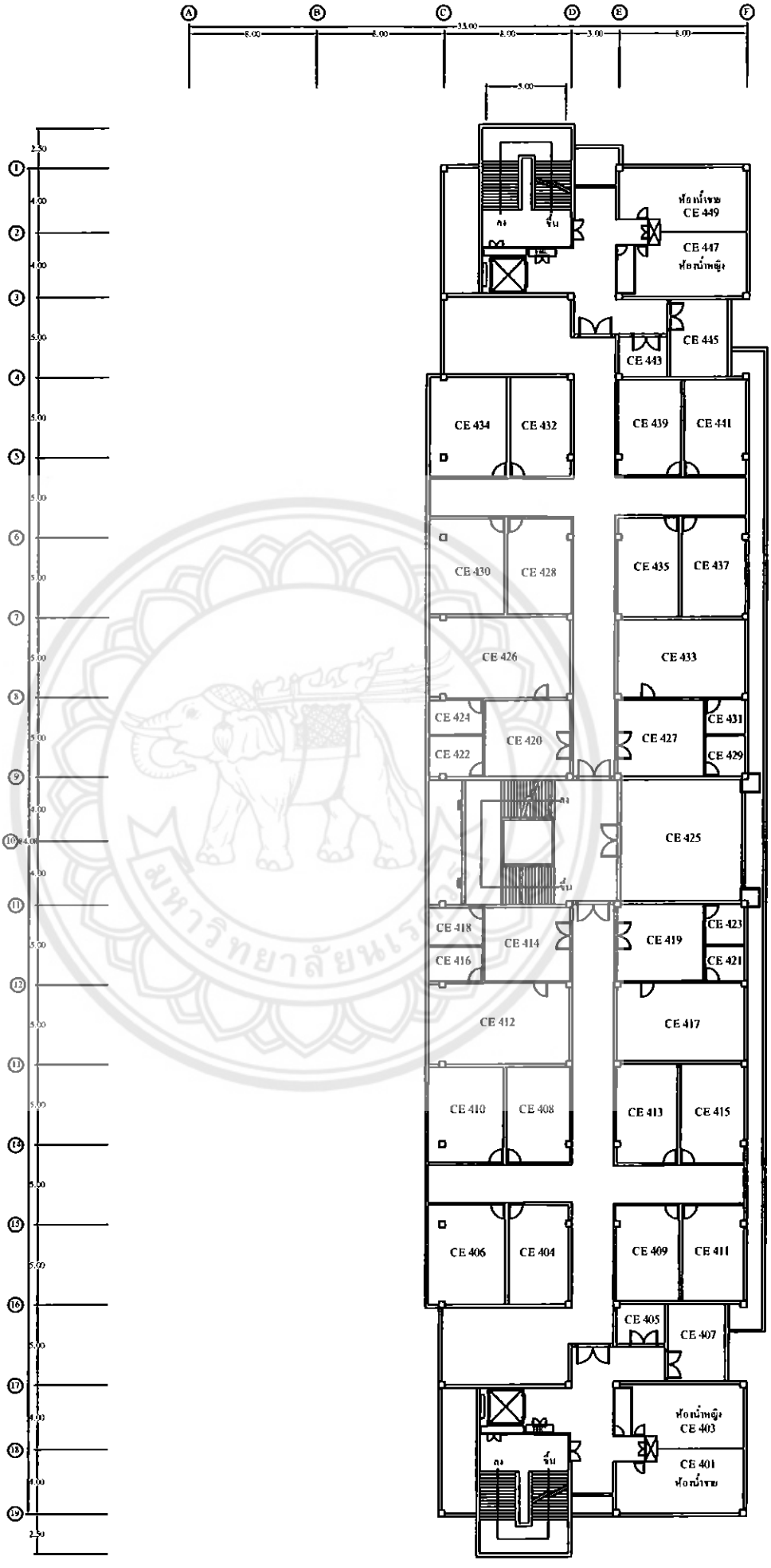

แปลนพื้นชั้นที่ 1 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )



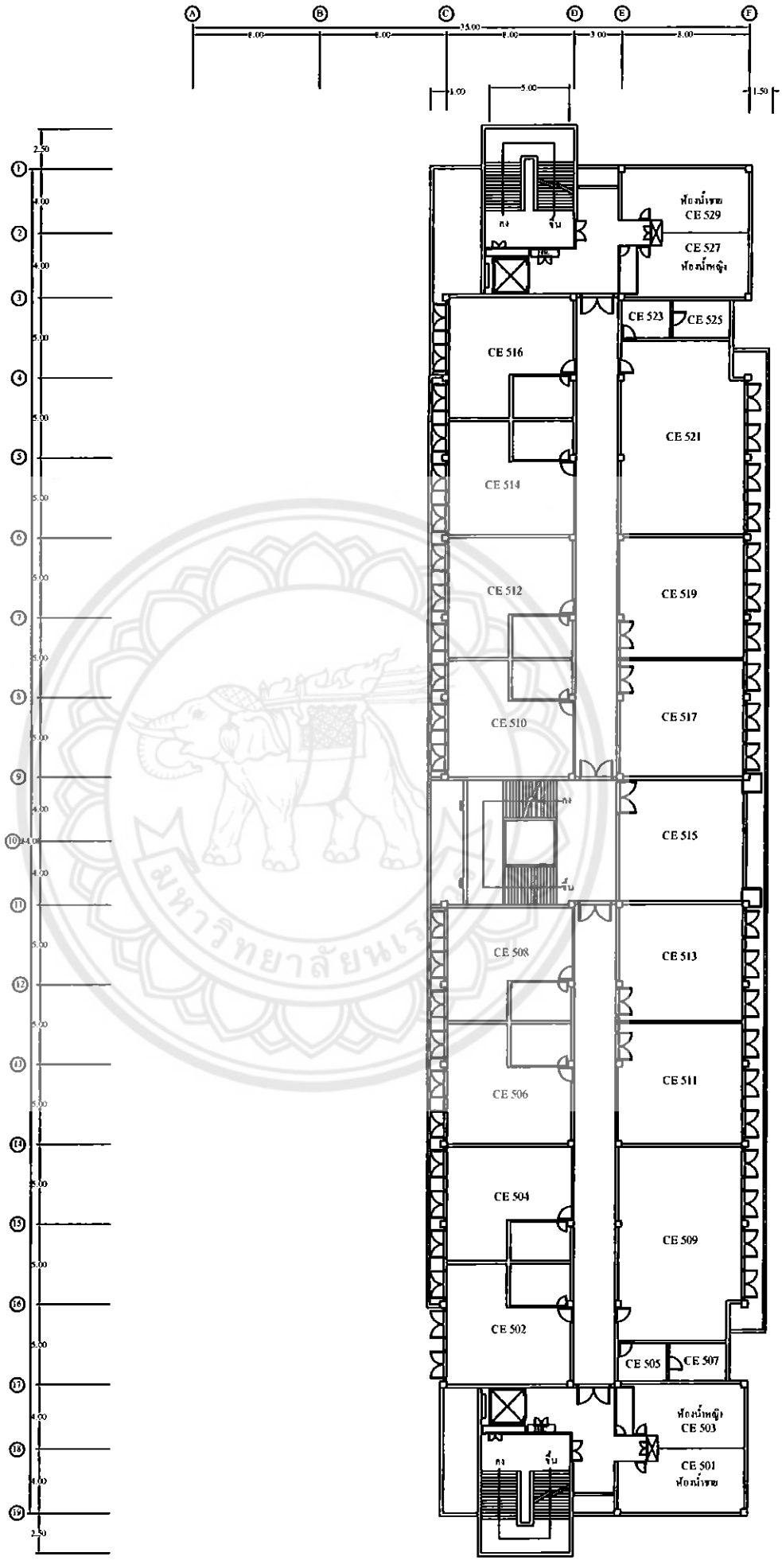

# แปลนพื้นชั้นที่ 2 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )



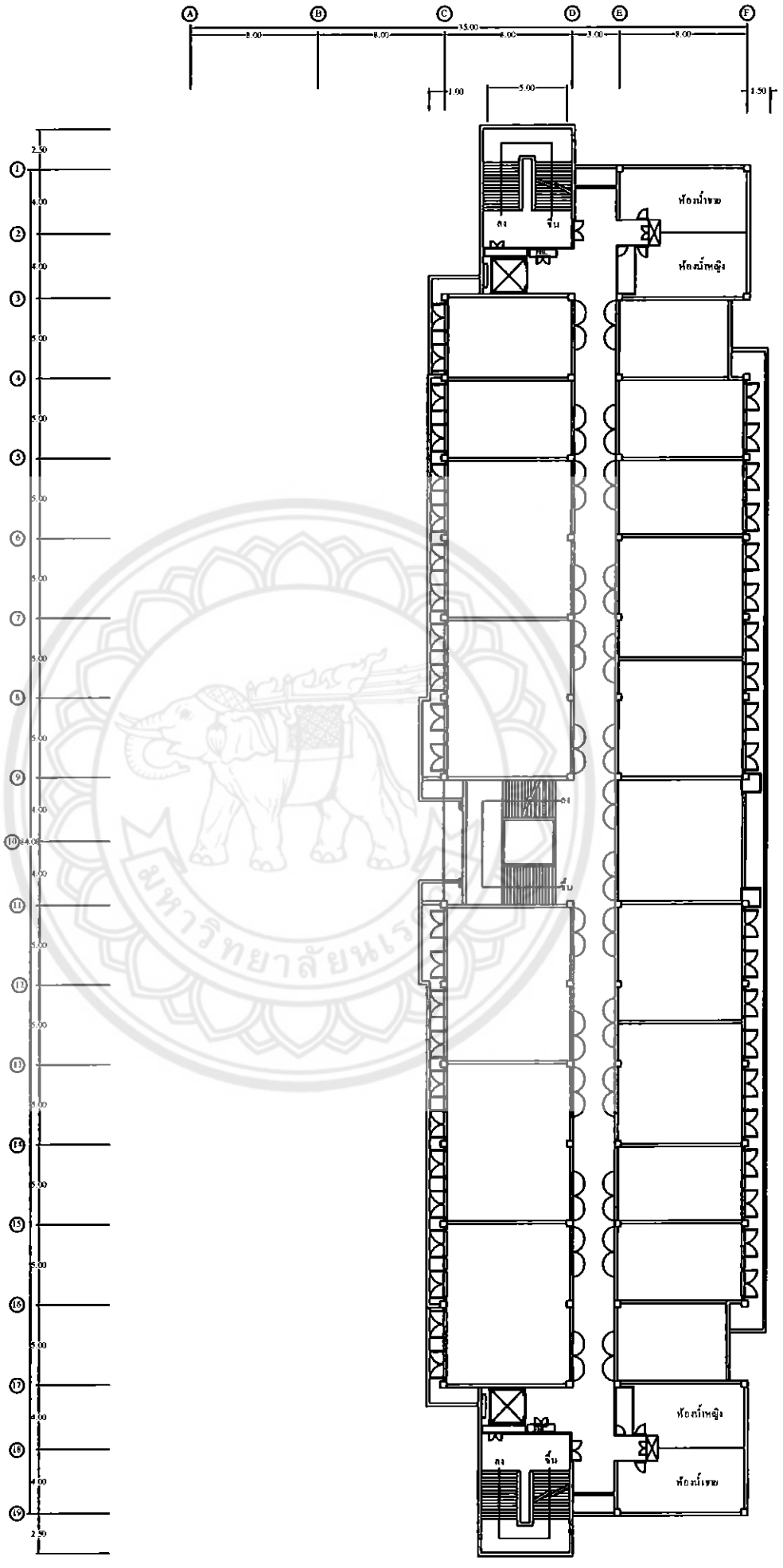

แปลนพื้นชั้นที่ 3 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )



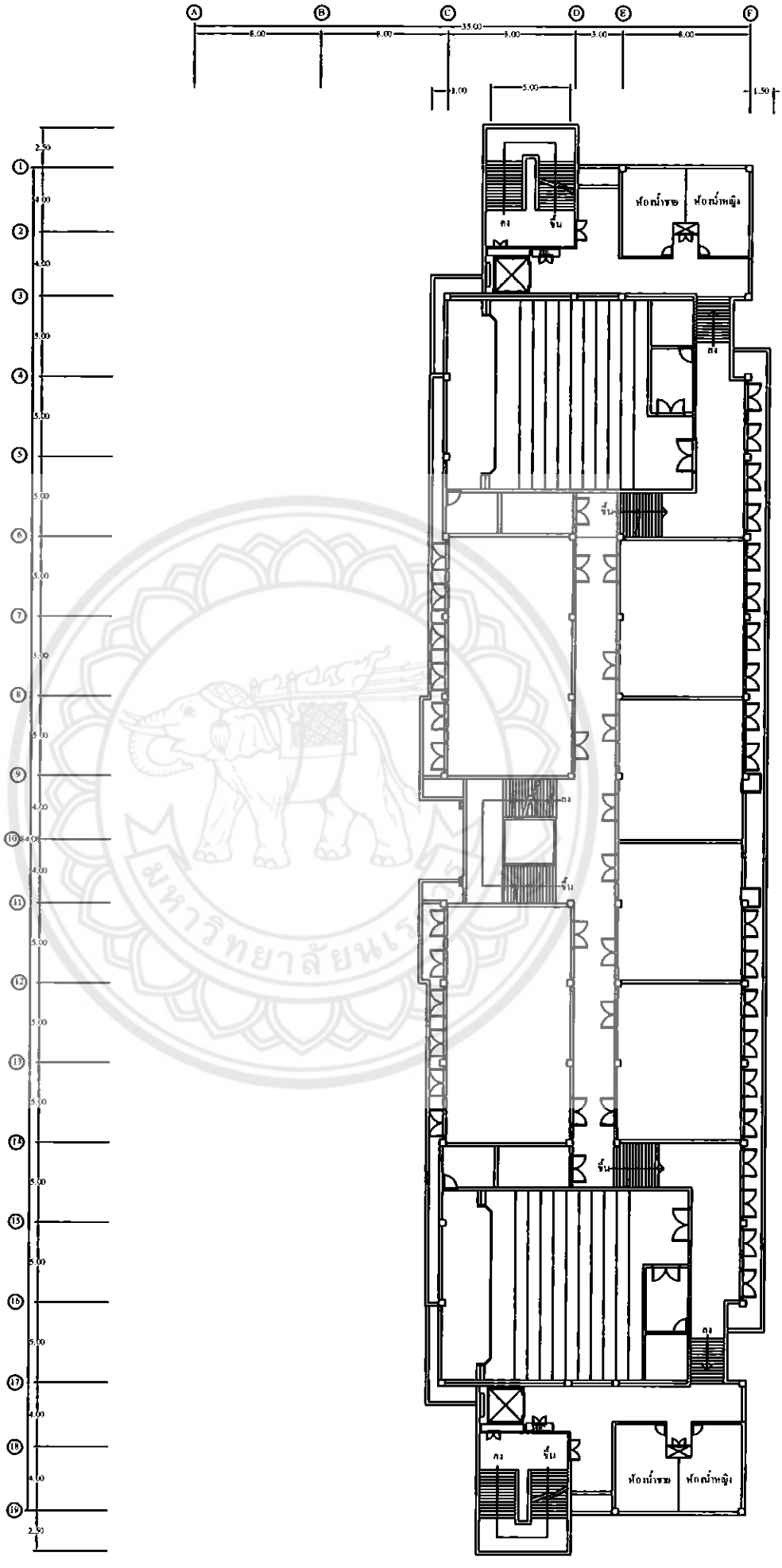

แปลนพื้นชั้นที่ 4 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )




แปลนพื้นชั้นที่ 5 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )

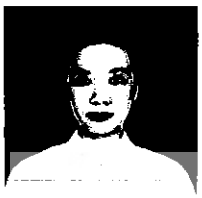



แปลนพื้นชั้นที่ 6 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )




แปลนพื้นชั้นที่ 7 ( อาคารภาควิศวกรรมโยธา 7 ชั้น )

# ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



**ชื่อ** นางสาวเจนจิรา ใฝ่จิตต์

**ภูมิลำเนา** 345/1 หมู่ 5 ต. ริมกก อ. เมือง จ. เชียงราย

**ประวัติการศึกษา**

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนดำรงราษฎร์สงเคราะห์ เชียงราย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: jay_o_club@hotmail.com