

ผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย  
ที่มีต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม

นางสาวอภิญา บุญมา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์  
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2555  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

THE IMPACT OF THE WHOLE BUILDING ENERGY CODE  
ON CONDOMINIUM BUILDING

Miss Apinya Boonma

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2012

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของ

อาคารตามกฎหมายที่มีต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม

โดย

นางสาวอภิญา บุญมา

สาขาวิชา

สถาปัตยกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถนัฐ เศรษฐบุต

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น  
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถนัฐ เศรษฐบุต)

.....กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ์)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. พร วิรุฬห์รักษ์)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร. ณรงค์วิทย์ อารีมิตร)

อภิญา บุญมา : ผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวม ของอาคารตาม  
 กฎหมายที่มีต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม (THE IMPACT OF THE WHOLE  
 BUILDING ENERGY CODE ON CONDOMINIUM BUILDING) อ.ที่ปรึกษา  
 วิทยานิพนธ์หลัก: ผศ.ดร. อรรจน์ เศรษฐบุต, 127 หน้า

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษา ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกำหนดค่าในเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคาร (Whole Building Energy) ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ.2552 โดยในเกณฑ์นี้ ได้กำหนดชั่วโมงการใช้งานในอาคาร คือ 8,760 ชม. ซึ่งเท่ากับการใช้อาคาร 24 ชม./วัน แต่อาคารประเภทคอนโดมิเนียมมีลักษณะการใช้งาน เช่นเดียวกับบ้านพักอาศัย ไม่ได้มีการใช้งานตลอดทั้งวัน โดยในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากการสำรวจ คอนโดมิเนียมจำนวน 13 อาคาร และทำแบบสอบถามการใช้พลังงานในอาคารจากผู้พักอาศัยจำนวน 381 ชุดเพื่อนำมาสร้างอาคารอ้างอิง พร้อมทั้งทำการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานในอาคารจริงจากการสำรวจ กับ ค่าการใช้พลังงานที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย

ผลจากการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจากการสำรวจอาคาร พบว่าใช้พลังงานรวมของอาคาร ผลจากการสำรวจได้ค่า EUI เท่ากับ 238.45 kWh/m<sup>2</sup>-yr ในขณะที่ค่า EUI ตามมาตรฐานกฎกระทรวงได้ค่าสูงถึง 257.06 kWh/m<sup>2</sup>/yr ส่วนผลการจำลองค่าไฟด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0ที่ได้ค่าการใช้พลังงานอาคารสำรวจเท่ากับ 274.77 kWh/m<sup>2</sup>-yr โดยพบข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างชั่วโมงการใช้งานที่กำหนดขึ้นตามกฎกระทรวงที่ 8,760 ชั่วโมง/ปี แต่จากการสำรวจ พบว่า จำนวนชั่วโมงในการใช้พลังงานในแต่ละส่วนนั้นจะไม่เท่ากัน ชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศมีเพียง 4,058 ชั่วโมง/ปี การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง เท่ากับ 2,728 ชั่วโมง/ปี การใช้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้า เท่ากับ 3,957 ชั่วโมง/ปี ส่วนนี้เป็นผลมาจากการกำหนดจำนวนชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวงที่สูงเกินจริงและควรได้รับการทบทวนเพื่อแก้ไขโดยเร็ว ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เสนอชั่วโมงการใช้งานที่ถูกต้องมากขึ้นในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร และเมื่อปรับแก้สมการ จะทำให้ค่า EUI ของอาคารสำรวจลดลงไปที่ 102.65 kWh/m<sup>2</sup>-yr และอาคารตามกฎกระทรวงจะลดลงไปที่ 107.84 kWh/m<sup>2</sup>-yr ซึ่งพบใกล้เคียงกับค่าไฟฟ้าที่เก็บจากผู้พักอาศัยคอนโดมิเนียม ผลสรุปในงานวิจัยนี้เป็นการเสนอแนะให้มีการปรับแก้จำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคารในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร เพื่อปรับแก้ความถูกต้องของค่า EUI ที่ได้จากการการคำนวณ โดยทั้งนี้สมการการใช้พลังงานรวมของอาคารที่กำหนดขึ้นมาใหม่จากงานวิจัยนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงปฏิบัติจากการใช้สมการพลังงานรวมของอาคารในการประเมินการใช้พลังงานของอาคารเขียวในอนาคต

ภาควิชา..... สถาปัตยกรรมศาสตร์..... ลายมือชื่อนิติ.....  
 สาขาวิชา..... สถาปัตยกรรม..... ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
 ปีการศึกษา...2555.....

# # 5374202325 ; MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS: CONDOMINIUM / WHOLE BUILDING ENERGY / ENERGY USE INDEX /  
VISUAL DOE 4.0 / OVERALL THERMAL TRANSFER VALUE / ROOF THERMAL  
TRANSFER VALUE / LIGHTING POWER DENSITY / COEFFICIENT OF PERFORMANCE

APINYA BOONMA : THE IMPACT OF THE WHOLE BUILDING ENERGY CODE  
ON CONDOMINIUM BUILDING. ADVISOR: ASST.PROF. ATCH  
SRESHTHAPUTRA, Ph.D., 127 pp.

This research aimed at investigating the impact of the Whole Building Energy (WBE) equation on condominium buildings. The criterion that was set for the building operation hours was 8,760 hours per year, which is equivalent to 24 hours/day. This has resulted in an exaggerated Energy Use Index or EUI ( $\text{kWh/m}^2\text{-yr}$ ) since condominium buildings are not utilized in this way. To establish areas on able number of occupying hours, a survey was conducted with 381 subjects living in 13 condominium buildings in Bangkok. The survey results for occupancy were entered into the energy model using VISUAL DOE 4.0.

Based on the survey results, and using the WBE equation, the calculated EUI for the surveyed cases was  $238.45 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$ , whereas the EUI of buildings that passed the energy code was as high as  $257.06 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$ , which is substantially larger. From the simulation results of VISUALDOE 4.0, the EUI of the surveyed cases was  $274.77 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$ . It was found that there was a major discrepancy between the occupying hours set in the energy code (i.e., 8,760 hours per year) and that found from the survey (i.e., only 4,058 hours of air-conditioner use; 2,728 hours of lighting use, and 3,957 hours of electrical appliance use per year). This discrepancy means the results obtained from the energy code are significantly exaggerated, and therefore they must be reviewed for immediate correction. Therefore, this study has proposed the use of more accurate occupying hours for input into the WBE equation. As a result, the EUI for the survey cases was reduced to  $102.56 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  while that for the energy code was  $107.84 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$ , which is closer to the real energy bills paid by the residents. In conclusion, this research suggests a correction for the occupying hours in the WBE equation based on the survey results in order to improve the accuracy of the EUI calculated using the newly proposed WBE equation. The new equation would benefit the use of the WBE approach to assess the energy performance of green buildings in the future.

Department : ..... Architecture .....

Student's Signature.....

Field of Study : Architecture .....

Advisor's Signature.....

Academic Year : ..... 2012 .....

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.อรรจน์ เศรษฐบุตุร เป็นอย่างสูง ที่ให้ความรู้ คำแนะนำต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์ ธนิต จินดาวงศ์ กรรมการผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร์ อิงคโรจน์ฤทธิ อาจารย์ ดร. พร วิรุฬห์รักษ์ และดร.ณรงศ์วิทย์ อารีมิตร

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้ความรู้ ในรายวิชาต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น ป.โท และเพื่อนคณาจารย์ทุกคน ที่อยู่เคียงข้างกันมาตลอด

ขอขอบคุณเจ้าของบริษัททุกบริษัท ที่ให้ประสบการณ์ ความรู้ และโอกาสในการทำงาน ในขณะที่ทำการศึกษา

สุดท้าย ขอขอบพระคุณ พ่อ แม่ น้องชาย รวมถึงทุกคนในครอบครัว สำหรับความรัก กำลังใจ และการดูแลที่ดีเสมอมา

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฑ
สารบัญแผนภูมิ.....	ณ
<b>บทที่ 1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย.....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 สมมติฐานการวิจัย.....	6
1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	8
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....</b>	<b>9</b>
2.1 กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552.....	9
2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร.....	15
2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....</b>	<b>23</b>
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	23
3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	24
3.2.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
3.2.2 เลือกอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา.....	24
3.2.3 สํารวจและเก็บข้อมูลอาคาร ประเภทคอนโดมิเนียม.....	25
3.2.4 คำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	26
3.2.5 การจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0.....	

เพื่อหาค่าการใช้พลังงานจากการสำรวจกับ	
ค่าการใช้พลังงานรวมอาคารที่มาจากกฎกระทรวง .....	27
3.2.6 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคาร	
จากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎกระทรวง	
จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร.....	28
3.2.7 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคาร	
จากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎกระทรวง	
จากการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	28
3.2.8 สรุปผลกระทบและแนวทางการปรับปรุงการกำหนดค่าการใช้พลังงาน	
โดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ.2552 .....	28
3.3 ผลการศึกษาอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	29
3.3.1 นำลักษณะทางกายภาพของอาคารตัวอย่าง	
มาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง.....	29
3.3.2 ข้อมูลผู้ใช้อาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	31
3.3.3 ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารตัวอย่าง	
ที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	32
3.3.4 ข้อมูลลักษณะพฤติกรรมการใช้งานอาคารของผู้พักอาศัย .....	33
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....</b>	<b>38</b>
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจเพื่อกำหนดอาคารอ้างอิง .....	38
4.1.1 ผลการศึกษาอาคารตัวอย่าง ลักษณะทางกายภาพที่นำมา	
สร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	38
4.1.2 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารตัวอย่าง	
ที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	39
4.1.3 ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ กับช่วงเวลาเข้าพักอาศัย.....	43
4.2 การกำหนดลักษณะอาคารอ้างอิง ที่ใช้ในการคำนวณโดยสมการ	
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร.....	44
4.2.1 ส่วนที่ 1	
รายละเอียดของอาคารอ้างอิง กำหนดค่าจากการสำรวจ .....	44
4.2.2 รายละเอียดลักษณะพฤติกรรมการใช้งานของผู้พักอาศัย	
(จากการสำรวจ) .....	44



4.2.3 ส่วนที่ 2	
รายละเอียดของอาคารอ้างอิง กำหนดค่ากำหนดค่า	
ตามกฎกระทรวงพลังงาน.....	45
4.2.4 รายละเอียดลักษณะพฤติกรรมการใช้งานของผู้พักอาศัย .....	45
4.3 กำหนดอาคารอ้างอิง ที่ใช้ในจำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	46
4.3.1 ทิศทางการวางอาคาร .....	46
4.3.2 ส่วนที่ 3	
จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP	
จากการสำรวจ.....	46
4.3.3 ส่วนที่ 4	
จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP	
ตามกฎกระทรวงพลังงาน.....	46
4.4 ผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ	
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร .....	47
4.5 การจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0.....	51
4.5.1 ส่วนที่ 3 (Basecase) .....	52
4.5.2 ส่วนที่ 4 (LAW 1)	
การจำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP	
สอดคล้องตามกฎกระทรวงพลังงานกำหนด.....	59
4.5.3 ส่วนเสนอแนะ (LAW 2)	
การจำลองอาคารอ้างอิง ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP	
จากตามกฎกระทรวง	
(ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ).....	61
4.5.4 ส่วนเสนอแนะ (LAW 3)	
การจำลองอาคารอ้างอิง ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP	
จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้อง	
กับการสำรวจและ LPD= 8.13 w/m <sup>2</sup> ) .....	63
4.6 ผลการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	64
4.7 วิเคราะห์ผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ	
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร .....	69

4.8 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าจากการจำลองค่าการใช้พลังงานรวม ของอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	69
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....</b>	<b>70</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	70
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	80
<b>รายการอ้างอิง.....</b>	<b>81</b>
<b>ภาคผนวก .....</b>	<b>83</b>
ภาคผนวก ก.....	84
ภาคผนวก ข.....	88
ภาคผนวก ค.....	92
ภาคผนวก ง.....	125
<b>ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....</b>	<b>127</b>

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1	แสดงการกำหนดค่าตามกฎกระทรวงพลังงาน.....	2
ตารางที่ 1.2	แสดงการใช้ไฟฟ้า ในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2550 .....	3
ตารางที่ 2.1	แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 .....	10
ตารางที่ 2.2	แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 .....	12
ตารางที่ 2.3	แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในแต่ละประเภทอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน.....	13
ตารางที่ 2.4	แสดงค่า $C_p$ , $C_e$ , $C_o$ และ $C_v$ และชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคาร แต่ละประเภทตามกฎกระทรวงพลังงาน .....	15
ตารางที่ 3.1	แสดงรายชื่ออาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา เพื่อนำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง .....	29
ตารางที่ 3.2	แสดงข้อมูลระหว่างลักษณะห้องพักกับอายุของผู้พักอาศัยจากการสำรวจ.....	31
ตารางที่ 3.3	แสดงจำนวนผู้พักอาศัยใน 1 ยูนิต .....	33
ตารางที่ 3.4	แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันจันทร์-วันศุกร์ .....	34
ตารางที่ 3.5	แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันเสาร์-อาทิตย์ .....	34
ตารางที่ 3.6	แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-ศุกร์ .....	35
ตารางที่ 3.7	แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์.....	36
ตารางที่ 4.1	แสดงข้อมูลค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนของผู้พักอาศัย จากการสอบถาม .....	40
ตารางที่ 4.2	แสดงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ในวัน จันทร์-วันศุกร์ .....	41
ตารางที่ 4.3	แสดงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ในวัน เสาร์-วันอาทิตย์ .....	42
ตารางที่ 4.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร คำนวณโดย สมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ที่มีค่าตามกฎกระทรวง กับ ค่าที่ได้จากการสำรวจ .....	47
ตารางที่ 4.5	แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร คำนวณโดย สมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ .....	49

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน	
จากสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ที่มีชั่วโมงการใช้งาน	
ตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง	
และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ .....	50
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง	
ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP	
จากการสำรวจ (ส่วนที่ 3).....	64
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง	
ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP	
ค่าตามกฎกระทรวง (ส่วนที่ 4).....	65
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง	
ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP	
ค่าตามกฎกระทรวง(ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ .....	66
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง	
ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP	
ค่าตามกฎกระทรวง	
(ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ $LPD = 8.13 \text{ w/m}^2$ ).....	67
ตารางที่ 4.11 แสดง เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร	
โดยโปรแกรม VisualDOE4.0 ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง	
กับ ค่าชั่วโมงการใช้งานที่ได้จากการสำรวจ .....	68
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าจากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร และ ค่าที่ได้จากงานวิจัย.....	72
ตารางที่ 5.2 แสดงผลการใช้พลังงาน จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารและ	
จำลองหาค่าการใช้พลังงานรวมโดย DOE 4.0	
ที่มีชั่วโมงตามกฎกระทรวง กับ ชั่วโมงที่ปรับแก้ .....	73
ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบ ค่าไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณโดยสมการ	
การจำลองด้วยโปรแกรม และจากค่าไฟฟ้าจริงจากผู้พักอาศัย.....	75
ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน	
จากสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร	
ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ	
ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง	

และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ .....	76
ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน จากโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการ .....	77

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างห้องพักปรับอากาศในอาคาร .....	18
ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	24
ภาพที่ 4.1 แสดงแปลนอ้างอิง .....	38
ภาพที่ 4.2 แสดงแปลนอ้างอิง .....	39
ภาพที่ 4.3 แสดงการวางทิศทางของอาคารอ้างอิง .....	46
ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะอาคารอ้างอิงที่จำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	51
ภาพที่ 4.5 แสดงแปลนอาคารอ้างอิงที่จำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 .....	51
ภาพที่ 4.6 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Blocks .....	52
ภาพที่ 4.7 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Room .....	52
ภาพที่ 4.8 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Room .....	53
ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง ใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์ .....	54
ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าไฟฟ้าใน วันจันทร์-วันศุกร์ .....	54
ภาพที่ 4.11 แสดงลักษณะการเปิดเครื่องปรับอากาศ ใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์ .....	55
ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะช่องเปิดห้องนอน .....	55
ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะช่องเปิดห้องนอน .....	56
ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะประตูห้องนั่งเล่น .....	56
ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะประตูห้องนั่งเล่น .....	57
ภาพที่ 4.16 แสดงวัสดุผนัง .....	57
ภาพที่ 4.17 แสดงการป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ .....	58
ภาพที่ 4.18 แสดงการป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ .....	58
ภาพที่ 4.19 แสดงการป้อนข้อมูลพื้นที่ที่มีการปรับอากาศ .....	60
ภาพที่ 4.20 ภาพที่ 4.20 แสดงการป้อนข้อมูลการวางทิศทางของอาคาร .....	59
ภาพที่ 4.21 แสดงการกรอกค่าลงในส่วนRoom .....	60

ภาพที่ 4.22 แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างใน วันจันทร์-อาทิตย์.....	61
ภาพที่ 4.23 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน วันจันทร์-วันศุกร์ .....	62
ภาพที่ 4.24 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน วันเสาร์-วันอาทิตย์ .....	62
ภาพที่ 4.25 แสดงลักษณะการเปิดเครื่องปรับอากาศ ใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์ (LAW 2) .....	63
ภาพที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า EQD ในห้องพักขนาดต่างๆ .....	78

## สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1.1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย .....	7
แผนภูมิที่ 3.1 แสดงขนาดห้องพักจากการสำรวจ .....	31
แผนภูมิที่ 3.2 แสดงสัดส่วนเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม .....	31
แผนภูมิที่ 3.3 แสดงสัดส่วนอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม .....	32
แผนภูมิที่ 3.4 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันจันทร์-วันศุกร์ .....	34
แผนภูมิที่ 3.5 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันเสาร์-อาทิตย์ .....	35
แผนภูมิที่ 3.6 แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-ศุกร์ .....	36
แผนภูมิที่ 3.7 แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์ .....	37
แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเข้าพักอาศัยกับ ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-วันศุกร์ .....	43
แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเข้าพักอาศัยกับ ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์ .....	43
แผนภูมิที่ 4.3 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร .....	65
ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ (ส่วนที่ 3) .....	65
แผนภูมิที่ 4.4 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ส่วนที่ 4) .....	65
แผนภูมิที่ 4.5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ) .....	66
แผนภูมิที่ 4.6 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ $LPD = 8.13 \text{ W/m}^2$ ) .....	67
แผนภูมิที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการใช้พลังงานรวมของอาคารในแต่ละเดือน โดยโปรแกรม VisualDOE4.0 จากชั่วโมงการใช้งานอาคารตามกฎกระทรวง กับการใช้งานที่ได้จากการสำรวจ .....	69



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเพิ่มของจำนวนประชากรมากขึ้น ตลอดจนการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ทำให้มีการย้ายที่อยู่เพื่อการประกอบอาชีพในเขตเมือง โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร มีประชากรเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากสถิติกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย ในปี 2555 มีความหนาแน่นของประชากรในกรุงเทพมหานครโดยเฉลี่ย 3,617.54 คนต่อตารางกิโลเมตรและการที่มีประชากรเพิ่มมากขึ้นนี้ ส่งผลความต้องการในด้านที่อยู่อาศัยในชุมชนเมืองและที่อยู่เพื่อความสะดวกในการเดินทางเพิ่มตามไปด้วย แต่เนื่องจากกรุงเทพมหานครมีราคาที่ดินแพง ในส่วนของพื้นที่พักอาศัยในแนวราบ เช่น ทาวน์เฮ้าส์ บ้านจัดสรรที่มีไม่เพียงพอ อีกทั้งราคาที่ดินที่สูงขึ้น จึงมีการสร้างที่พักอาศัยในแนวตั้งเพิ่มมากขึ้น คือ อาคารชุดพักอาศัยหรือคอนโดมิเนียม

จากการเพิ่มจำนวนของคอนโดมิเนียมและอาคารต่างๆ ทำให้มีการใช้พลังงานในอาคารมีเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นเพื่อให้มีการควบคุมการใช้พลังงานในอาคาร กระทรวงพลังงาน จึงได้มีการกำหนดหลักเกณฑ์สำหรับควบคุมอาคารต่างๆขึ้น คือ

กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 ได้มีการกำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน<sup>1</sup> โดยมีการกำหนดให้อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลง ที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้น ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป จะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน และยื่นรายการคำนวณ ในขั้นตอนส่งแบบขออนุญาตก่อสร้าง หรือดัดแปลงอาคาร ประเภทของอาคารประกอบด้วย อาคารสำนักงาน สถานศึกษา โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมชน โรงแรม สถานพยาบาล และอาคารชุด

โดยมี 2 เกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน คือ

1. ออกแบบให้ผ่านข้อกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV;  $W/m^2$ ) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof

---

<sup>1</sup>ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552, ราชกิจจานุเบกษา 126, 2552 หน้า 21-58

Thermal Transfer Value, RTTV;  $W/m^2$ ) ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (Lighting Power Density, LPD;  $W/m^2$ ) และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (Coefficient Of Performance, COP; W)

2. เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวงดังกล่าว อาคารควบคุมนี้สามารถนำเข้าสู่การพิจารณา การใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยการจำลองอาคารที่มีลักษณะเหมือนอาคารที่จะมีการก่อสร้างทุกอย่างและใช้ค่าต่างๆตามข้อกำหนด (ตามตารางที่ 1.1) โดยอาคารที่จะก่อสร้างจะผ่านเกณฑ์ได้หากมีค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole Building Energy; kWh/yr) ทั้งปีต่ำกว่าผลอาคารอ้างอิง

ตารางที่ 1.1 แสดงการกำหนดค่าตามกฎกระทรวงพลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร ( $W/m^2$ )	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ( $W/m^2$ )	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อพื้นที่ใช้งาน ( $W/m^2$ )
สถานศึกษา สำนักงาน	50	15	14
โรงแรมที่พัก ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40	12	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30	10	12

จากกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 การผ่านเกณฑ์ OTTV RTTV LPD และ COP ทุกข้อตามกฎกระทรวง ย่อมเป็นผลดีต่อการประหยัดพลังงานแต่ถ้าใช้พลังงานในส่วนใดส่วนหนึ่งมากจนไม่ผ่าน OTTV RTTV LPD และ COP ข้อใดข้อหนึ่ง ทำให้ต้องพิจารณาในเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคาร (WBE) และในเกณฑ์นี้ได้มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่เครื่องปรับอากาศ จากไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ผู้ใช้อาคารและการระบายอากาศ รวมไปถึงการกำหนดจำนวนชั่วโมงใช้งานอาคาร แต่จะประเภทโดยคนใดมีเนียม อยู่ในหมวดการพิจารณาในกลุ่มอาคาร โรงแรม สถานพยาบาล ซึ่งมีการใช้งานตลอดทั้งวัน คือ 8,760 ชั่วโมงต่อปี แต่เนื่องจากคนใดมีเนียม ในลักษณะของการใช้อาคารส่วน

ใหญ่ไม่ได้มีการใช้งานตลอดทั้งวัน การใช้อาคารมีลักษณะเหมือนกับบ้านพักอาศัยทั่วไป การกำหนดค่าการใช้อาคารที่สูงเกินกว่าการใช้งานจริง

ตารางที่ 1.2 แสดงการใช้ไฟฟ้า ในอาคารธุรกิจขนาดใหญ่ ในปี พ.ศ. 2550<sup>2</sup>

ประเภทอาคาร	การใช้ไฟฟ้า (GWh)	สัดส่วน(ร้อยละ)
อาคารสำนักงาน	7,139	37
ห้างสรรพสินค้า	2,351	12
อาคารธุรกิจค้าปลีกและส่ง	2,351	12
โรงแรม	2,339	12
คอนโดมิเนียมพักอาศัย	1,303	7
สถานพยาบาล	1,172	6
สถานศึกษา	1,102	6
อาคารทั่วไป	1,365	8
รวม	19,125	100

เมื่อเปรียบเทียบอาคารขนาดใหญ่ คอนโดมิเนียมถือเป็นที่มีการใช้พลังงานที่สูง ดังนั้นการกำหนดเกณฑ์การพิจารณาเพื่อในอาคารควรกำหนดค่าที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานในคอนโดมิเนียม ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างแท้จริง โดยในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในอาคารคอนโดมิเนียมพักอาศัยที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคาร ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากการสำรวจคอนโดมิเนียม และทำแบบสอบถามการใช้พลังงานในอาคารจากผู้พักอาศัยเพื่อนำมาสร้างอาคารอ้างอิง พร้อมทั้งทำการจำลองการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานในอาคารจริงจากการสำรวจ กับ ค่าการใช้พลังงานที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย และวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (WBE) ตลอดจนเสนอแนะให้มีการปรับแก้จำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคารในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร เพื่อปรับแก้ความถูกต้องของค่า EUI ที่ได้จากการการคำนวณ

<sup>2</sup>แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573), กระทรวงพลังงาน, 2554 หน้า 3-5

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาลักษณะอาคารประเภทคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมถึงวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.2.2 ศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้น จากการใช้เกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ.2552

1.2.3 เสนอแนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การคำนวณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษากฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

1.3.2 ศึกษาอาคารประเภทคอนกรีตเสริมเหล็ก

โดยการสำรวจคอนกรีตเสริมที่นำมาใช้ในเป็นอาคารตัวอย่าง ที่จะนำไปสร้างรูปแบบอาคารอ้างอิง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างดังนี้

1.3.2.1 มีราคาขายเฉลี่ย 70,000-85,000 บาทต่อตารางเมตร

1.3.2.2 อยู่ในเขตกรุงเทพฯ ชั้นใน

1.3.2.3 มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

1.3.3 ศึกษาการใช้พลังงานในอาคารที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้อาคารประเภทคอนกรีตเสริม

1.3.3.1 ผู้อยู่อาศัยและการใช้เครื่องปรับอากาศ

1.3.3.2 ไฟฟ้าแสงสว่าง

1.3.3.3 อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

1.3.4 ศึกษาคอนกรีตเสริมเฉพาะในส่วนห้องพักอาศัย ไม่รวม ส่วนรับรองแขก ( Lobby ) ที่จอดรถ ห้องงานระบบ รวมไปถึงห้องส่วนกลางทั้งหมด และไม่ครอบคลุมอุปกรณ์บังแดด ค่าสัมประสิทธิ์ของอุปกรณ์บังแดด (Shading Coefficient, SC)

1.3.5 ศึกษาข้อมูลพลังงานที่ใช้ในอาคารและทำการจำลองผลโดยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

#### 1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นวิจัยเชิงสำรวจเพื่อนำข้อมูลอาคารมาจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 และศึกษารูปแบบการใช้พลังงานรวมของอาคาร

##### 1.4.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.4.1.1 ศึกษากฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร

1.4.1.2 ศึกษาข้อมูลอาคารประเภทคอนโดมิเนียมพักอาศัย

1.4.1.3 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร

##### 1.4.2 เลือกอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

##### 1.4.3 สำรวจและเก็บข้อมูลอาคารตัวอย่าง ประเภทคอนโดมิเนียม

1.4.3.1 ข้อมูลทั่วไปของคอนโดมิเนียม

1.4.3.2 เก็บข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร (จากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้อาคารและจากบิลค่าไฟฟ้ารายเดือน)

1.4.3.3 เก็บข้อมูลลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร เวลาการใช้อาคาร (จากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้อาคาร)

##### 1.4.4 คำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (WBE) ตามวิธีการที่ระบุในกฎกระทรวง

1.4.4.1 กำหนดลักษณะอาคารอ้างอิง

1.4.4.2 กำหนดค่า ตัวแปรการใช้พลังงานจากการสำรวจ

1.4.4.3 กำหนดค่าตัวแปรการใช้พลังงาน ตามกฎกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร พ.ศ. 2552

##### 1.4.5 การจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อหาค่าการใช้พลังงานจากการสำรวจกับค่าการใช้พลังงานรวมที่มาจากกฎกระทรวง

1.4.5.1 กำหนดอาคารอ้างอิงเพื่อใช้ในการจำลองในโปรแกรม

1.4.5.2 กำหนดตัวแปร การใช้พลังงาน สำหรับจำลองด้วยโปรแกรม

1.4.5.3 จำลองการใช้พลังงานของอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

##### 1.4.6 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคารจากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎกระทรวง จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร

1.4.7 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคารจากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎกระทรวง จากการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

1.4.8 สรุปผลกระทบและแนวทางการปรับปรุงการกำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

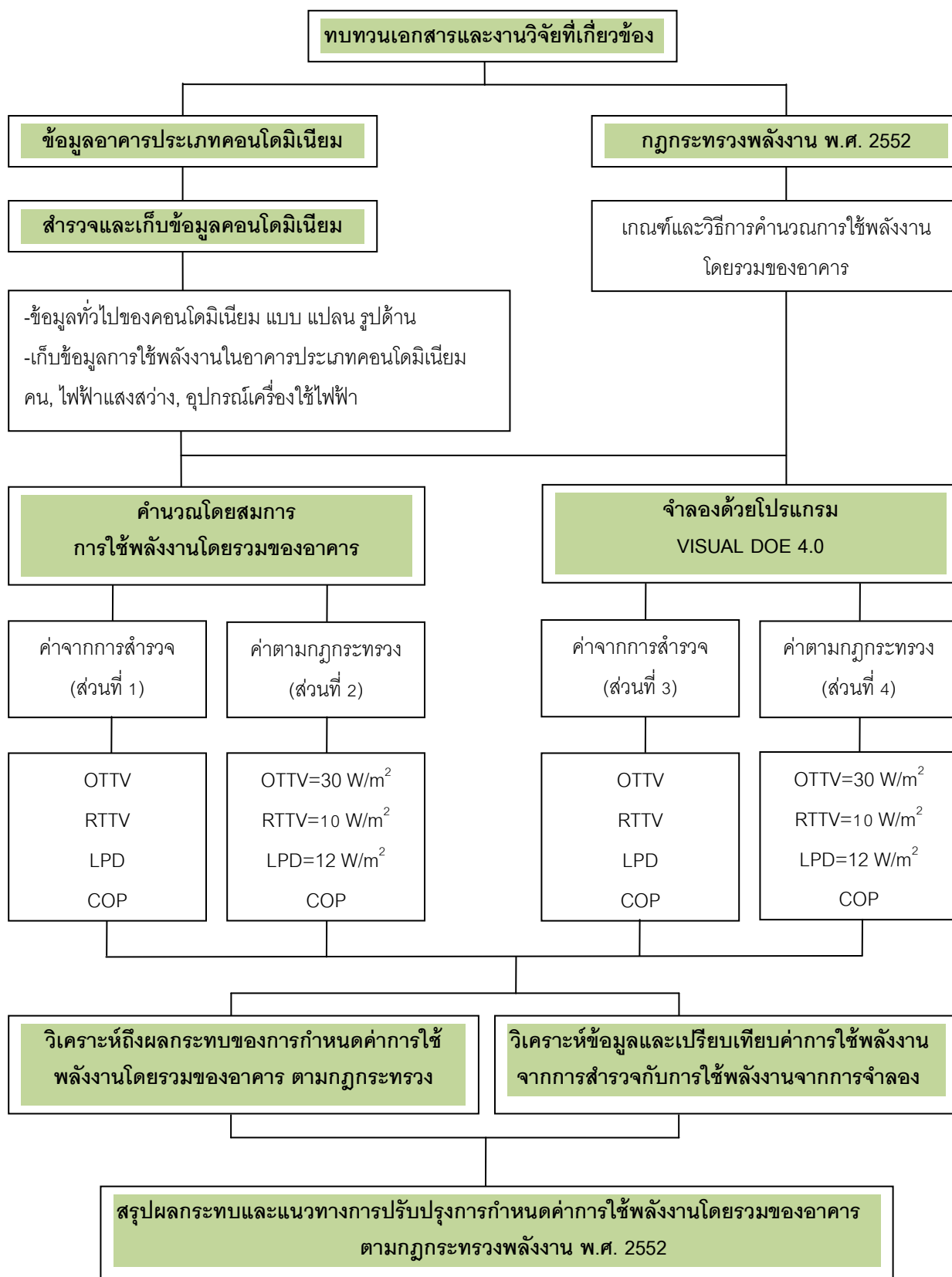
1.5.1 ทราบถึงลักษณะอาคารประเภทคอนโดมิเนียมพักอาศัย รวมถึงวิเคราะห์ ปัญหาที่เกิดขึ้น

1.5.2 ทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากการใช้เกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ.2552

1.5.3 สามารถนำเสนอแนวทางการปรับปรุงเกณฑ์การคำนวณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานจริงมากยิ่งขึ้น

#### 1.6 สมมติฐานการวิจัย

การคำนวณตามกฎกระทรวงพลังงานจะทำให้ค่าดัชนีการใช้พลังงาน (Energy Use Index, EUI) สูงเกินกว่าการใช้พลังงานจริงในอาคารประเภทคอนโดมิเนียมพักอาศัย



แผนภูมิที่ 1.1 แสดงลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

## 1.7 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 คอนโดมิเนียมหรืออาคารชุด<sup>3</sup> หมายถึงอาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินกลาง

1.7.2 การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Whole Building Energy)<sup>4</sup> หมายถึง เกณฑ์การพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร โดยการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารที่จะก่อสร้างจริงในรอบ 1 ปี นำมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานโดยรวมในรอบ 1 ปี ของอาคารอ้างอิง อาคารจะผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมได้ ก็ต่อเมื่อค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่จะก่อสร้างจริงทั้งปีต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคารอ้างอิง โดยมีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละด้านเป็นเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง และอาคารที่ใช้อ้างอิงต้องมีค่าระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

---

<sup>3</sup>พระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ.2552 [ออนไลน์], 2554. แหล่งที่มา

[http://www.coe.or.th/co15law/act/coe\\_law-1-2552.pdf](http://www.coe.or.th/co15law/act/coe_law-1-2552.pdf) [1 ตุลาคม พ.ศ. 2554]

<sup>4</sup>ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ.2552, ราชกิจจานุเบกษา 126, 2552 หน้า 54



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

#### 2.1 กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

2.1.1 เรื่อง การกำหนดประเภท หรือขนาดอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1.2 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงาน โดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร

#### 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร

2.2.1 การถ่ายเทความร้อน

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

#### 2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1 กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552<sup>1</sup>

2.1.1 กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 เรื่อง การกำหนดประเภท หรือขนาดอาคาร และ มาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดย อาคารที่มี การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตาราง เมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายฉบับนี้ โดยอาคารควบคุมมีดังนี้

- สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- สถานศึกษา
- สำนักงาน
- อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

---

<sup>1</sup> ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้ พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552, ราชกิจจานุเบกษา 126, 2552 หน้า 9-15 และ 21-58

- อาคารโรงพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

2.1.2 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงาน โดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร โดยมาตรฐานและเกณฑ์ในการออกแบบอาคารควบคุมเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

### ส่วนที่ 1 ระบบรอบอาคาร

- ค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคาร (Overall Thermal Transfer Value, OTTV;  $W/m^2$ ) ในส่วนที่มีการปรับอากาศ ในอาคารแต่ละประเภทอาคารจะต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกของอาคารตามกฎหมายกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอก ( $W/m^2$ ของพื้นที่ใช้ผนัง )
สถานศึกษา สำนักงาน	50
โรงพยาบาล ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30

โดยคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน ได้จากสมการ คือ

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

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

$U_w$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังที่บ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

WWR คือ อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสง และ/หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมด

ของผนังด้านที่พิจารณา

$U_f$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง หรือกระจก มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$TD_{eq}$  คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังที่บ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^\circ C$ )

$\Delta T$  คือ ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^\circ C$ )

SHGC คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR คือ ปริมาณรังสีตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสง และ/หรือผนังทึบแสง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกแต่ละด้าน ( $OTTV_i$ ) รวมกัน คำนวณจากสมการ คือ

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1) + (A_{w2})(OTTV_2) + \dots + (A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1} + A_{w2} + \dots + A_{wi}} \quad (2)$$

เมื่อ  $A_{wi}$  คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $m^2$ )

$OTTV_i$  คือ ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

- ค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร (Roof Thermal Transfer Talue,  $RTTV$ ;  $W/m^2$ ) ในส่วนที่มีการปรับอากาศ ในอาคารแต่ละประเภทจะต้องมีค่าไม่เกินต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนของหลังคาอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

ประเภทอาคาร	ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ( $W/m^2$ ของพื้นที่หลังคา)
สถานศึกษา สำนักงาน	15
โรงแรมที่พัก ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	12
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	10

โดยคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารแต่ละด้าน ได้จากสมการ คือ

$$RTTV_i = (U_r)(1 - SSR)(TD_{eq}) + (U_s)(SSR)(\Delta T) + (SSR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (3)$$

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

$U_r$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาที่บ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$SSR$  คือ อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสง ต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

$U_s$  คือ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง หรือกระจก มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร-องศาเซลเซียส ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$TD_{eq}$  คือ ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า ระหว่างภายนอกและภายในของหลังคาซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังที่บ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^\circ C$ )

$\Delta T$  คือ ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกของหลังคา มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^\circ C$ )

$SHGC$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสงหรือกระจก

$SC$  คือ สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

$ESR$  คือ ปริมาณรังสีตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง

และ/หรือหลังคาที่บดแสง มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

## ส่วนที่ 2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

- การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร (Lighting Power Density, LPD;  $W/m^2$ ) โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ จะต้องมีความสว่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด โดยค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในแต่ละประเภทอาคารต้องมีค่าไม่เกินต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดในแต่ละประเภทอาคารตามกฎกระทรวงพลังงาน

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด ( $W/m^2$ ของพื้นที่ใช้งาน)
สถานศึกษา สำนักงาน	14
โรงแรม หอศิลป์ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	18
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	12

## ส่วนที่ 3 ระบบปรับอากาศ

- ประเภทและขนาดต่างๆ ของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งอยู่ภายในอาคาร ต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังงานไฟฟ้าต่อตันความเย็น เป็นไปตามรัฐมนตรีประกาศกำหนด

2.2.2 กฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร

เกณฑ์การพิจารณาในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน มี 2 วิธี คือ

1. ออกแบบให้ผ่านข้อกำหนดค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง และค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ
2. เมื่อส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารไม่ผ่านเกณฑ์ตามกฎกระทรวงดังกล่าว อาคาร

ควบคุมนี้สามารถนำเข้าสู่การพิจารณา การใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยการจำลองอาคารที่มีลักษณะเหมือนอาคารที่จะมีการก่อสร้างทุกอย่างและใช้ค่าต่างๆตามกฎหมาย โดยอาคารที่จะก่อสร้างจะผ่านเกณฑ์ได้หากมีค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ทั้งปีต่ำกว่าผลการจำลอง

โดยมีสมการการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารคือ

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{wi}(RTTV_i)}{COP_i} + A_i \left\{ \frac{C_i(LPD_i) + C_e(EQD_i) + 130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] n_h + \sum_{i=1}^n A_i(LPD_i + EQD_i)n - PVE \quad (3)$$

เมื่อ

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

$EQD_i$  คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต่อหน่วยพื้นที่  $i$  มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

$OCCU_i$  คือ ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารในพื้นที่  $i$  มีหน่วยเป็นคนต่อตารางเมตร ( $person/m^2$ )

$VENT_i$  คือ อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ สำหรับพื้นที่  $i$  มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที ( $l/s$ )

$COP_i$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็กหรือระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้งานสำหรับพื้นที่  $i$

$A_i$  คือ พื้นที่ส่วนปรับอากาศ  $i$  (พื้นที่  $i$ ) มีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $m^2$ )

$PVE_i$  คือ ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์ มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมง ( $kWh/yr$ )

กรณีที่มีส่วนที่เป็นผนังภายนอกอาคารล้อมรอบพื้นที่  $i$

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

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

$A_{wi}$  คือ พื้นที่ของผนังด้านที่พิจารณาซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่หน้าต่างหรือผนังโปร่งแสงมีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $m^2$ )

$A_n$  คือ พื้นที่ของหลังคาส่วนที่พิจารณา ซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง มีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $m^2$ )

$C_l, C_e, C_o$  และ  $C_v$  คือ สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศจากไฟฟ้า แสงสว่าง อุปกรณ์และ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ผู้ใช้อาคารและการระบายอากาศ ตามลำดับ ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์นี้จากตารางที่ 2.4 ซึ่งแสดงค่าสัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศและจำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท

$n_h$  คือ จำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท

ตารางที่ 2.4 แสดงค่า  $C_l, C_e, C_o$  และ  $C_v$  และชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภทตามกฎกระทรวงพลังงาน

ประเภทของอาคาร	$C_l$	$C_e$	$C_o$	$C_v$	$n_h$
สถานศึกษา สำนักงาน	0.84	0.85	0.90	0.90	2340
โรงแรม รีสอร์ท ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	0.84	0.85	0.90	0.90	4380
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	1.0	1.0	1.0	1.0	8760

ในตารางแสดงค่า  $C_l, C_e, C_o$  และ  $C_v$  และชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท โดยคอนโดมิเนียมพักอาศัยถูกพิจารณาว่ามีการใช้อาคารเป็นเวลา 8,760 ชั่วโมง/ปี

## 2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร

### 2.2.1 การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer)<sup>4</sup>

การถ่ายเทความร้อนอาคารจากภายนอกสู่ภายใน แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

#### 1. การนำความร้อน (Conduction)

<sup>4</sup> F. Moore, *Environment control systems: heating cooling lighting* (International Edition, Singapore: McGraw-Hill, 1993).

เป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างโมเลกุลหนึ่งไปยังโมเลกุลหนึ่งที่อยู่ติดกัน หรือการถ่ายเทจากโมเลกุลที่มีความร้อนสูงกว่าไปยังโมเลกุลที่มีความร้อนต่ำกว่า การถ่ายเทความร้อนสามารถเกิดขึ้นได้ทุกทิศทางไม่ว่าจะเป็นจากด้านบน ด้านล่าง ด้านข้าง และเป็นอิสระจากแรงดึงดูดของโลก การถ่ายเทความร้อนขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น ความหนาของวัสดุ เมื่อความหนาน้อยจะมีการถ่ายเทความร้อนมากขึ้น คุณสมบัติที่แตกต่าง เป็นต้น

## 2. การแผ่รังสี (Radiation)

เป็นการถ่ายเทความร้อนในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยการแผ่รังสีผ่านอากาศ การแผ่รังสีเป็นการถ่ายเทความร้อนเหมือนกับการนำความร้อน ที่พลังงานมีการถ่ายเทจากสสารที่มีความร้อนสูงกว่าไปยังสสารที่มีความร้อนต่ำกว่า แต่แตกต่างคือ การแผ่รังสีสามารถถ่ายเทได้แม้ในสุญญากาศ

## 3. การพาความร้อน (Convection)

เป็นการถ่ายเทความร้อน จากการเคลื่อนที่ของของไหลเป็นตัวกลางในการพาความร้อน โดยจะอยู่ในรูปแบบของการนำความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน โดยการพาความร้อนขึ้นอยู่กับการเคลื่อนที่ของของไหลและความต่างของอุณหภูมิ

### 2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

#### 1. รังสีความร้อนดวงอาทิตย์

รังสีความร้อนดวงอาทิตย์ เป็นผลที่มาจากความร้อนจากภายนอกอาคาร โดยเป็นความร้อนดวงอาทิตย์ที่ผ่านมาจากผนังอาคารและหลังคา จึงส่งผลให้เกิดความร้อนภายในอาคาร

#### 2. อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิอากาศส่งผลต่อความรู้สึกความน่าสบายของผู้พักอาศัยภายในอาคาร เมื่ออุณหภูมิอากาศสูงจะเกิดความต้องการอุณหภูมิที่ต่ำลงเพื่อให้รู้สึกสบายขึ้น

#### 3. ปริมาณความชื้น

ความชื้น เกิดจากไอน้ำในอากาศ ปริมาณความชื้นส่งผลต่อความรู้สึกความน่าสบาย โดยเมื่อความชื้นในอากาศต่ำหมายถึง อากาศแห้ง ในทางกลับกันเมื่อความชื้นในอากาศสูง จะรู้สึกเหนียวตัว ไม่สบายตัว



#### 4. ความเร็วลม

ความเร็วลม มีผลต่อความรู้สึกความน่าสบาย โดยความเร็วลมและทิศทางลม จะเปลี่ยนแปลงไปโดย อาคารข้างเคียง ต้นไม้

#### 5. ที่ตั้งอาคาร

ที่ตั้งอาคาร ความลาดเอียงของพื้นดิน มีผลต่อการรับความร้อนดวงอาทิตย์ ทิศทางลมได้ แต่มีผลได้ดีกับอาคารที่มีความสูงไม่มากนัก

#### 6. ต้นไม้และพื้นพันธ์ต่างๆ

ต้นไม้และพื้นพันธ์ต่างๆ ช่วยลดอุณหภูมิในอาคารได้ โดยการเปลี่ยนพลังงานความร้อนจากแสงแดดให้เป็นไอน้ำ พื้นคลุมดินช่วยเพิ่มความชื้นให้กับผิวดินและช่วยลดความร้อนจากแสงแดดที่ตกกระทบลงพื้น ส่วนไม้ยืนต้นช่วยบังแดดให้กับตัวอาคารและบริเวณพื้นโดยรอบอาคาร

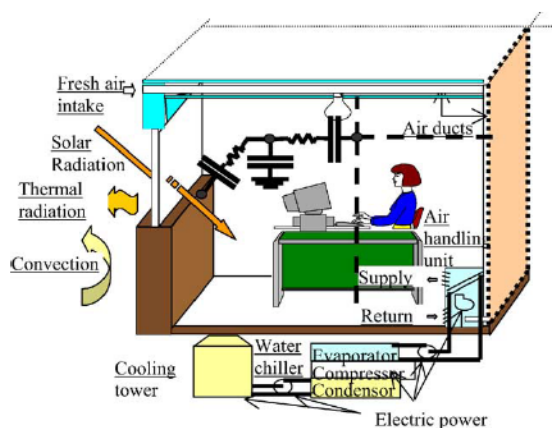
### 2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ อรรถจัน เศรษฐบุตตร และ ธนิต จินดาวงนิค ในปี พ.ศ. 2550 เรื่อง การพัฒนาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของเปลือกอาคารในอาคารบ้านเดี่ยว ได้ทำการสำรวจอาคารพักอาศัยทางด้านลักษณะการออกแบบอาคาร การเจาะช่องเปิดประตูหน้าต่าง การใช้วัสดุเปลือกอาคาร เพื่อนำมาสร้างอาคารอ้างอิงและจำลองโดยโปรแกรม DOE 2-1E เพื่อหาค่าการใช้พลังงาน โดยรายละเอียดฐานข้อมูลสภาพอากาศเพื่อจำลองการใช้พลังงานของงานวิจัยนี้คือ

- ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารายเดือนใน 1 ปี แต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 849-1,547 kWh โดยคิดเป็น 1,371 kWh
- เดือนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำสุด คือเดือนธันวาคม อยู่ที่ 849 kWh
- เดือนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือเดือนพฤษภาคม อยู่ที่ 1,547 kWh
- ปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งปี เท่ากับ 16,472 kWh โดยสัดส่วนการใช้พลังงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ
  - พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง คิดเป็น 14 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (หรือเท่ากับ 2,286 kWh)

- พลังงานไฟฟ้าจากอุปกรณ์ไฟฟ้า คิดเป็น 27 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (หรือเท่ากับ 4,484 kWh)
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศ คิดเป็นสัดส่วนสูงสุด คือ 59 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด (9,702 kWh)

Surapong Chirarattananon และ Juntakan Taveekun ในปี 2004 ได้ทำการวิจัย หา ค่าเฉลี่ยพารามетริกด้วยโปรแกรม DOE-2 เพื่อสร้างสมการ OTTV ในอาคาร 4 ประเภทคือ สำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า แต่ไม่รวมถึงอาคารประเภทคอนโดมิเนียมพักอาศัย และนำค่า OTTV ที่ได้ ไปสร้างสมการ การใช้พลังงานรวมของอาคาร (Energy Consumption) ในงานวิจัยนี้ได้จำลองอาคารขนาดกว้าง 40 เมตร ยาว 40 เมตร จำนวน 12 ชั้น โดยมี แกนบริการ ตรงกลางอาคาร กว้าง 20 เมตร ยาว 20 เมตร ที่กำหนดให้ไม่ปรับอากาศ



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างห้องพักปรับอากาศในอาคาร

( S. Chirarattananon, J.Taveekun, 2004)

โดยห้องพักที่แสดงในภาพที่ 2.1 เป็นรูปแบบที่เพียงพอสำหรับการศึกษาค่าการถ่ายเทของความร้อนและเก็บกักความร้อน ห้องนี้ถือว่าเป็นหนึ่งในหลายอาคารเอนกประสงค์ ผนังภายนอกประกอบด้วยส่วนผนังทึบและหน้าต่างกระจกใส ภายในมีการใช้เครื่องปรับอากาศ ผนังของห้องนี้เชื่อมต่อไปยังห้องที่อยู่ติดกันที่มีลักษณะคล้ายกัน ผนังภายในที่อยู่ตรงข้ามหน้าต่างห้องพักไม่มีใช้เครื่องปรับอากาศ โดยผลจากการวิจัย ได้ค่า

- LPD - สำนักงาน  $14.64 \text{ W/m}^2 \text{ floor}$
- โรงแรม  $5.45 \text{ W/m}^2 \text{ floor}$

- โรงพยาบาล 11.93 W/m<sup>2</sup> floor
- ห้างสรรพสินค้า 12.54 W/m<sup>2</sup> floor
- EPD
  - สำนักงาน 20.80 W/m<sup>2</sup> floor
  - โรงแรม 0.80 W/m<sup>2</sup> floor
  - โรงพยาบาล 3.45 W/m<sup>2</sup> floor
  - ห้างสรรพสินค้า 20.69 W/m<sup>2</sup> floor

จากงานวิจัยนี้ นอกเหนือจากอาคารที่ 4 ประเภทที่ทำการศึกษา อาคารประเภทอื่นสามารถนำไปปรับใช้ได้โดยสมการ การใช้พลังงานรวม ดังนี้

$$\text{Energy consumption} = \left( \frac{\text{CR}}{\text{COP}} + \text{LPD} + \text{EPD} \right) \times \text{area of floor} \times \text{working hours} \quad (4)$$

เมื่อ

Energy Consumption คือ พลังงานรวม มีหน่วยเป็นวัตต์ชั่วโมงต่อปี (Wh/y)

CR คือ ความต้องการความเย็น มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m<sup>2</sup>)

COP คือ ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ

LPD คือ กำลังไฟฟ้าส่องสว่างที่ติดตั้งเฉลี่ยต่อหน่วยพื้นที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m<sup>2</sup>)

EPD คือ กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต่อหน่วยพื้นที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m<sup>2</sup>)

area of floor คือ พื้นที่ปรับอากาศ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร (W/m<sup>2</sup>)

working hours คือ เวลาใช้เครื่องปรับอากาศ มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

จากงานวิจัยของ Pantong, Chirattananon และ Chaiwatworakul ในปี ค.ศ. 2011 เรื่อง Development of Energy Conservation Programs for Commercial Building based on Assessed Energy Saving Potentials งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงานรวมของอาคารขนาดใหญ่ ในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งอาจมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นเกือบ 2 เท่า นับจากปี 2010 จึงได้มีการสร้างเกณฑ์การพิจารณาอาคารโดยการกำหนดกฎหมาย (Building Energy Code: BEC) ขึ้นมา

และการติดฉลากให้กับอาคาร โดยแบ่งระดับของการอนุรักษ์พลังงานของอาคาร มี 5 ระดับ ได้แก่

- Base level (BASE) เป็นระดับอาคารที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานในระดับปกติ
- Building energy code level (CODE) เป็นระดับอาคารที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบต่างๆตามเกณฑ์ของ กฎกระทรวงพลังงาน พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน
- Higher energy performance standard level (HEPS) เป็นระดับที่ควรแนะนำแก่นักพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ เป็นระดับอาคารที่มี Life Cycle Cost ต่ำกว่าระดับเกณฑ์ตามกฎหมายพลังงานกำหนด
- Economic level (ECON) เป็นระดับของอาคารที่ยังคงประหยัด และได้มาจากเทคโนโลยีและการก่อสร้างภายในประเทศ ซึ่ง Life Cycle Cost อาจลดลงเมื่อเทคโนโลยีสำหรับการออกแบบอาคารและการก่อสร้างดีขึ้นในอนาคต
- Net zero energy building level (NZEB) เป็นระดับอาคารที่มีประสิทธิภาพสูง และสามารถผลิตพลังงานใช้เองทั้งอาคาร จาก Photovoltaic Cells

โดยทั้ง 5 ระดับ คอนโดมิเนียมที่มี OTTV เท่ากับ  $33 \text{ W/m}^2$  อยู่ที่ระดับ BASE,  $30 \text{ W/m}^2$  อยู่ที่ระดับ CODE,  $15 \text{ W/m}^2$  อยู่ที่ระดับ HEPS,  $10 \text{ W/m}^2$  อยู่ที่ระดับ ECON และ  $7.5 \text{ W/m}^2$  อยู่ที่ระดับ NZEB

อิกงานวิจัยของ Chirarattananon, Chaiwiwatworakul, Heien, Rakkwamsuk และ Kubaha ในปี 2010 ได้ทำการวิจัย เรื่อง Assessment of energy savings from the revised building energy code of Thailand เพื่อประเมินการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทต่างๆและกำหนดระดับการใช้พลังงานในแต่ละส่วนของอาคารอ้างอิง ได้แก่ สำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน ศูนย์การค้า คอนโดมิเนียม โดยจากงานวิจัยนี้ ผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆ และค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร ประเภทคอนโดมิเนียม มีดังนี้

- OTTV เท่ากับ  $50 \text{ W/m}^2$
- RTTV เท่ากับ  $17.4 \text{ W/m}^2$
- ระดับ BASE

- อาคารขนาดใหญ่ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 146.6 kWh/m<sup>2</sup>-yr
- อาคารขนาดใหญ่พิเศษ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 118.4 kWh/m<sup>2</sup>-yr
- ระดับ CODE
  - อาคารขนาดใหญ่ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 126.6 kWh/m<sup>2</sup>-yr
  - อาคารขนาดใหญ่พิเศษ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 105.3 kWh/m<sup>2</sup>-yr
- ระดับ ECON
  - อาคารขนาดใหญ่ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 115.4 kWh/m<sup>2</sup>-yr
  - อาคารขนาดใหญ่พิเศษ การใช้พลังงานรวมอาคาร เท่ากับ 92.7 kWh/m<sup>2</sup>-yr

แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573) โดยกฎกระทรวงพลังงานมีการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน ในภาคอาคารธุรกิจและบ้านที่อยู่อาศัย และได้แยกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ อาคารธุรกิจขนาดใหญ่ กับ อาคารธุรกิจขนาดเล็กและบ้านพักอาศัย โดยคอนโดมิเนียม มีการประเมินอยู่ในกลุ่ม อาคารธุรกิจขนาดใหญ่ ซึ่งมีอาคาร 8 ประเภทในกลุ่มนี้ คือ อาคารสำนักงาน อาคารห้างสรรพสินค้า อาคารธุรกิจค้าปลีกและส่ง โรงแรม สถานพยาบาล สถานศึกษา อาคารทั่วไป โดยการประเมินการใช้ไฟฟ้าของคอนโดมิเนียม เท่ากับ 1,303 GWh ในปี พ.ศ. 2550 มีการประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน โดยการเปรียบเทียบ ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยพื้นที่ต่อปีของอาคารอ้างอิง (Reference) ประเภทต่างๆ กับค่าดังกล่าว และมีเกณฑ์ที่สูงกว่านี้ในอนาคต มี 3 ระดับ ดังนี้

- HEPS (High Energy Standard) ระดับขั้นสูงสุดของระบบต่างๆ ซึ่งเป็นเป้าหมายที่บรรลุด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน
- Econ (Economic building) เป้าหมายในอนาคตอันใกล้เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์และระบบต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นไปอีกแต่ยังคงมีการควบคุมการลงทุน
- ZEB (Zero Energy Building) เป้าหมายระยะยาวที่อาคารใช้พลังงานที่จ่ายเข้า

จากภายนอกในระดับใกล้ศูนย์ มีความต้องการการใช้พลังงานในอาคารต่ำและมีการผลิตพลังงานใช้ในอาคารจากพลังงานหมุนเวียนโดยสิ่งๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงให้เกิดการอนุรักษ์

พลังงาน คือ ความร้อนผ่านกรอบอาคาร ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพส่องสว่างและอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและการระบายอากาศ

งานวิจัยของ Chua และ Chou ในปี 2009 เรื่อง Energy performance of residential buildings in Singapore งานวิจัยนี้เป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารและทำการพัฒนาสมการการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังอาคารของบ้านพักอาศัย โดยการจำลองอาคารพักอาศัยด้วยโปรแกรม eQuest เพื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบรายละเอียดของการออกแบบอาคารและเทคโนโลยี ซึ่งในสิงคโปร์อาคารพักอาศัย มีอยู่ 2 แบบ คือ ผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Point Block) และผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Slab Block) โดย ETTV ถูกปรับแก้มาจาก OTTV เดิม จากสมการที่ได้จากการวิจัยนี้ พบว่า ค่า ETTV รวมไปถึงค่าการใช้พลังงานรวมลดลง 4 % ในผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส (Point Block) และ ลดลง 3.5% ผังอาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Slab Block) และมีการเสนอแนะให้มีค่า ETTV ขั้นต่ำ อยู่ที่  $25 \text{ W/m}^2$

## บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยที่ใช้วิธีการจำลองโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรม VISUAL DOE 4.0 การสำรวจและเก็บข้อมูล อาคารประเภทคอนโดมิเนียม ลักษณะการใช้พลังงานในอาคาร ลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร ผ่านการตอบแบบสอบถามที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น โดยนำข้อมูลจากอาคารตัวอย่างมาคำนวณในสมการ สร้างอาคารอ้างอิงในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 โดยนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ห้ข้อมูลเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจริงจากอาคารอ้างอิงกับค่าการใช้พลังงานรวมที่ใช้ค่าตามกฎหมาย และทำการวิเคราะห์ห้ถึงผลกระทบของการกำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552

### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองอาคาร โปรแกรม VISUAL DOE 4.0
- 3.1.2 แบบสอบถาม ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร

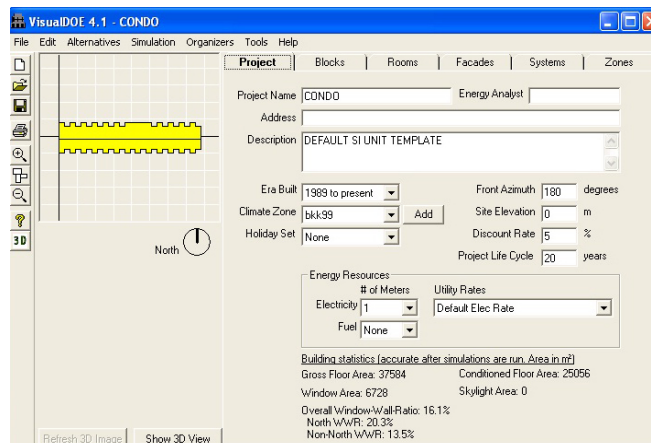
#### 3.1.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองอาคาร โปรแกรม VISUAL DOE 4.0

โปรแกรม VISUAL DOE 4.0<sup>1</sup> เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการประเมินการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยจะเป็นการประเมินในช่วงระยะเวลา 1 ปี โดยใช้ฐานข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา ที่อยู่ในรูปแบบไฟล์ชนิดต่างๆ เช่น TMY2 WYEC เป็นต้น โดยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 จะคำนวณภาระการทำความเย็น (Cooling Load) จากปัจจัยภายนอกอาคาร ได้แก่ การถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง ความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ การรั่วซึมของอากาศ ส่วนปัจจัยภายในอาคารที่เป็นภาระการทำความเย็น ได้แก่ ความร้อนจากคน ความร้อนจากไฟฟ้าส่องสว่าง และความร้อนจากอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ผลที่ได้จากการคำนวณการใช้พลังงานของโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 จะทำให้ทราบถึงการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารและ สัดส่วนการใช้พลังงานในแต่ละส่วน ได้แก่ ภาระการปรับอากาศ (Cooling) แสงสว่าง (Lighting) อุปกรณ์

---

<sup>1</sup> ประวิตร กิตติชาญธีระ. ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์กันแดดแบบผนัง 2 ชั้น กรณีศึกษาอาคารพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553.

เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ (Equipment) โดยผลของการประเมินการใช้พลังงานในอาคาร มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี



ภาพที่ 3.1 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

## 3.2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

### 3.2.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

• ศึกษากฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 เรื่อง เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

- ศึกษาข้อมูลอาคารประเภทคอนโดมิเนียม
- ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในอาคาร
- เอกสารและงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องแสดงในบทที่ 2

### 3.2.2 เลือกอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

• อาคารที่เลือกมาทำการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง จำนวน 13 อาคาร ในกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดให้เป็นอาคารที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- คอนโดมิเนียมเป็นเกรด B ราคาขายเฉลี่ย 70,000-85,000 บาทต่อตารางเมตร

- อยู่ในเขตกรุงเทพฯชั้นใน

- มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป

• เหตุผลในการเลือกอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

- คอนโดมิเนียมเกรด B



จากงานวิจัยของ บริษัท อควาเรียส เอสเตท จำกัด เรื่องผลงานวิจัยและภาพรวมตลาดคอนโดมิเนียมครั้งที่ 1 (Condominium Marketing update and trend) <sup>2</sup> ในปี พ.ศ. 2552 ได้ทำการลงพื้นที่เจาะลึกข้อมูลตลาดรวมเพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของตลาดคอนโดมิเนียม ผลคือ ผู้ซื้อแบ่งเป็น 3 กลุ่มหลัก ประกอบด้วย กลุ่มผู้ซื้อเพื่ออยู่อาศัย (End Users) และกลุ่มนักลงทุน (Investor) และส่วนกลุ่มผู้ซื้อเก็งกำไร แบ่งคอนโดมิเนียมเป็นเกรด A-C โดยเกรด B- C เป็นตลาดใหญ่ และฐานลูกค้ากว้าง จากงานวิจัยนี้เกรด B เป็นเกรดที่ขายดีที่สุด มียอดขายเฉลี่ยที่ 55% ของจำนวนยูนิตเกรด B ที่เปิดขายในปี พ.ศ. 2552 โดยเกณฑ์ที่แบ่งคอนโดมิเนียม เกรด B ที่นำมาใช้ในการเลือกคือ การแบ่งตามราคาขาย มีหน่วยบาทต่อตารางเมตร

- เป็นคอนโดมิเนียมที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตร ขึ้นไป ตามกฎกระทรวงพลังงานที่บังคับใช้กับอาคารที่มีพื้นที่ตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป จะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

### 3.2.3 สํารวจและเก็บข้อมูลอาคาร ประเภทคอนโดมิเนียม

จากข้อมูลการเลือกอาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา ได้คอนโดมิเนียมพักอาศัยจำนวน 13 อาคาร มี 6,994 ยูนิตพักอาศัย และได้ทำการสำรวจข้อมูลผู้พักอาศัย เป็นจำนวน 381 คน <sup>3</sup>

- ข้อมูลทั่วไปของคอนโดมิเนียม

เพื่อนำมากำหนดขนาดห้อง ขนาดพื้นที่ใช้สอยภายใน 1 ยูนิต จำนวนยูนิตต่อ 1 ชั้น

- 1) ศึกษาจากสื่ออินเทอร์เน็ตในลักษณะ ของ แบบแปลน รูปด้าน
  - ขนาดห้องพักภายในโครงการของคอนโดมิเนียมนี้ๆ
  - การแบ่งส่วนพื้นที่การใช้สอยภายในยูนิตพักอาศัย
  - ขนาดของห้องและพื้นที่ใช้สอยภายในยูนิตพักอาศัย
  - ขนาดของช่องเปิดภายในยูนิตพักอาศัย
  - วัสดุก่อสร้างอาคาร

<sup>2</sup>ผลงานวิจัยและภาพรวมตลาดคอนโดมิเนียมครั้งที่ 1 [ออนไลน์], 23 มีนาคม พ.ศ. 2555. แหล่งที่มา: <http://pawit15.blogspot.com/2009/12/c.html> [23 มีนาคม พ.ศ. 2555]

<sup>3</sup>การคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane [ออนไลน์], 2555. แหล่งที่มา: <http://hpe4.anamai.moph.go.th/Surveillance/data/yamane.pdf> [19 กันยายน พ.ศ. 2555]

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง
- 2) ศึกษาข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม
- ขนาดห้องพักภายในโครงการ
- จำนวนผู้พักอาศัย ต่อ 1 ยูนิตพักอาศัย

- เก็บข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร

จากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้อาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ใน

โปรแกรม VISUAL DOE 4.0 โดยข้อมูลที่ได้ คือ

- 1) จำนวนและค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ

- เก็บข้อมูลลักษณะพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร

จากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้อาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ใน

โปรแกรม VISUAL DOE 4.0 โดยข้อมูลที่ได้ คือ

- 1) จำนวนผู้พักอาศัย เพื่อศึกษา ความหนาแน่น ต่อตารางเมตร
- 2) ช่วงเวลาการใช้ห้องพัก
- 3) ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ

### 3.2.4 คำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

โดยมีสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารคือ

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{wi}(RTTV_i)}{COP_i} + A_i \left\{ \frac{C_i(LPD_i) + C_e(EQD_i) + 130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] n_h + \sum_{i=1}^n A_i(LPD_i + EQD_i)n - PVE \quad (1)$$

โดยการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร แบ่ง 2 ส่วน คือ

- ส่วนที่ 1

กำหนดค่า จากการสำรวจ

- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร (OTTV)
- ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)
- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)
- ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (COP)

- **ส่วนที่ 2**

กำหนดค่า ตามกฎกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการ  
คำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงาน  
หมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552

- 1) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร (OTTV)  $30 \text{ W/m}^2$
- 2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)  $\text{W/m}^2$
- 3) ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)  $12 \text{ W/m}^2$
- 4) ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศ (COP)

โดยเกณฑ์การพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารโดยการ  
คำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารอ้างอิงใน ส่วนที่ 1 ในรอบ 1 ปี นำมาเปรียบเทียบกับค่า  
การใช้พลังงานโดยรวมในรอบ 1 ปี ของอาคารอ้างอิงใน ส่วนที่ 2 อาคารจะผ่านเกณฑ์การใช้  
พลังงานโดยรวมได้ก็ต่อเมื่อค่าการใช้พลังงานโดยรวมนั้นทั้งปีของอาคารอ้างอิงส่วนที่ 1 ต่ำกว่าค่า  
การใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคารอ้างอิง ส่วนที่ 2 ซึ่งมีพื้นที่การใช้งานอาคาร ทิศทาง พื้นที่ของ  
ผนัง พื้นที่หลังคา ทุกส่วนตรงกับอาคารที่จะก่อสร้างจริงและต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของ  
เปลือกอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศ  
เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎกระทรวง

### 3.2.5 การจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อหาค่าการใช้ พลังงานจากการสำรวจกับค่าการใช้พลังงานรวมที่มาจากกฎกระทรวง

- **กำหนดอาคารอ้างอิง**

นำข้อมูลจาก ข้อ 3.2.2 และ 3.2.3 มากำหนดอาคารอ้างอิงเพื่อใช้จำลอง  
อาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

- **กำหนดตัวแปร**

- 1) ตัวแปรต้น

- OTTV
- RTTV
- LPD
- COP
- ทิศ การวางอาคาร 4 ทิศ

- 2) ตัวแปรตาม

- ค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร

### 3) ตัวแปรควบคุม

- ลักษณะทางกายภาพอาคารอ้างอิง ที่ได้จากข้อ 3.3.2 ได้แก่  
ขนาดอาคาร ห้องพัก โถงบันได ทางเดิน ช่องเปิด วัสดุก่อสร้างอาคาร
- จำนวนผู้ใช้งาน
- คุณนหภูมิการปรับอากาศ อยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส
- ระบบของเครื่องปรับอากาศแบบ Residential System
- อัตราการรั่วซึมของอากาศ (Infiltration) เท่ากับ 0.2 air-change/ชั่วโมง

- **จำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0**

โดยนำข้อมูลจากข้อ 3.2.3-3.2.4 ที่ผ่านการวิเคราะห์ มาจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อหาค่าการใช้พลังงานในอาคาร

**โดยมีการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 2 ส่วน คือ**

**ส่วนที่ 3** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ

**ส่วนที่ 4** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP ตามกฎกระทรวงพลังงาน

**3.2.6 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคารจากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎหมายกระทรวง จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร**

เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจริงจากอาคารอ้างอิง (ส่วนที่ 1)กับการใช้พลังงานจากอาคารอ้างอิงที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (ส่วนที่ 2) และเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจากจำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ (ส่วนที่ 3) จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP ตามกฎกระทรวงพลังงาน(ส่วนที่ 4 )





**3.2.7 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมอาคารจากการสำรวจกับการใช้พลังงานรวมที่มีค่าตามกฎหมายกระทรวง จากการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0**





**3.2.8 สรุปผลกระทบและแนวทางการปรับปรุงการกำหนดค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552**

### 3.3 ผลการศึกษาอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง

3.3.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคารตัวอย่าง (จากข้อมูลข้อ 3.2.2) ที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง

ตารางที่ 3.1 แสดงรายชื่ออาคารตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเพื่อนำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง

ลำดับที่	จำนวนชั้น- จำนวนห้อง	ระยะ(เมตร) ถึงBTS/MRT	BTS/MRT	ภาพโครงการ
1.	23 ชั้น 449 ยูนิต	5	BTS สะพาน ควาย	
2.	18 และ 15 ชั้น 421 ยูนิต	70	BTS อุดมสุข	
3.	24 ชั้น 418 ยูนิต	400	MRT พหลโยธิน	
4.	30 ชั้น 490 ยูนิต	1	BTS อ่อนนุช	
5.	51 ชั้น 560 ยูนิต	300	MRT ลาดพร้าว	

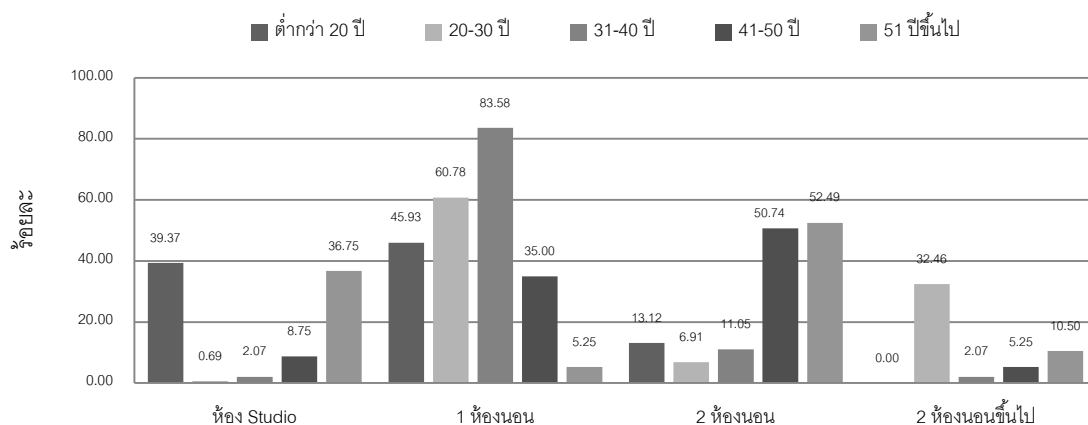
6.	31 ชั้น 363 ยูนิต	150	BTS อารีย์	
7.	28 ชั้น 467 ยูนิต	624	BTS อ่อนนุช	
8.	34 ชั้น 3 อาคาร 3,036 ยูนิต	800	MRT พหลโยธิน	
9.	23 ชั้น 334 ยูนิต	5	MRT สุทธิสาร	
10.	32 ชั้น 456 ยูนิต	150	MRT ลาดพร้าว	

ผลการศึกษาอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้าง จำนวน 10 โครงการ 13 อาคาร 6,994 ยูนิต (จากข้อมูลข้อ 3.2.3) โดยรายละเอียดคือ

- อาคาร (คอนโดมิเนียม) 1 อาคาร มีจำนวน 699 ยูนิต
- จำนวนชั้น (เฉพาะส่วนห้องพัก) จำนวน 29 ชั้น
- จำนวน ยูนิตพักอาศัย ใน 1 ชั้น จำนวน 24 ยูนิต
- ความกว้างทางเดิน (ไม่ปรับอากาศ) กว้าง 1.5 เมตร
- ความสูงห้องพัก (Floor to Floor) 3.5 เมตร
- ขนาดห้องพัก 1 ห้องนอน 48 ตารางเมตร

ตารางที่ 3.2 แสดงข้อมูลระหว่างลักษณะห้องพักกับอายุของผู้พักอาศัยจากการสำรวจ

ลักษณะห้องพัก	อายุ (%)				
	ต่ำกว่า 20 ปี	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51 ปีขึ้นไป
ห้อง Studio	39.37	0.69	2.07	8.75	36.75
1 ห้องนอน	45.93	60.78	83.58	35.00	5.25
2 ห้องนอน	13.12	6.91	11.05	50.74	52.49
2 ห้องนอนขึ้นไป	0.00	32.46	2.07	5.25	10.50



แผนภูมิที่ 3.1 แสดงขนาดห้องพักจากการสำรวจ

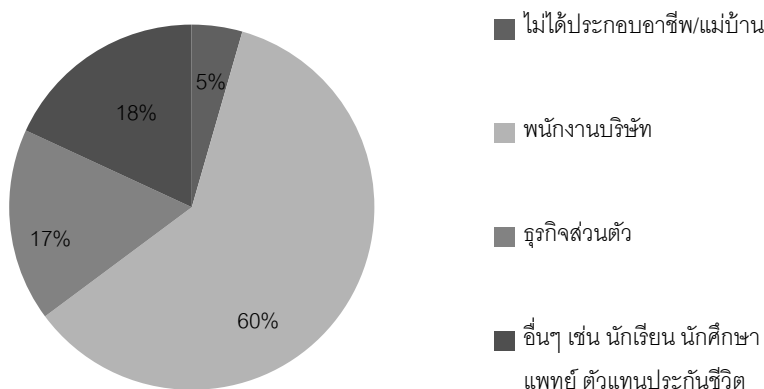
จากการสำรวจผ่านแบบสอบถาม จำนวน 381 ชุด เพื่อหารูปแบบของห้องพักอาศัยที่จะนำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง พบว่าห้องพักแบบ 1 ห้องนอนมีจำนวนร้อยละ 46.11 ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนมากสุดจากแบบสอบถามทั้งหมด จึงได้นำรูปแบบห้องพักแบบ 1 ห้องนอนมาใช้ในเป็นห้องพักอ้างอิง

3.3.2 ข้อมูลผู้ใช้อาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง



แผนภูมิที่ 3.2 แสดงสัดส่วนเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม

แบ่งตามเพศของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 381 คน เป็น เพศชายจำนวน 115 คน เพศหญิงจำนวน 266 คน โดยมีอายุ ต่ำกว่า 20 ปีจำนวน 15 คน อายุ 21-30 ปี จำนวน 146 คน อายุ 31-50 ปี จำนวน 143 คน อายุตั้งแต่ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 20 คน



แผนภูมิที่ 3.3 แสดงสัดส่วนอาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม

อาชีพของผู้ตอบแบบสอบถาม แบ่งเป็น ไม่ได้ประกอบอาชีพหรือเป็นแม่บ้าน จำนวน 19 คน พนักงานบริษัท จำนวน 229 คน ธุรกิจส่วนตัว 65 คน และประกอบอาชีพอื่นๆ 68 คน เช่นนักเรียน นักศึกษา แพทย์ ตัวแทนประกันชีวิต เป็นต้น จำนวน 68 คน

### 3.3.3 ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง

- รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างภายใน 1 ยูนิต  
(ข้อมูลจากการสอบถามวิศวกรไฟฟ้า)
 

-ห้องนอน	ดาวไลท์ 4 ดวง 4x26	104	วัตต์
-ส่วนนั่งเล่นและส่วนครัว	ดาวไลท์ 8 ดวง 8x26	208	วัตต์
-ห้องน้ำ	ดาวไลท์ 2 ดวง 2x26	52	วัตต์
-ระเบียง	ดาวไลท์ 1 ดวง	26	วัตต์
- รายละเอียดการใช้เครื่องปรับอากาศภายใน 1 ยูนิต  
(ข้อมูลจากการสอบถามวิศวกรงานระบบ)
 

-ห้องนอน	1 เครื่อง	9,000	BTU
-ส่วนนั่งเล่นและส่วนครัว	1 เครื่อง	12,000	BTU
- รายละเอียดการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน 1 ยูนิต (จากการสอบถาม)



## -ห้องนอน

โทรทัศน์ 29 นิ้ว	1เครื่อง	70	วัตต์
เตารีด	1เครื่อง	1600	วัตต์

## -ส่วนนั่งเล่น

โทรทัศน์ 32 นิ้ว	1เครื่อง	130	วัตต์
พัดลม		75	วัตต์
คอมพิวเตอร์(Note Book)		90	วัตต์

## -ส่วนครัว

ตู้เย็น 12 คิว	1เครื่อง	194	วัตต์
เครื่องซักผ้า	1เครื่อง	2,000	วัตต์
หม้อหุงข้าว	1เครื่อง	600	วัตต์
ไมโครเวฟ	1เครื่อง	1,200	วัตต์

## -ห้องน้ำ

เครื่องทำน้ำอุ่น	1เครื่อง	3,500	วัตต์
พัดลมระบายอากาศ	1เครื่อง	35	วัตต์

## 3.3.4 ข้อมูลลักษณะพฤติกรรมการใช้งานอาคารของผู้พักอาศัย

จากการตอบแบบสอบถามของผู้ใช้อาคาร เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 และเพื่อใช้ศึกษาการใช้อาคารจากผู้ใช้อาคารจริง โดยข้อมูลที่ได้ คือ

- จำนวนผู้พักอาศัย เพื่อศึกษา ความหนาแน่น ต่อตารางเมตร

ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนผู้พักอาศัยใน 1 ยูนิต

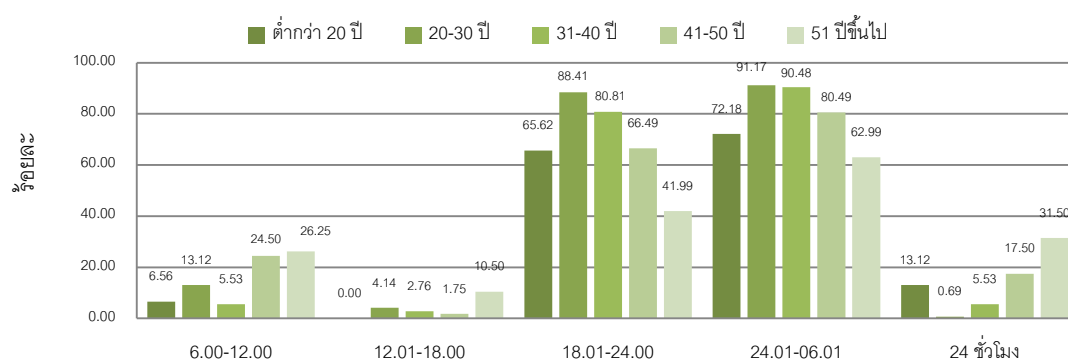
จำนวนผู้พักอาศัย	1 คน	2คน	3 คน	4 คน
ต่ำกว่า 20 ปี	6	6	3	0
20-30 ปี	42	88	14	2
31-40 ปี	39	76	23	5
41-50 ปี	7	28	17	5
51 ปีขึ้นไป	5	6	7	2
รวม	99	204	64	14

โดยจากการสำรวจ จำนวนผู้พักอาศัยใน 1 ยูนิต พบว่าจากผู้ทำแบบสอบถามจำนวน 381 คน พักอาศัยอยู่ในห้องพัก จำนวน 2 คน มากถึง 204 คน โดยจากตาราง 3.3 พบว่าห้องพักแบบ 1 ห้องนอนมีจำนวนร้อยละ 46.11 ซึ่งถือว่าเป็นจำนวนมากที่สุดจากแบบสอบถามทั้งหมด จึงวิเคราะห์ได้จากผู้ตอบแบบสอบถาม คือ ห้องพัก 1 ยูนิต มีห้องนอน 1 ห้อง และมีผู้พักอาศัย 2 คน

- ช่วงเวลาการใช้ห้องพัก

ตารางที่ 3.4 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันจันทร์-วันศุกร์

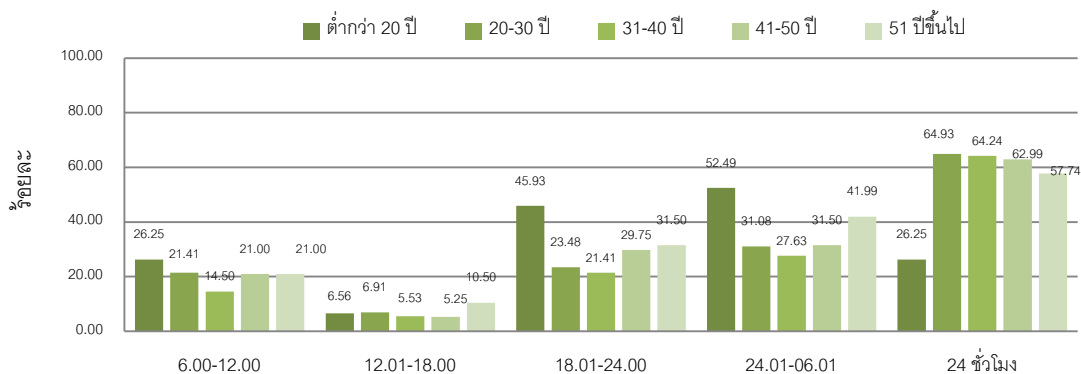
เวลา	อายุ (คน)				
	ต่ำกว่า 20 ปี	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51 ปีขึ้นไป
6.01-12.00	1	19	8	14	5
12.01-18.00	0	6	4	1	2
18.01-24.00	10	128	117	38	8
24.01-06.00	11	132	131	46	12
24 ชั่วโมง	2	1	8	10	6



แผนภูมิที่ 3.4 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันจันทร์-วันศุกร์

ตารางที่ 3.5 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันเสาร์-อาทิตย์

เวลา	อายุ (คน)				
	ต่ำกว่า 20 ปี	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51 ปีขึ้นไป
6.01-12.00	4	31	21	12	4
12.01-18.00	1	10	8	3	2
18.01-24.00	7	34	31	17	6
24.01-06.00	8	45	40	18	8
24 ชั่วโมง	4	94	93	36	11



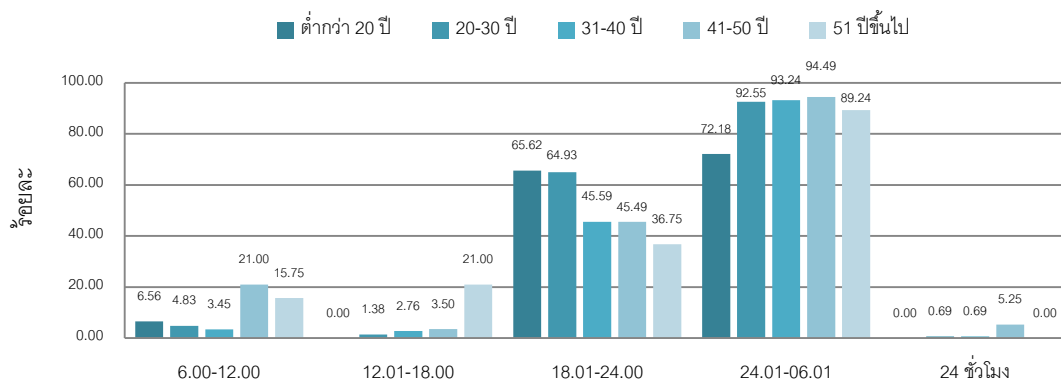
แผนภูมิที่ 3.5 แสดงช่วงเวลาเข้าพักอาศัย วันเสาร์-อาทิตย์

ในวันจันทร์-วันศุกร์ ช่วงเวลาเข้าพักสูงสุดอยู่ที่ ช่วงเวลา 18.01-06.00 นาฬิกา จากการคาดเดา เนื่องจากผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คือ นักเรียน นักศึกษา พนักงานบริษัท จึงออกไปเรียนหรือทำงาน ในช่วง 06.00-18.00 นาฬิกา แล้วกลับเข้าที่พักหลังจาก 18.00 นาฬิกา ส่วนในวันเสาร์-อาทิตย์ ผู้พักอาศัยในช่วงเวลา 18.01-06.00 นาฬิกา และมีจำนวนของผู้พักอาศัยที่มีอายุระหว่าง 20-40 ปี ที่พักอาศัยในห้องพัก ในวันเสาร์-อาทิตย์ ตลอด 24 ชั่วโมง

- ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ

ตารางที่ 3.6 แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-ศุกร์

เวลา	อายุ (คน)				
	ต่ำกว่า 20 ปี	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51 ปีขึ้นไป
6.01-12.00	1	7	5	12	3
12.01-18.00	0	2	4	2	4
18.01-24.00	10	94	66	26	7
24.01-06.00	11	134	135	54	17
24 ชั่วโมง	0	1	1	3	0

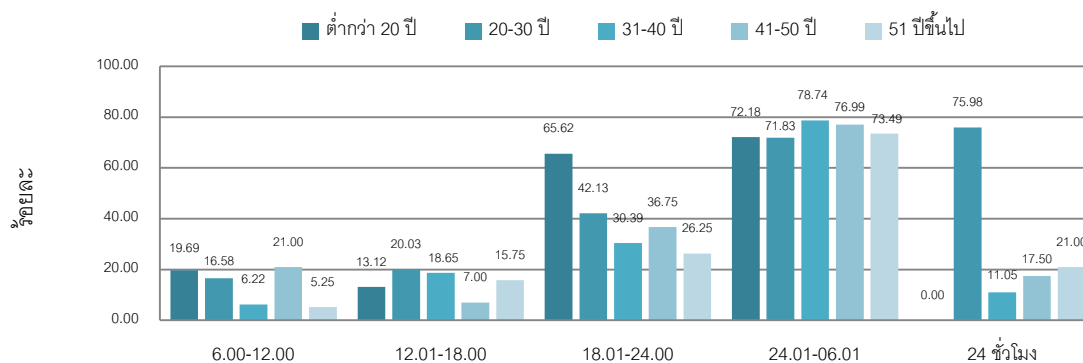


แผนภูมิที่ 3.6 แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-ศุกร์

จากการสำรวจช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศจันทร์-ศุกร์ โดยคาดเดาได้ว่าในช่วงอายุต่ำกว่า 20 และ 20-30 ปี มีการเปิดเครื่องปรับอากาศในช่วงเวลา 18.01-24.00 นาฬิกาจำนวนมากเนื่องจากเป็นนักเรียน นักศึกษา พนักงานบริษัท ที่กลับเข้าห้องพักหลังเลิกเรียนหรือทำงาน และจำนวนผู้พักอาศัยเปิดเครื่องปรับอากาศเพิ่มมากขึ้นในช่วงเวลา 24.01-06.00 นาฬิกา

ตารางที่ 3.7 แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์

เวลา	อายุ (คน)				
	ต่ำกว่า 20 ปี	20-30 ปี	31-40 ปี	41-50 ปี	51 ปีขึ้นไป
6.01-12.00	3	24	9	12	1
12.01-18.00	2	29	27	4	3
18.01-24.00	10	61	44	21	5
24.01-06.00	11	104	114	44	14
24 ชั่วโมง	0	110	16	10	4



แผนภูมิที่ 3. แสดงช่วงเวลาเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์

วันเสาร์-อาทิตย์ยังคงมีการเปิดเครื่องปรับอากาศมากในช่วงเวลา 24.01-06.00 นาฬิกา และจากการสำรวจพบว่า ช่วงอายุ 20-30 ปีมีการเปิดเครื่องปรับอากาศ ตลอด 24 ชั่วโมง มากที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

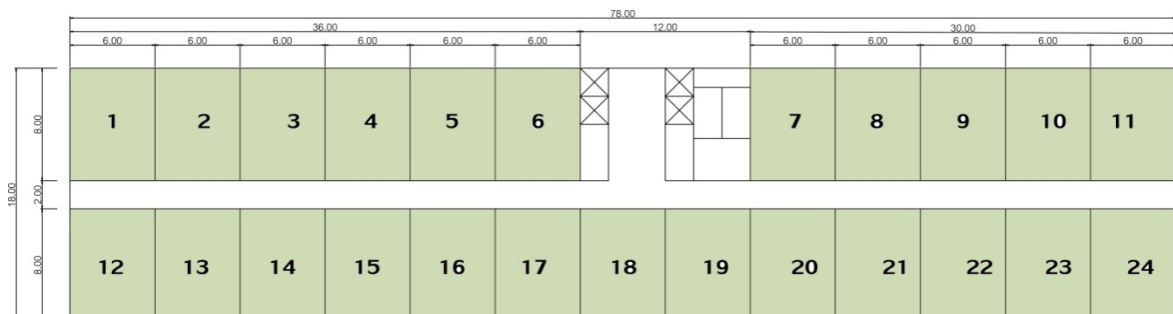
#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจเพื่อกำหนดอาคารอ้างอิง

จากการสำรวจคอนโดมิเนียมในกรุงเทพมหานคร ทั้งลักษณะทางกายภาพและค่าการใช้พลังงาน โดยจากการสำรวจ คอนโดมิเนียมจำนวน 10 โครงการ 13 อาคาร และทำแบบสอบถามการใช้พลังงานในอาคารจากผู้พักอาศัยจำนวน 381 ชุด เพื่อให้ได้ข้อมูล ขนาดห้องพักภายในโครงการ จำนวนผู้พักอาศัย ต่อ 1 ยูนิต พักอาศัย จำนวนผู้พักอาศัย เพื่อศึกษา ความหนาแน่น ต่อตารางเมตร ช่วงเวลาการใช้ห้องพัก ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ เพื่อนำมาสร้างอาคารอ้างอิง พร้อมทั้งทำการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานในอาคารจริงจากการสำรวจ กับ ค่าการใช้พลังงานที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย

##### 4.1.1 ผลการศึกษาอาคารตัวอย่าง ลักษณะทางกายภาพของจากบทที่ 3 นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง จำนวน 10 โครงการ 13 อาคาร 6,994 ยูนิต คือ

- ลักษณะทางกายภาพของอาคารอ้างอิง

1) อาคาร (คอนโดมิเนียม) 1 อาคาร	มีจำนวน	699	ยูนิต
2) จำนวนชั้น (เฉพาะส่วนห้องพัก)	จำนวน	29	ชั้น
3) จำนวน ยูนิตพักอาศัย ใน 1 ชั้น	จำนวน	24	ยูนิต
4) ความกว้างทางเดิน(ไม่ปรับอากาศ)	กว้าง	1.5	เมตร
5) ลิฟท์	จำนวน	4	ตัว



ภาพที่ 4.1 แสดงแปลนอ้างอิง

- รายละเอียดภายใน 1 ยูนิตพักอาศัยของอาคารอ้างอิง คือ
  - 1) ขนาดห้องพัก 1 ห้องนอน (จากข้อมูลข้อ 3.3.3) 48 m<sup>2</sup>
  - 2) ความสูงห้องพัก (Floor to Floor) 3.5 m
  - 3) ขนาดห้องพัก กว้าง 6 m ยาว 8 m
  - 4) พื้นที่นั่งเล่น ทานอาหาร และครัว กว้าง 3 X 6.5 m ขนาด 19.5 m<sup>2</sup>
  - 5) ห้องนอน กว้าง 3 x 5.5 m ขนาด 16.5 m<sup>2</sup>
  - 6) ห้องน้ำ กว้าง 3 x 2.5 m ขนาด 7.5 m<sup>2</sup>
  - 7) ระเบียง กว้าง 1.5 x 3 m ขนาด 4.5 m<sup>2</sup>
- ขนาดช่องเปิด
  - 1) หน้าต่าง กว้าง 2 m สูง 1.5 m
  - 2) ประตู(บริเวณระเบียง) กว้าง 2 m สูง 2 m



ภาพที่ 4.2 แสดงแปลนอ้างอิง

#### 4.1.2 ผลการศึกษาข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิงมาจากข้อมูลข้อ 3.3.3

ในการวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารตัวอย่างที่นำมาสร้างเป็นอาคารอ้างอิง เพื่อให้ได้ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าส่องสว่างและค่าการใช้เครื่องไฟฟ้าของผู้พักอาศัยที่

แม่นยำมากขึ้นจึงได้ทำการคำนวณหาค่าโดยอ้างอิงงานวิจัยของ ดนุสรณ์ บัวขจร (2554) ที่มีการหาค่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยการนำ สัดส่วนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าคูณกับสัดส่วนผู้ใช้งานของผู้พักอาศัย (%EQDx%People) ดังตารางที่ 4.2 -4.3 จากการทำแบบสอบถามแบบรายชั่วโมงของการใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัย จำนวน 5 ครอบครัว โดยเลือกยูนิตพักอาศัยที่ใกล้เคียงผลที่มาจากสอบถาม คือ ใน 1 ยูนิตพักอาศัย มี 1 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ 1 ห้องพักผ่อน และผู้ใช้งาน 2 คน และจากผลส่วนใหญ่ผู้ทำแบบสอบถาม คือ นักเรียนนักศึกษาและพนักงานบริษัท จึงเลือกครอบครัวที่มีความใกล้เคียงกับผลของแบบสอบถามส่วนใหญ่

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนของผู้พักอาศัย จากการสอบถาม<sup>1</sup>

ผู้ใช้งาน (คน)	อาชีพ	ลักษณะห้องพัก	ขนาดห้องพัก (ตร.ม.)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/เดือน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/m <sup>2</sup> )
2	พนักงานบริษัท พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	34	1,080	31.76
2	พนักงานบริษัท นักศึกษา	1 ห้องนอน	30	780	26
2	พนักงานบริษัท นักศึกษา	2 ห้องนอน	56	1,750	31.25
2	ธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัท	2 ห้องนอน	60	2,100	35
1	พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	34	750	22.65

จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลจากการสอบถาม รายละเอียดคือ จำนวนผู้พักอาศัย ใน 1 ยูนิตพักอาศัย อาชีพของผู้พัก จำนวนห้องนอนในยูนิต ขนาดห้อง ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ต่อเดือน เพื่อนำไปใช้เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้จริงที่ได้จากการสำรวจกับค่าไฟฟ้าที่ได้จากผลการคำนวณสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารและที่ได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

<sup>1</sup> ดูเพิ่มเติม ภาคผนวก ง หน้า 125



ตาราง 4.2 แสดงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ในวัน จันทร์-วันศุกร์

เครื่องใช้ไฟฟ้า	เวลา																										
	วัดศั	วัดศั/ตร.ม.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>ห้องนอน</b>																											
โทรทัศน์ 29 นิ้ว	70	1.5																							1.5	1.5	1.5
เตารีด	1600	33.3																									
<b>ส่วนนั่งเล่น+ครัว</b>																											
โทรทัศน์ 32 นิ้ว	130	2.7							2.7											2.7	2.7	2.7	2.7	2.7			
พัดลม	75	1.6							1.6										1.6	1.6							
คอมพิวเตอร์(Note Book)	90	1.9																	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9				
ตู้เย็น 12 คิว	194	4.0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
เครื่องซักผ้า	2000	41.7																									
หมอบุงข้าว*	600	12.5																								12.5	
ไมโครเวฟ*	1200	25							4.1																	4.1	
<b>ห้องน้ำ</b>																											
เครื่องทำน้ำอุ่น*	3500	72.9						12	12													12				12	
พัดลมระบายอากาศ*	35	0.7						0.7	0.7													0.7				0.7	
วัดศั/ตร.ม. แต่ละชั่วโมง			4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	16.70	25.10	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.60	22.88	25.18	21.28	8.58	10.08	5.50	18.20		
% EQD			3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	14.40	21.64	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	4.83	19.72	21.70	18.34	7.39	8.69	4.74	15.69		
%PEOPLE			93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	93.4	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	54.6	54.6	54.6	54.6	54.6		
% EQDx%PEOPLE			3.22	3.22	3.22	3.22	3.22	13.45	1.88	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.16	0.16	0.16	0.16	0.22	0.89	11.85	10.01	4.04	4.74	2.59	8.57	

จากตาราง 4.2 แสดง การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงในวัน จันทร์-วันศุกร์

จากผู้พักอาศัย 2 คน ลักษณะห้องพัก 1 ห้องนอน และนำค่า EQD ที่ได้นำมากำหนดค่าในอาคารอ้างอิง

โดย \* มีการใช้งาน 10 นาทีต่อครั้ง

ตาราง 4.3 แสดงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ในวัน เสาร์-วันอาทิตย์

เครื่องใช้ไฟฟ้า	เวลา																											
	วัตต์	วัตต์/ตร.ม.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
<b>ห้องนอน</b>																												
โทรทัศน์ 29 นิ้ว	70	1.5	1.5																					1.5	1.5	1.5	1.5	
เตาวิต	1600	33.3																			33.33	33.3						
<b>ส่วนนั่งเล่น+ครัว</b>																												
โทรทัศน์ 32 นิ้ว	130	2.7								2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7						
พัดลม	75	1.6										1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6									
คอมพิวเตอร์(Note Book)	90	1.9									1.9	1.9	1.9	1.9						1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	
ตู้เย็น 12 คิว	194	4.0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
เครื่องซักผ้า	2000	41.7									41.7	41.7																
หม้อหุงข้าว*	600	12.5								12.5											12.5							
ไมโครเวฟ*	1200	25								4.1					4.1						4.1							
<b>ห้องน้ำ</b>																												
เครื่องทำน้ำอุ่น*	3500	72.9							12	12										12	12							
พัดลมระบายอากาศ*	35	0.7							0.7	0.7										0.7	0.7							
วัตต์/ตร.ม. แต่ละชั่วโมง			5.50	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	16.70	36.01	50.28	51.84	10.18	10.18	12.40	8.30	8.30	8.26	8.26	21.28	71.21	41.88	7.38	7.38	7.38	7.38	7.38	
% EQD			4.74	3.45	3.45	3.45	3.45	3.45	14.40	31.04	43.34	44.69	8.77	8.77	10.69	7.16	7.16	7.12	7.12	18.34	61.38	36.10	6.36	6.36	6.36	6.36	6.36	
%PEOPLE			54.59	54.59	54.6	54.6	54.6	54.59	35.17	35.17	35.17	35.17	35.17	35.17	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	31.5	59.32	59.32	59.32	59.32	59.32	59.32	59.3	
% EQDx%PEOPLE			2.59	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	5.06	10.92	15.24	15.72	3.08	3.08	3.37	2.25	2.25	2.24	2.24	36.41	36.41	21.41	3.77	3.77	3.77	3.77	3.77	

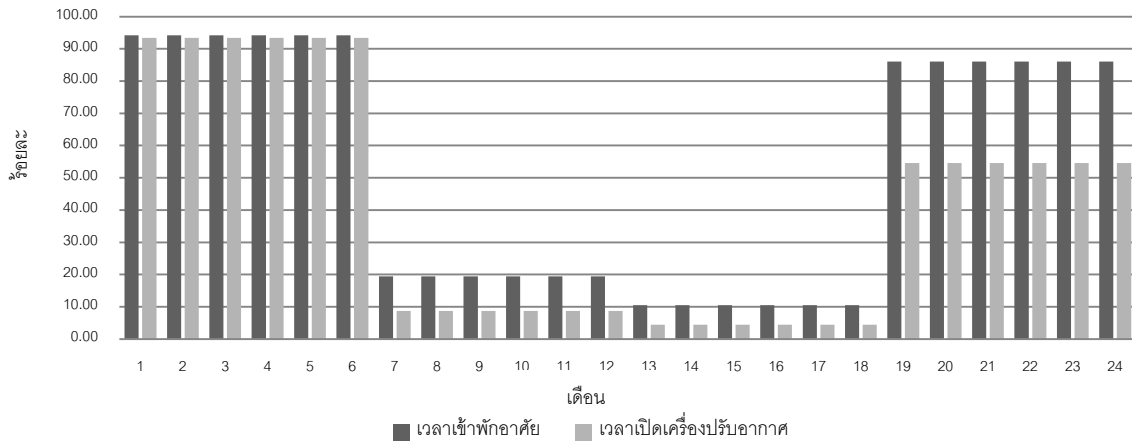
จากตาราง 4.3 แสดง การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงในวัน เสาร์-วันอาทิตย์

จากผู้พักอาศัย 2 คน ลักษณะห้องพัก 1 ห้องนอน และนำค่า EQD ที่ได้นำมากำหนดค่าในอาคารอ้างอิง

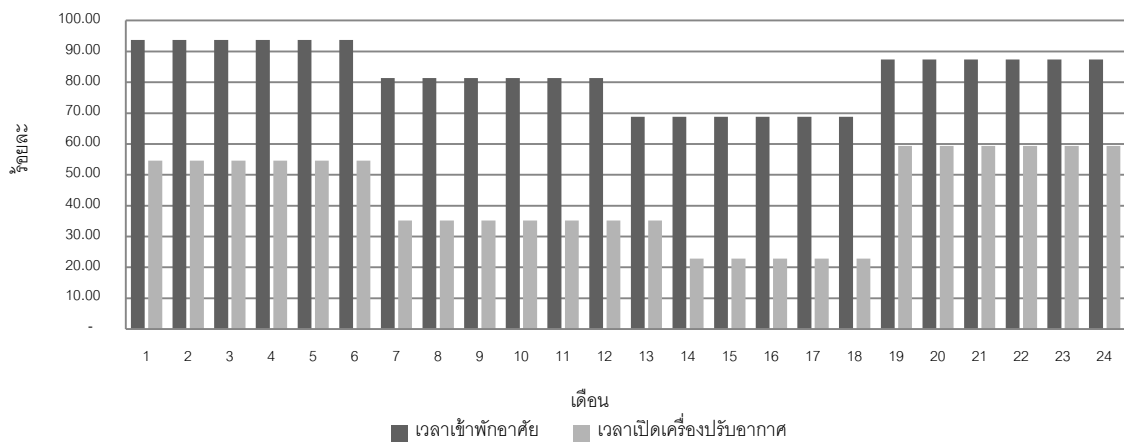
โดย \* มีการใช้งาน 10 นาทีต่อครั้ง

จากตาราง 4.2 และ 4.3 EQD สูงสุด เท่ากับ  $116 \text{ W/m}^2$  เมื่อนำ %EQDx%People ได้ EQD เท่ากับ 7.72% หรือ  $8.96 \text{ W/m}^2$

**4.4.1 ช่วงเวลาการใช้เครื่องปรับอากาศ กับช่วงเวลาเข้าพักอาศัย**



แผนภูมิที่ 4.1 เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเข้าพักอาศัยกับช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ วันจันทร์-วันศุกร์



แผนภูมิที่ 4.2 เปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเข้าพักอาศัยกับช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ วันเสาร์-อาทิตย์

จากแผนภูมิแสดงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาเข้าพักอาศัยกับช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ ในช่วงวันจันทร์-ศุกร์ มีการเข้าพักและเปิดเครื่องปรับอากาศมากในช่วงเวลา 18.01-06.01 นาฬิกา มี จากการวิเคราะห์ ในวันเสาร์ อาทิตย์มีการพักอาศัยเพิ่มขึ้นจากวันจันทร์-ศุกร์ แต่การเปิดเครื่องปรับอากาศเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจากวันจันทร์-ศุกร์

## 4.2 การกำหนดลักษณะอาคารอ้างอิง ที่ใช้ในการคำนวณโดยสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

### 4.2.1 ส่วนที่ 1

รายละเอียดของอาคารอ้างอิง กำหนดค่าจากการสำรวจ	
พื้นที่อาคารทั้งหมด	37,587 m <sup>2</sup>
พื้นที่ผนัง	35,039 m <sup>2</sup>
พื้นที่หลังคา	1,269 m <sup>2</sup>
พื้นที่ปรับอากาศ	25,056 m <sup>2</sup>
WWR	ร้อยละ 16.1
วัสดุ ผนัง คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 25 cm.
หลังคา คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 25 cm.
ผนัง สำเร็จรูป ฉาบปูนเรียบ	หนา 10 cm.
ประตูหน้าต่าง(ภายนอก) กระจกใส (SHGC=0.73)	6 mm.

### 4.2.2 รายละเอียดลักษณะพฤติกรรมการใช้งานของผู้พักอาศัย (จากการสำรวจ)

LPD (กำลังไฟฟ้าส่องสว่าง)	8.13 W/m <sup>2</sup>
OTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง)	34.08 W/m <sup>2</sup>
RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา)	17.44 W/m <sup>2</sup>
COP	3.22 W
EQD <sup>2</sup>	8.96 W/m <sup>2</sup>
ความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัย	0.034 people/m <sup>2</sup>
อัตราการรั่วซึมอากาศ ( Infiltration)	0.2 ACH
อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่	0.25 L/S-m <sup>2</sup>
ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศวันจันทร์-ศุกร์	18.00-24.59 น.
ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศวันเสาร์-อาทิตย์	18.00-24.59 น.
อุณหภูมิปรับอากาศ	25 องศาเซลเซียส

<sup>2</sup> ดูเพิ่มเติมจากตารางที่ 4.2 และ 4.3

#### 4.2.3 ส่วนที่ 2

**รายละเอียดของอาคารอ้างอิง กำหนดค่ากำหนดค่า ตามกฎกระทรวง**  
**พลังงาน** เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงาน  
 โดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552

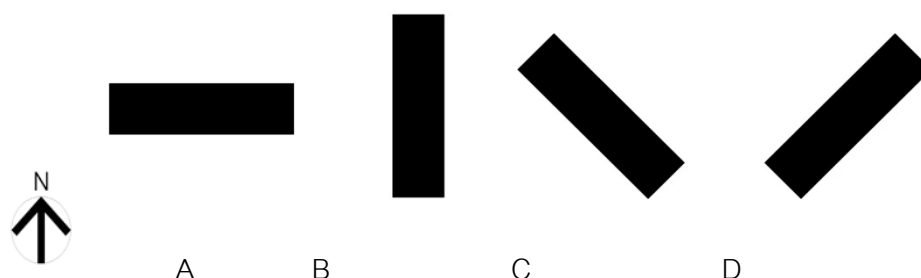
รายละเอียดของอาคารอ้างอิง กำหนดค่ากำหนดค่า ตามกฎกระทรวง	
พื้นที่อาคารทั้งหมด	37,587 m <sup>2</sup>
พื้นที่ผนัง	35,039 m <sup>2</sup>
พื้นที่หลังคา	1,269 m <sup>2</sup>
พื้นที่ปรับอากาศ	25,056 m <sup>2</sup>
WWR	ร้อยละ 16.1
วัสดุ	
ผนัง คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 25 cm.
หลังคา คอนกรีตเสริมเหล็ก	หนา 25 cm.
ผนัง สำเร็จรูป ฉาบปูนเรียบ	หนา 10 cm.
ประตูหน้าต่าง(ภายนอก) กระจกใส (SHGC=0.73)	6 mm.

#### 4.2.4 รายละเอียดลักษณะพฤติกรรมการใช้งานของผู้พักอาศัย

LPD (กำลังไฟฟ้าส่องสว่าง)	12 W/m <sup>2</sup>
OTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง)	30 W/m <sup>2</sup>
RTTV (ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา)	10 W/m <sup>2</sup>
COP	3.22 W
EQD	8.96 W/m <sup>2</sup>
ความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัย	0.034 people/m <sup>2</sup>
อัตราการรั่วซึมอากาศ ( Infiltration)	0.2 ACH
อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่	0.25L/S-m <sup>2</sup>
ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศวันจันทร์-ศุกร์	18.00-24.59 น.
ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศวันเสาร์-อาทิตย์	18.00-24.59 น.
อุณหภูมิปรับอากาศ	25 องศาเซลเซียส

#### 4.3 กำหนดอาคารอ้างอิง ที่ใช้ในจำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

##### 4.3.1 ทิศทางการวางอาคาร



ภาพที่ 4.3 แสดงการวางทิศทางของอาคารอ้างอิง 4 ทิศทาง

##### 4.3.2 ส่วนที่ 3

###### จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ<sup>3</sup>

ในขั้นตอนการจำลองนี้ได้มีการกำหนด ค่าต่างๆที่ได้มาจากการสำรวจ โดย LPD 8.125วัตต์/ตารางเมตร COP เท่ากับ 3.22 ในส่วน OTTV RTTV ของโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ไม่มีให้ป้อนข้อมูลนี้ จึงได้มีการป้อนค่าต่างๆ ที่ได้จากการสำรวจ คือ วัสดุ พื้น หลังคา ผนัง กระจก ตลอดจนการระบุช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง ที่สอดคล้องกับการใช้งานจริงที่ได้จากการสำรวจ โดยมีค่าดังนี้ OTTV = 34.08 W/m<sup>2</sup> ค่า U ผนัง = 3.01 W/(m<sup>2</sup>. °C) ค่า U กระจก = 4.42 W/(m<sup>2</sup>. °C) SHGC = 0.73 RTTV = 17.44 W/m<sup>2</sup> ค่า U หลังคา 1.13 W/(m<sup>2</sup>. °C)

##### 4.3.3 ส่วนที่ 4

###### จำลองอาคารอ้างอิงค่า OTTV RTTV LPD COPตามกฎกระทรวงพลังงาน<sup>4</sup>

ป้อนค่าต่างๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกับที่กฎกระทรวงกำหนด คือ LPD 12 W/m<sup>2</sup> OTTV 30 W/m<sup>2</sup> โดย ค่า U ผนัง = 3.01 W/(m<sup>2</sup>. °C) ค่า U กระจก = 4.35 W/(m<sup>2</sup>. °C) SHGC = 0.54 และ RTTV 10 W/m<sup>2</sup> โดย ค่า U หลังคา 0.72 W/(m<sup>2</sup>. °C) รวมไปถึงป้อนข้อมูลการเปิดเครื่องปรับอากาศ ตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน ตามข้อกำหนด ชั่วโมงการใช้อาคาร 8,760 ชั่วโมงต่อปี

<sup>3</sup> ดูเพิ่มเติมในข้อที่ 4.2.2

<sup>4</sup> ดูเพิ่มเติมในข้อที่ 4.2.4

#### 4.4 ผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร แบ่ง 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 กำหนดค่า จากการสำรวจ

ส่วนที่ 2 กำหนดค่า ตามกฎกระทรวงพลังงาน

ผลจากการคำนวณโดยสมการค่าการใช้พลังงานจากการสำรวจอาคาร พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์ข้อแรก โดยมีค่า OTTV= 34.08 W/m<sup>2</sup>, RTTV= 17.44 W/m<sup>2</sup> ซึ่งตามกฎกระทรวงต้องมีค่า OTTV ไม่เกิน 30 W/m<sup>2</sup> และ RTTV ไม่เกิน 10 W/m<sup>2</sup> เมื่อนำมาคำนวณโดยสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร ผลจากการสำรวจได้ค่า EUI เท่ากับ 238.45 kWh/m<sup>2</sup>/yr ในขณะที่ค่า EUI ตามมาตรฐานกฎกระทรวงได้ค่าสูงถึง 257.06 kWh/m<sup>2</sup>/yr

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร คำนวณโดยสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ที่มีค่าตามกฎกระทรวง กับ ค่าที่ได้จากการสำรวจ

รายละเอียด	BASECASE จากการสำรวจ (ส่วนที่ 1)	กฎกระทรวงพลังงาน (ส่วนที่ 2)
OTTV (W/m <sup>2</sup> )	34.08	30
RTTV (W/m <sup>2</sup> )	17.44	10
LPD (W/m <sup>2</sup> )	8.13	12
COP (W)	3.22	3.22
EPD (W/m <sup>2</sup> )	8.96	8.96
ชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารชุด	8,760	8,760
พื้นที่อาคารทั้งหมด (m <sup>2</sup> )	37,584	37,584
พื้นที่ผนัง (m <sup>2</sup> )	35,039	35,039
พื้นที่หลังคา (m <sup>2</sup> )	1,269	1,269
พื้นที่ปรับอากาศ (m <sup>2</sup> )	25,056	25,056
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา	25 cm.	-
หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	25 cm.	-
ผนังPre-CAST ฉาบปูนเรียบ	10 cm.	-
หน้าต่าง กระจกใส 6 mm.	SHGC= 0.73	-
ความหนาแน่นของผู้ใช้อาศัย	0.037 person/m <sup>2</sup>	0.037 person/m <sup>2</sup>
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (Kwh)	8,908,678	9,661,407.45
(kWh/m <sup>2</sup> -yr)	237.03	257.06

จากการสำรวจพบว่า ผู้พักอาศัยภายในคอนโดมิเนียมพักอาศัยไม่ได้มีการใช้อาคารตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน ตามกฎกระทรวงกำหนด คือ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ซึ่งอยู่ในประเภทเดียวกับโรงพยาบาลและโรงแรม แต่คอนโดมิเนียมมีการใช้พลังงานเหมือนบ้านพักอาศัยทั่วไป การกำหนดค่าการใช้พลังงาน 8,760 ชั่วโมงจึงเป็นค่าที่สูงเกินไป อีกทั้งจากการสำรวจมีการใช้งานอาคารเพียง 4,058 ชั่วโมงต่อปี และในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารมีการนำชั่วโมงการใช้งานอาคาร มาคำนวณ ในค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) และกำลังไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) ด้วย และเมื่อทำการศึกษาชั่วโมงการใช้อาคารในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎกระทรวง ค่าชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง และเครื่องใช้ไฟฟ้ามีชั่วโมงการใช้งานที่ไม่เท่ากัน

ในงานวิจัยนี้จึงได้แยกเป็นชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศ ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง และชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยกำหนดค่าที่ได้จากการสำรวจ และนำไปแทนค่าชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง เพื่อให้ค่าที่ทำการปรับแก้ให้สอดคล้องกับชั่วโมงการใช้งานอาคารในส่วนต่างๆจากการสำรวจ คือ

1) ชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ

จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 4,058 ชั่วโมงต่อปี

2) ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง

จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 2,728 ชั่วโมงต่อปี

3) ชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า

จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 3,957 ชั่วโมงต่อปี

โดยผลจากการปรับแก้ชั่วโมงการเครื่องปรับอากาศ ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง ชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ใช้แทนในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร และได้ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากชั่วโมงการใช้งานอาคารตามกฎกระทรวง และ ชั่วโมงการใช้อาคารที่ได้จากการสำรวจ ดังตารางที่ 4.5



ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร คำนวณโดย **สมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร** ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ

รายละเอียด	ชั่วโมงการใช้งาน ค่าตาม กฎกระทรวงพลังงาน		ชั่วโมงการใช้งาน ค่าจากการสำรวจ	
	BASECASEจาก การสำรวจ	กฎกระทรวง พลังงาน	BASECASEจากการ สำรวจ	กฎกระทรวง พลังงาน
	(ส่วนที่ 1)	(ส่วนที่ 2)		
OTTV (W/m <sup>2</sup> )	34.08	30	34.08	30
RTTV (W/m <sup>2</sup> )	17.44	10	17.44	10
LPD (W/m <sup>2</sup> )	8.13	12	8.13	12
COP (W)	3.22	3.22	3.22	3.22
EPD (W/m <sup>2</sup> )	8.96	8.96	8.96	8.96
จำนวนชั่วโมงใช้เครื่องปรับอากาศ	8,760	8,760	4,058	4,058
จำนวนชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง(LPD)	8,760	8,760	2,728	2,728
จำนวนชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า(EQD)	8,760	8,760	3,957	3,957
พื้นที่อาคารทั้งหมด (m <sup>2</sup> )	37,584	37,584	37,584	37,584
พื้นที่ผนัง (m <sup>2</sup> )	35,039	35,039	35,039	35,039
พื้นที่หลังคา (m <sup>2</sup> )	1,269	1,269	1,269	1,269
พื้นที่ปรับอากาศ (m <sup>2</sup> )	25,056	25,056	25,056	25,056
พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา	25 cm.	-	25 cm.	-
หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	25 cm.	-	25 cm.	-
ผนังPre-CAST ฉาบปูนเรียบ	10 cm.	-	10 cm.	-
หน้าต่าง กระจกใส 6 มม.	SHGC= 0.73	-	SHGC= 0.73	-
ความหนาแน่นของผู้อยู่อาศัย	0.037 person/m <sup>2</sup>	0.037 person/ m <sup>2</sup>	person/ m <sup>2</sup>	0.037 person/ m <sup>2</sup>
การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร คำนวณโดย WBE (kWh/yr)	8,961,895	9,661,407	3,858,090	4,053,001
(kWh/m <sup>2</sup> -yr)	238.45	257.06	102.65	107.84
1 Unit= 48 m <sup>2</sup> (kWh/yr)	11,445.59	12,338.96	4,927.32	5,176.25

จากตารางแสดง ผลจากการ ปรับจำนวนชั่วโมงสำหรับอาคารชุด ที่ได้มาจากกรณีวิจัย ผลของค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ส่งผลให้ค่า EUI จากการสำรวจลดลงเท่ากับ 102.65 kWh/m<sup>2</sup>-yr และตามกฎกระทรวงเท่ากับ 107.84 kWh/m<sup>2</sup>-yr เมื่อเปรียบเทียบกับค่า EUI ตาม

กฎกระทรวงก่อนปรับแก้ที่มีค่า 257.06 kWh/m<sup>2</sup>-yr ซึ่งเมื่อปรับแก้จำนวนชั่วโมงแล้วทำให้ค่า EUI ลดลงถึง 58.04%

ตารางที่ 4.6 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน จาก**สมรรถการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร** ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ

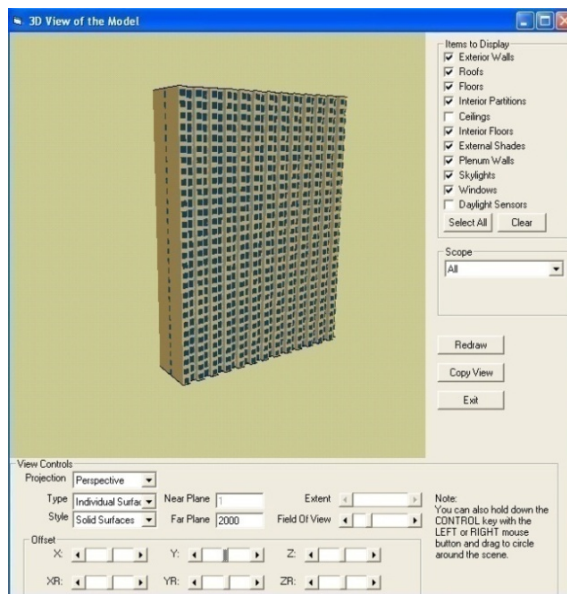
ชั่วโมงการใช้งาน ค่าตามกฎกระทรวงพลังงาน	
<b>BASECASEจากการสำรวจ</b> (ส่วนที่ 1) A. Cooling 3,310,114 kWh/yr B. Lighting 1,901,784 kWh/yr C. Equipment 3,749,996 kWh/yr	
<b>กฎกระทรวงพลังงาน</b> (ส่วนที่ 2) A. Cooling 2,894,962 kWh/yr B. Lighting 2,165,923 kWh/yr C. Equipment 4,600,522 kWh/yr	
ชั่วโมงการใช้งาน ค่าจากการสำรวจ	
<b>BASECASEจากการสำรวจ</b> A. Cooling 1,533,384 kWh/yr B. Lighting 880,986 kWh/yr C. Equipment 1,443,720 kWh/yr	
<b>กฎกระทรวงพลังงาน</b> A. Cooling 1,341,068 kWh/yr B. Lighting 1,003,346 kWh/yr C. Equipment 1,708,587 kWh/yr	

#### 4.5 การจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

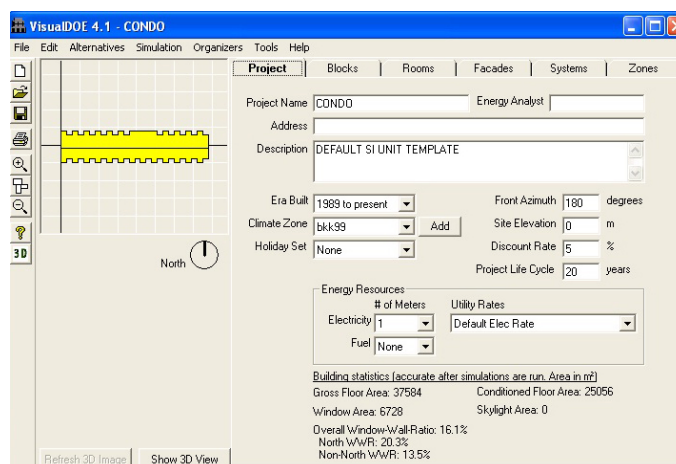
**ส่วนที่ 3** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP สอดคล้องกับการสำรวจ และกำหนดจำนวนชั่วโมงการใช้อาคาร 8,760 ชั่วโมงต่อปี

**ส่วนที่ 4** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP สอดคล้องกับกฎกระทรวงพลังงาน และกำหนดจำนวนชั่วโมงการใช้อาคาร 8,760 ชั่วโมงต่อปี

เป็นการกำหนดลักษณะของอาคารอ้างอิงที่ได้จากการสำรวจ และนำไปจำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 โดยในงานวิจัยนี้ ไม่ได้ทำการจำลองอาคารข้างเคียง รวมไปถึงได้กำหนดระยะของส่วนยูนิตพักอาศัยในระดับ 0 เมตร เนื่องจากไม่ได้กำหนดอาคารข้างเคียงจึงไม่มีผลกระทบที่เกิดขึ้นจากส่วนนี้



ภาพที่ 4.4 แสดงลักษณะอาคารอ้างอิงที่จำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

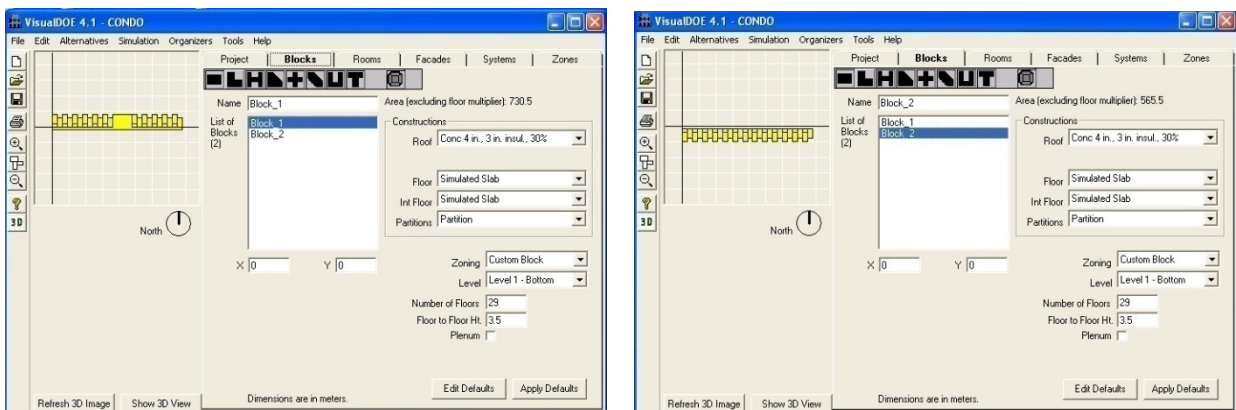


ภาพที่ 4.5 แสดงแปลนอาคารอ้างอิงที่จำลองในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

4.5.1 ส่วนที่ 3 (Basecase) การจำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP สอดคล้องกับการสำรวจในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

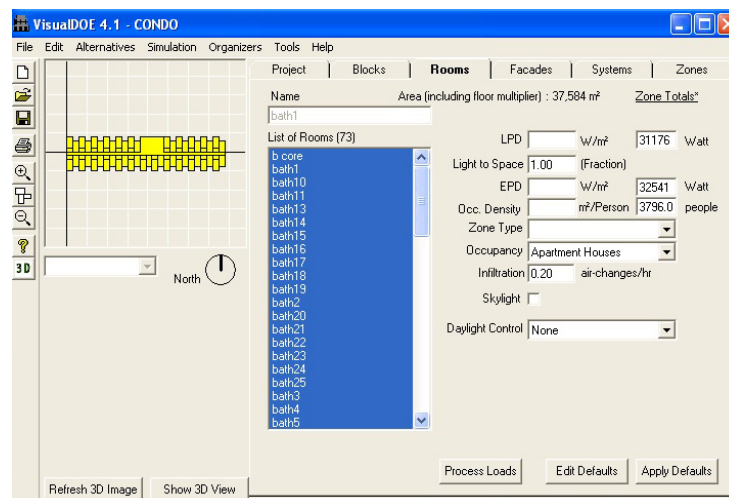
### การป้อนค่าและข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

- ในการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Blocks ได้มีการทำตัวอาคารแยกเป็น 2 Block ชั้นของคอนโดมิเนียมพักอาศัย มีจำนวน 29 ชั้น มีระดับ Floor to Floor เท่ากับ 3.5 เมตร

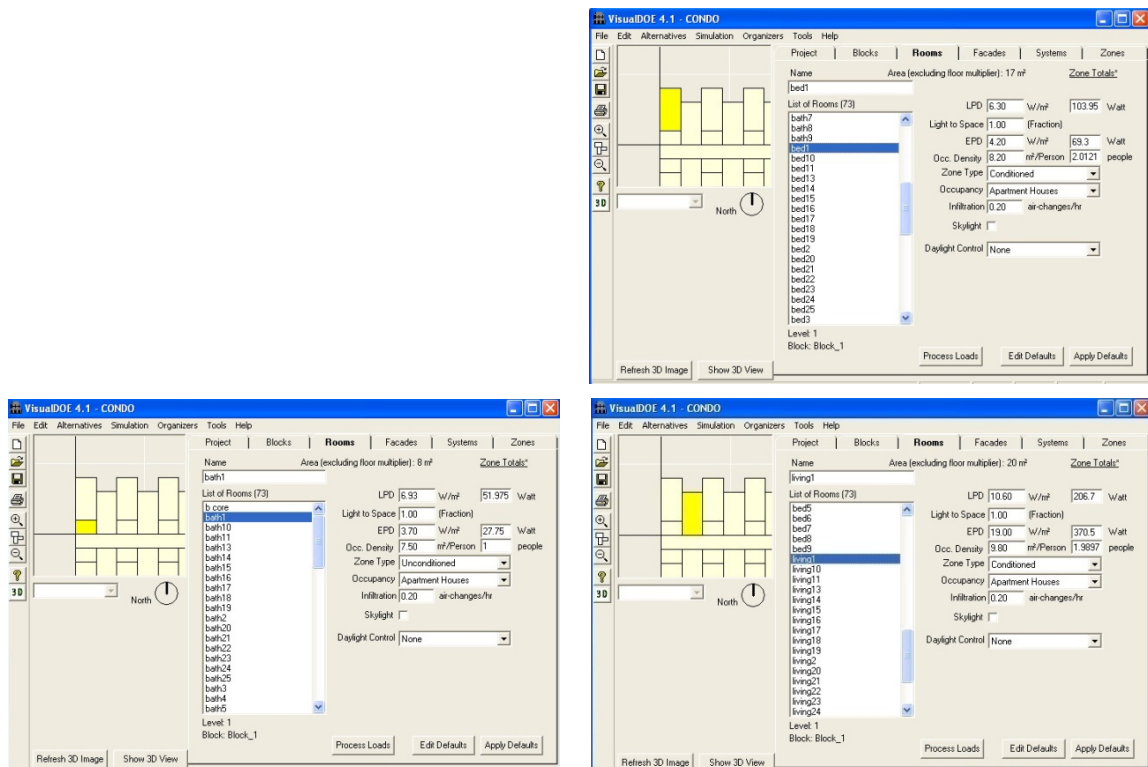


ภาพที่ 4.6 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Blocks

- ในการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Room ใน 1 ชั้นมียูนิตพักอาศัย ทั้งหมด 24 ยูนิต ภายใน 1 ยูนิตมี 3 ห้อง คือ 1) ห้องนอน 2) ห้องน้ำ 3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว ในส่วนของระเบียงในงานวิจัยไม่ได้สร้างขึ้น ในส่วนนี้เป็นการป้อนค่าการใช้งานในห้องต่างๆภายในอาคารอ้างอิง โดยค่าที่ป้อนมาจากการสำรวจ



ภาพที่ 4.7 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Room



ภาพที่ 4.8 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Room

1) ห้องนอน

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 6.30  $W/m^2$
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 4.20  $W/m^2$
- มีผู้ใช้งาน 2 คน
- ภายในห้องมีการปรับอากาศ

2) ห้องน้ำ

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 6.93  $W/m^2$
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 3.70  $W/m^2$
- มีผู้ใช้งาน 1 คน
- ภายในห้องไม่มีการปรับอากาศ

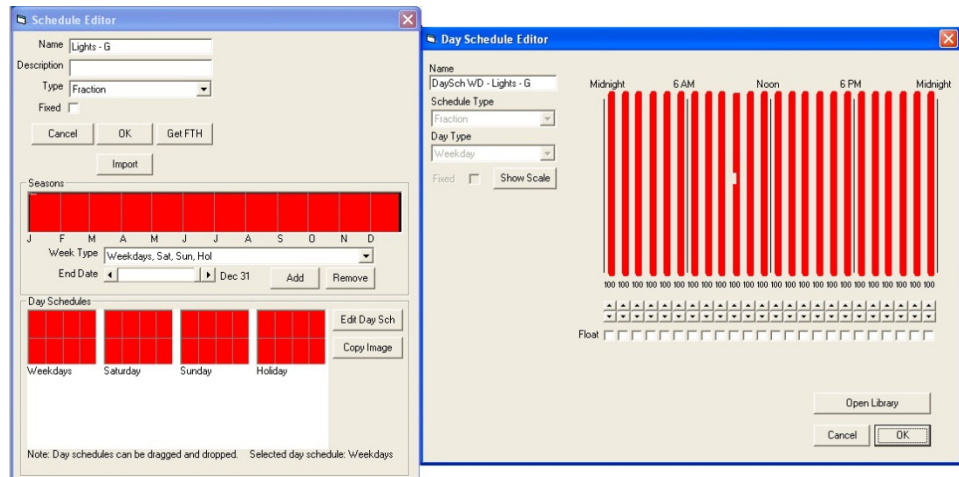
3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 10.60  $W/m^2$
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 19.00  $W/m^2$
- มีผู้ใช้งาน 1 คน
- ภายในห้องไม่มีการปรับอากาศ

- ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร

- 1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)

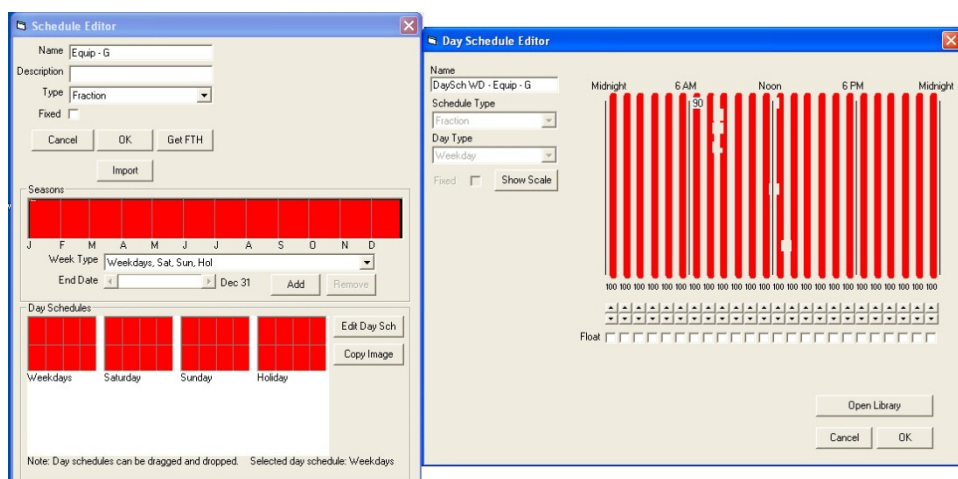
โดยการป้อนข้อมูลลักษณะการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างแบ่งเป็น 2 วัน คือ วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์



ภาพที่ 4.9 แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์

- 2) การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆ (EQD)

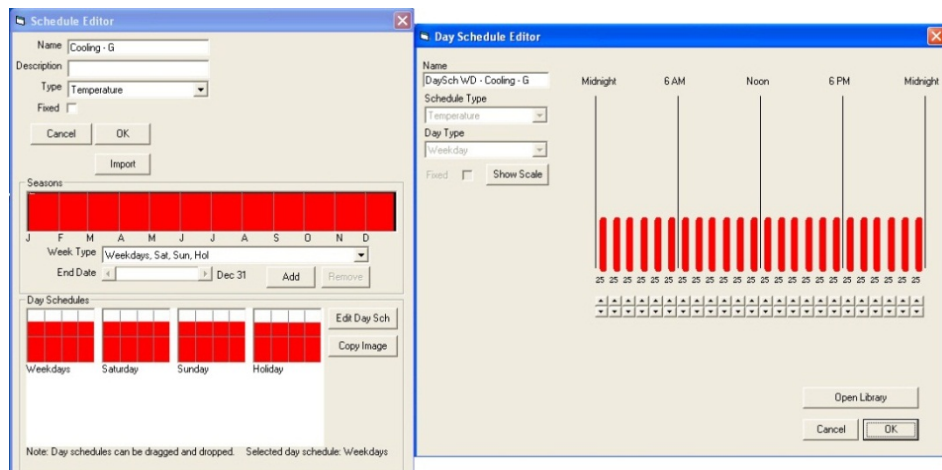
ลักษณะการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคารแบ่งเป็น 2 วัน คือ วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์



ภาพที่ 4.10 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน วันจันทร์-วันศุกร์และ วันเสาร์-วันอาทิตย์

### 3) การใช้เครื่องปรับอากาศ

ลักษณะการใช้เครื่องปรับอากาศแบ่งเป็น 2 วัน คือ วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์ โดยข้อมูลจากการสำรวจ การเปิดเครื่องปรับอากาศนี้ ค่าที่ป้อนเป็นไปตามตามกฎกระทรวงกำหนด คือ มีการใช้งาน 8760 ชั่วโมง/ปี หรือตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน

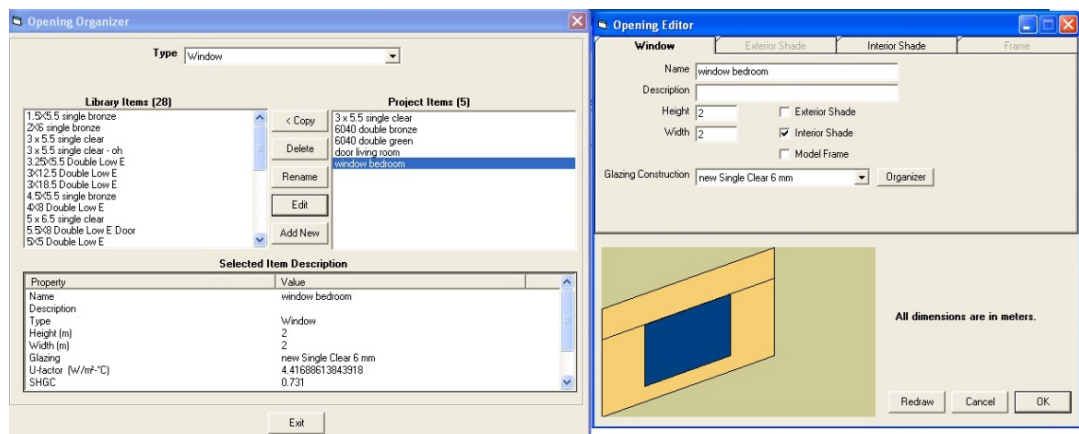


ภาพที่ 4.11 แสดงลักษณะการเปิดเครื่องปรับอากาศใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์

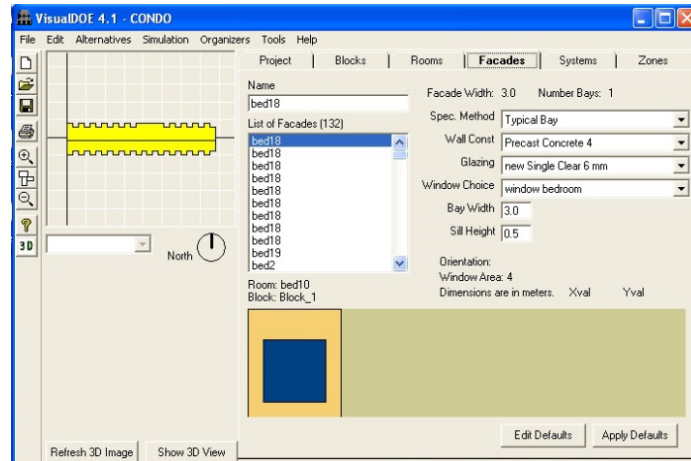
- ส่วนของ Facades เป็นการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมเพื่อสร้าง ลักษณะการเจาะ ขนาดของช่องเปิด กระจก วัสดุผนัง

#### 1) ลักษณะของช่องเปิด

- ห้องนอน หน้าต่าง กว้าง 2 m. สูง 2 m. สูงจากพื้นห้อง 0.5 m. กระจกใส 6 mm .

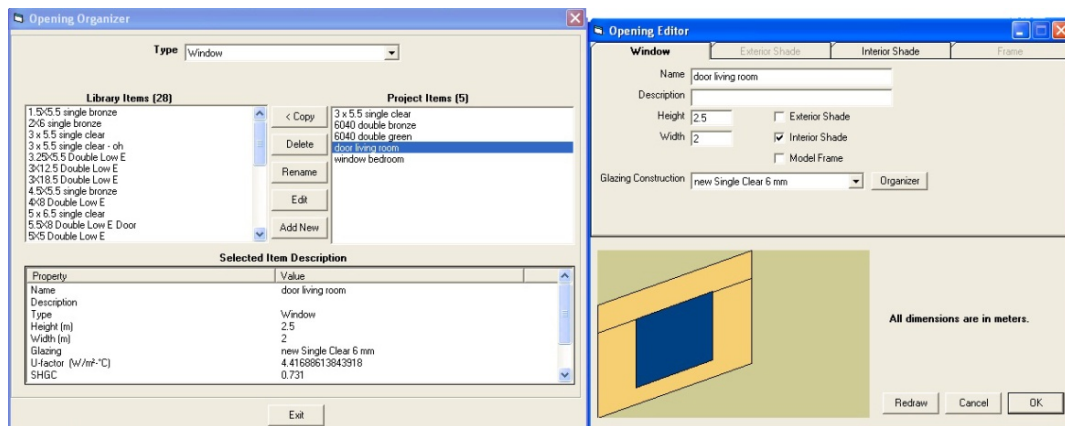


ภาพที่ 4.12 แสดงลักษณะช่องเปิดห้องนอน

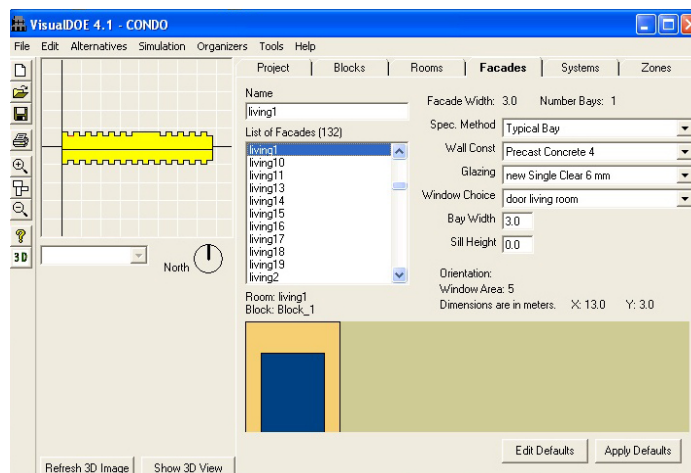


ภาพที่ 4.13 แสดงลักษณะของเปิดห้องนอน

- ห้องนั่งเล่น ประตูออกสู่ระเบียง ขนาดกว้าง 2 m. สูง 2.5 m. สูงจากพื้นห้อง 0 m.
- กระจกใส หนา 6 mm.



ภาพที่ 4.14 แสดงลักษณะประตูห้องนั่งเล่น

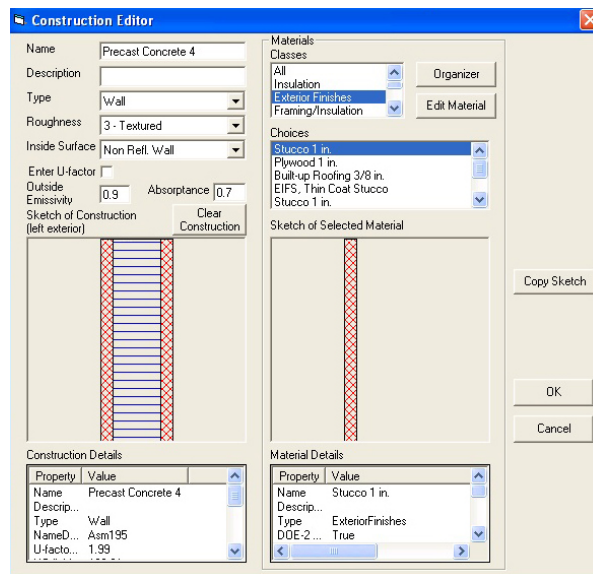


ภาพที่ 4.15 แสดงลักษณะประตูห้องนั่งเล่น



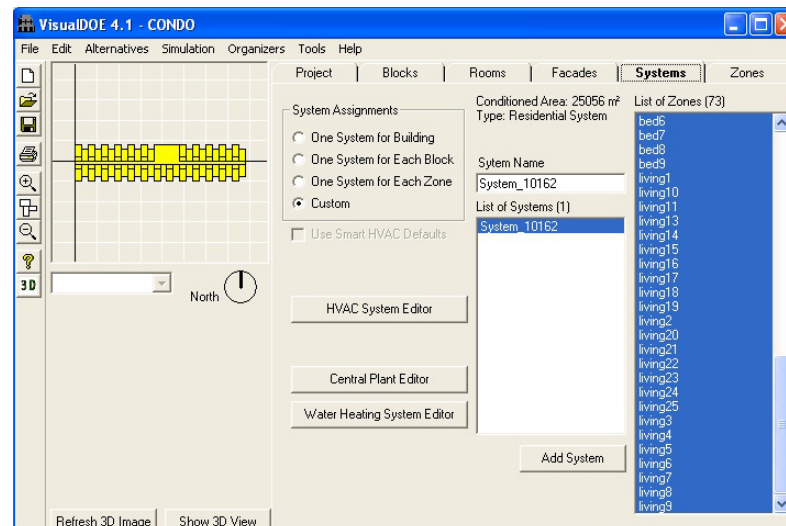
## 2) วัสดุผนัง

- คอนกรีตสำเร็จรูป ฉาบปูนเรียบ หนา 10 cm.

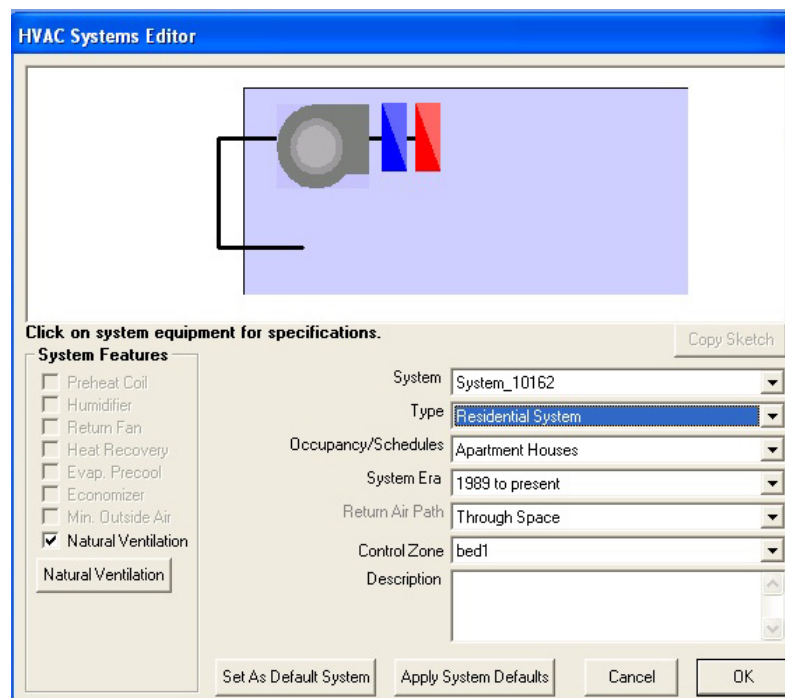


ภาพที่ 4.16 แสดงวัสดุผนัง

- ส่วนของ System เป็นการป้อนข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศ โดยในคอนโดมิเนียมพักอาศัย มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ในระบบของ Residential System

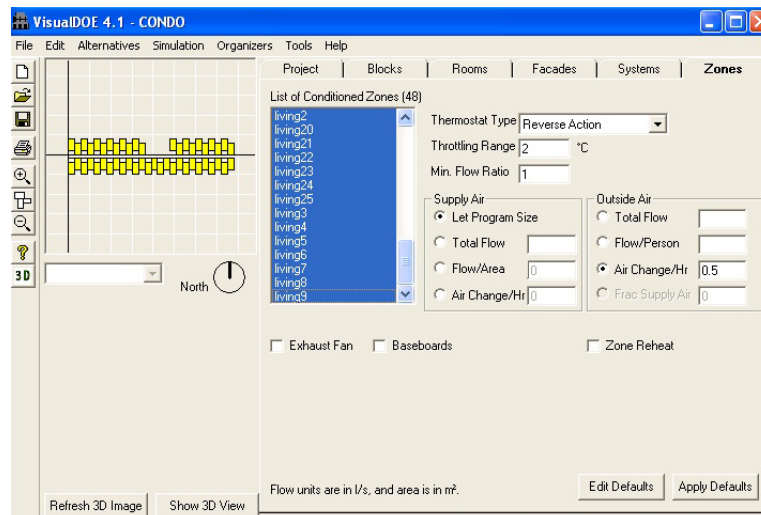


ภาพที่ 4.17 แสดงการป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ



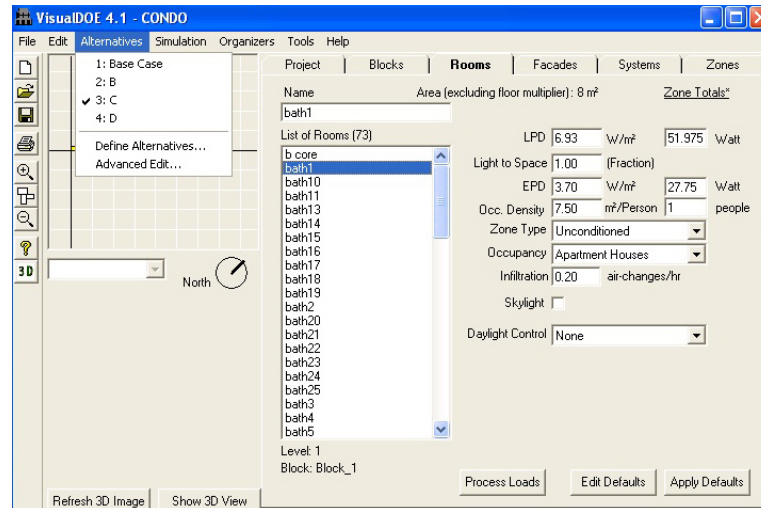
ภาพที่ 4.18 แสดงการป้อนข้อมูลระบบปรับอากาศ

- การป้อนข้อมูลใน ZONE  
เป็นการป้อนข้อมูลเพื่อเลือกพื้นที่ที่มีการปรับอากาศ ได้แก่ ห้องนอน ส่วนนั่งเล่น  
รับประทานอาหาร และครัว



ภาพที่ 4.19 แสดงการป้อนข้อมูลพื้นที่ที่มีการปรับอากาศ

- Alternatives เป็นการกำหนดทิศทางการวางอาคาร โดยในการวิจัยนี้ได้กำหนดการวางอาคารทั้งหมด 4 ทิศ ดังข้อ 4.3.1 (ทิศ A,B,C และ D)



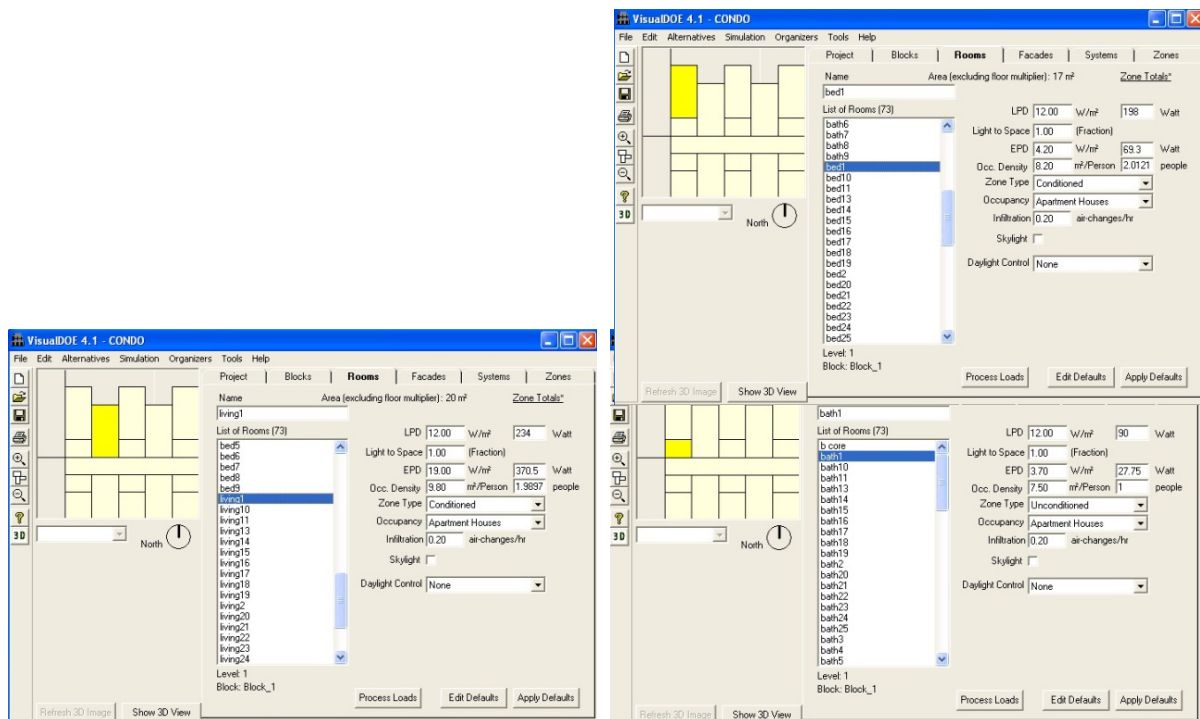
ภาพที่ 4.20 แสดงการป้อนข้อมูลการวางทิศทางการวางอาคาร

#### 4.5.2 ส่วนที่ 4 (LAW 1) การจำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP

สอดคล้องตามกฎกระทรวงพลังงานกำหนด

##### การป้อนค่าและข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

- ในการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Blocks เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (Basecase) การจำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP สอดคล้องกับกฎกระทรวงกำหนด
- ในการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Room ใน 1 ชั้นมียูนิตพักอาศัย ทั้งหมด 24 ยูนิต ภายใน 1 ยูนิตมี 3 ห้อง คือ 1) ห้องนอน 2) ห้องน้ำ 3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว ในส่วนของระเบียบในงานวิจัยไม่ได้สร้างขึ้น ในส่วนนี้เป็นการป้อนค่าการใช้งานในห้องต่างๆภายในอาคารอ้างอิง โดยค่าที่ป้อนเป็นไปตามที่กฎกระทรวงกำหนด



ภาพที่ 4.21 แสดงการกรอกค่าลงในส่วน Room

1) ห้องนอน

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 12 W/m<sup>2</sup>
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 4.20 W/m<sup>2</sup>
- มีผู้ใช้งาน 2 คน
- ภายในห้องมีการปรับอากาศ

2) ห้องน้ำ

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 12 W/m<sup>2</sup>
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 3.70 W/m<sup>2</sup>
- มีผู้ใช้งาน 1 คน
- ภายในห้องไม่มีการปรับอากาศ

3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว

- ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) 12 W/m<sup>2</sup>
- ค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) 19.00 W/m<sup>2</sup>
- มีผู้ใช้งาน 1 คน
- ภายในห้องไม่มีการปรับอากาศ

- ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร

1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (Basecase) มีการใช้งาน 8760 ชั่วโมง/ปี

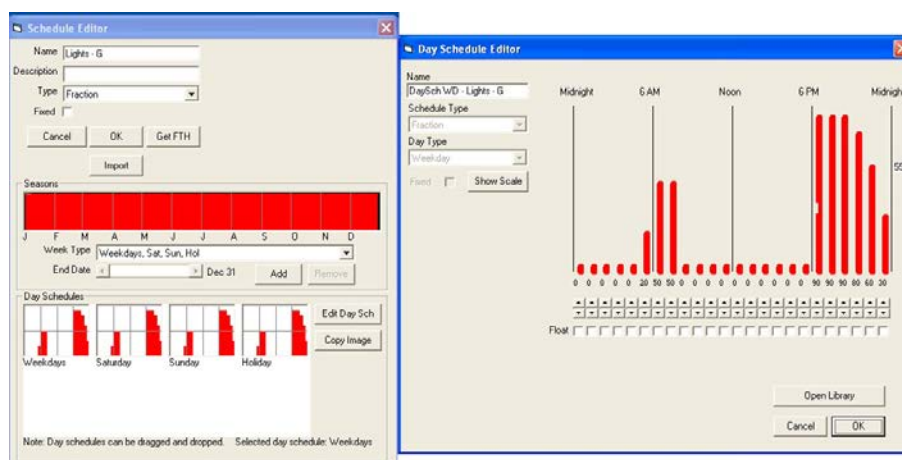
2) การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆ (EQD) เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (Basecase) มีการใช้งาน 8760 ชั่วโมง/ปี

3) การใช้เครื่องปรับอากาศ เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (Basecase) มีการใช้งาน 8760 ชั่วโมง/ปี

4.5.3 ส่วนเสนอแนะ (LAW 2) การจำลองอาคารอ้างอิง ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ)

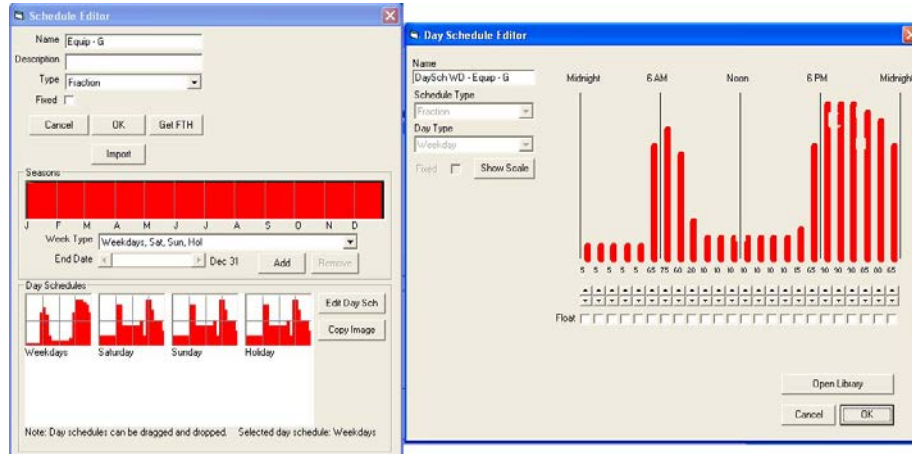
#### การป้อนค่าและข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

- ในการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Blocks เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (Basecase) ในการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Room ใน 1 ชั้นมียูนิตพักอาศัย ทั้งหมด 24 ยูนิต ภายใน 1 ยูนิตมี 3 ห้อง คือ 1) ห้องนอน 2) ห้องน้ำ 3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว ในส่วนของระเบียงในงานวิจัยไม่ได้สร้างขึ้น ในส่วนนี้เป็นการป้อนค่าการใช้งานในห้องต่างๆภายในอาคารอ้างอิง โดยค่าที่ป้อนเป็นไปตามกฎกระทรวงกำหนด คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)  $12 \text{ W/m}^2$
- ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร
  - 1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)

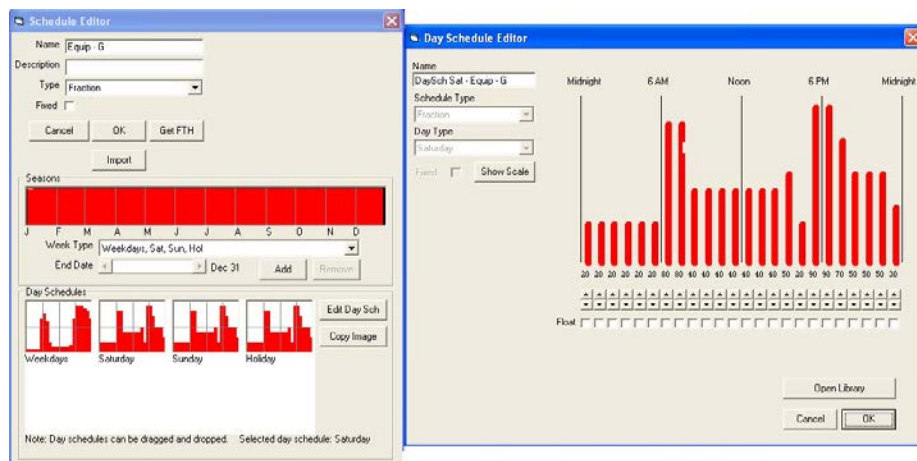


ภาพที่ 4.22 แสดงลักษณะการใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในวันจันทร์-อาทิตย์

2) การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆ (EQD) ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการ ข้อมูลจากการสำรวจ ที่แสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2

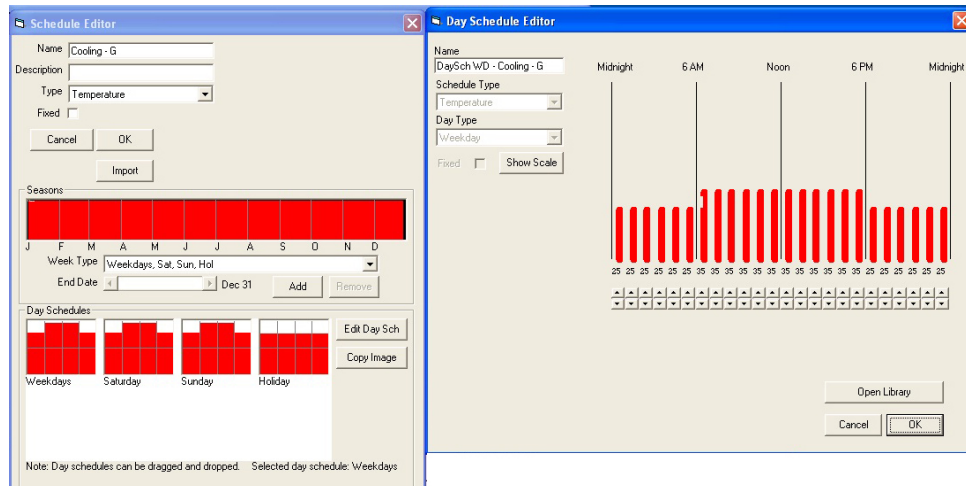


ภาพที่ 4.23 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน วันจันทร์-วันศุกร์



ภาพที่ 4.24 แสดงลักษณะการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน วันเสาร์-วันอาทิตย์

3) การใช้เครื่องปรับอากาศ โดยข้อมูลจากการสำรวจ การเปิดเครื่องปรับอากาศนี้ จากแบบสอบถามเป็นการถามเป็น ช่วงเวลา ไม่ได้เป็นรายชั่วโมง โดยในการป้อนข้อมูลในโปรแกรม จะป้อนอุณหภูมิ ที่ 25 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 4.25 แสดงลักษณะการเปิดเครื่องปรับอากาศใน วันจันทร์-วันศุกร์ และ วันเสาร์-วันอาทิตย์  
(LAW 2)

4.5.4 ส่วนเสนอแนะ (LAW 3) การจำลองอาคารอ้างอิง ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ LPD=  $8.13 \text{ w/m}^2$ )

#### การป้อนค่าและข้อมูลต่างๆลงในโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

- ในการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Blocks เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ)
- ในการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรม ส่วนของ Room ใน 1 ชั้นมียูนิตพักอาศัย ทั้งหมด 24 ยูนิต ภายใน 1 ยูนิตมี 3 ห้อง คือ 1) ห้องนอน 2) ห้องน้ำ 3) ส่วนพักผ่อน ทานอาหารและครัว ในส่วนของระเบียงในงานวิจัยไม่ได้สร้างขึ้น ในส่วนนี้เป็นการป้อนค่าการใช้งานในห้องต่างๆภายในอาคารอ้างอิง โดยค่าที่ป้อนมามีค่ามาจากการสำรวจ คือ ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)  $8.13 \text{ W/m}^2$
- ลักษณะการใช้งานภายในอาคาร
  - 1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (BASECASE)
  - 2) การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องมือต่างๆ (EQD) เหมือนกับ ส่วนที่ 3 (BASECASE)
  - 3) การใช้เครื่องปรับอากาศ เหมือนกับ ส่วนเสนอแนะ (LAW 2) โดยข้อมูลจากการสำรวจ การเปิดเครื่องปรับอากาศนี้ จากแบบสอบถามเป็นการถามเป็น ช่วงเวลา ไม่ได้เป็นรายชั่วโมง โดยในการป้อนข้อมูลในโปรแกรม จะป้อนอุณหภูมิ ที่ 25 องศาเซลเซียส

#### 4.6 ผลการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

**ส่วนที่ 3** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ

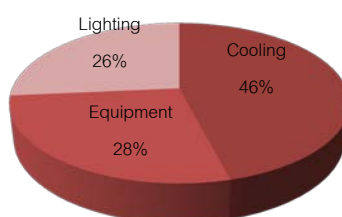
**ส่วนที่ 4** จำลองอาคารอ้างอิง ค่า OTTV RTTV LPD COP ตามกฎกระทรวงพลังงาน

ผลจากการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ที่ได้ค่าการใช้พลังงานอาคารสำรวจ เท่ากับ 103.59 kWh/m<sup>2</sup>/yr ซึ่งน้อยกว่าค่าที่ได้จากสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (WBE) ตามกฎกระทรวงถึง 56.56 % และเมื่อกำหนดค่าตามกฎกระทรวงในการจำลอง ผลการใช้พลังงานเท่ากับ 142.88 kWh/m<sup>2</sup>/yr สูงกว่าการใช้พลังงานจริงที่ได้จากการสำรวจ 39.29 kWh/m<sup>2</sup>/yr

จากผลการสำรวจการใช้พลังงานในอาคารจริงและได้มีการปรับแก้ใน สมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร (WBE) จึงได้มีการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้พลังงานเมื่อมีการปรับแก้ ชั่วโมงการใช้งานและค่าการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง แล้ว ดังตาราง ที่ 4.8 (ค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง ปรับชั่วโมงการใช้งาน สอดคล้องกับการสำรวจ) และ ตารางที่ 4.9ค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ LPD= 8.13 W/m<sup>2</sup>)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP จากการสำรวจ (ส่วนที่ 3)

Basecase	Fan	Cooling	Equipment	Lighting	Total	kwh/m <sup>2</sup> -yr
A	505,342	2,567,388	2,850,735	2,730,943	8,654,408	230.27
B	1,103,645	5,515,705	2,850,735	2,730,943	12,201,028	324.63
C	495,463	2,486,110	2,850,735	2,730,943	8,563,251	227.84
D	1,061,886	5,244,832	2,850,735	2,730,943	11,888,396	316.32
เฉลี่ย	791,584	3,953,509	2,850,735	2,730,943		
		4,745,093	2,850,735	2,730,943	10,326,771	274.77

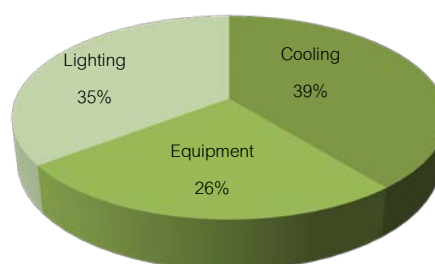


แผนภูมิที่ 4.3 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิง ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP สอดคล้องกับการสำรวจ



ตารางที่ 4.8 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารข้างอิง ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP ค่าตามกฎกระทรวง (ส่วนที่ 4)

LAW 1 ทิศการวางอาคาร	Fan	Cooling	Equipment	Lighting	Total	kWh/m <sup>2</sup> -yr
ทิศ A	498,790	2,530,832	2,850,735	3,950,767	9,831,124	261.58
ทิศ B	1,023,040	5,163,232	2,850,735	3,950,767	12,987,774	345.57
ทิศ C	496,412	2,489,978	2,850,735	3,950,767	9,787,892	260.43
ทิศ D	890,268	4,409,964	2,850,735	3,950,767	12,101,734	321.99
เฉลี่ย	727,128	3,648,502	2,850,735	3,950,767		
		4,375,629	2,850,735	3,950,767	11,177,131	297.39



แผนภูมิที่ 4.4 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคาร  
ที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ส่วนที่ 4)

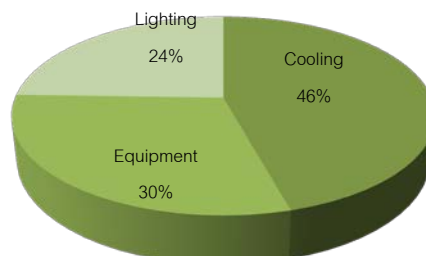
จากตาราง 4.8 แสดงสัดส่วนผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารข้างอิง จากการสำรวจ (ส่วนที่ 4) มีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 11,177,131 kWh/yr ค่า EUI เท่ากับ 297.39 kWh/m<sup>2</sup>-yr โดยมีการใช้พลังงานในแต่ละส่วน เปรียบเทียบกับผล ส่วนที่ 3 (BASECASE) ดังนี้

Cooling+Fan เท่ากับ 4,375,629 kWh/yr น้อยกว่า ส่วนที่ 3(BASECASE) 369,464 kWh/yr  
Equipment เท่ากับ 2,850,735 kWh/yr มีค่าเท่ากับส่วนที่ 3(BASECASE)  
Lighting เท่ากับ 3,950,767 kWh/yr มากกว่า ส่วนที่ 3(BASECASE) 1,219,824 kWh/yr

- จากการใช้สมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร ที่มีการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวม และได้มีการเสนอแนะในการปรับแก้ชั่วโมงการใช้อาคารและ ปรับค่า LPD เมื่อนำมาทำการจำลองจะได้ค่าการใช้พลังงาน ดังตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP ค่าตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ)

LAW 2 ทิศการวางอาคาร	Fan	Cooling	Equipment	Lighting	Total	kWh/m <sup>2</sup> -yr
ทิศ A	169,415	925,811	1,119,418	921,875	3,136,519	83.45
ทิศ B	365,154	2,083,585	1,119,418	921,875	4,490,032	119.47
ทิศ C	223,174	1,162,830	1,119,418	921,875	3,427,297	91.19
ทิศ D	301,461	1,644,425	1,119,418	921,875	3,987,179	106.09
เฉลี่ย	264,801	1,454,163	1,119,418	921,875		
		1,718,964	1,119,418	921,875	3,760,257	100.05



แผนภูมิที่ 4.5 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ)

จากตาราง 4.9 เป็นการเสนอแนะปรับแก้ค่า ชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ ผลมีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 3,760,257 kWh/yr ค่า EUI เท่ากับ 100.05 kWh/m<sup>2</sup>-yr โดยมีการใช้พลังงานในแต่ละส่วน เปรียบเทียบกับผลที่มาจาก การสำรวจ (ส่วนที่3) ดังนี้

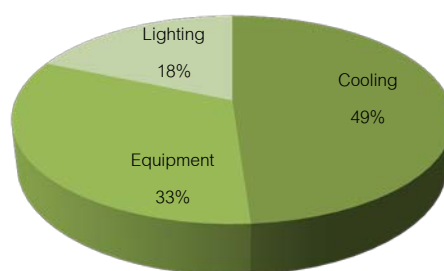
Cooling+Fan เท่ากับ 1,718,964 kWh/yr น้อยกว่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 3,026,129 kWh/yr

Equipment เท่ากับ 1,119,418 kWh/yr น้อยกว่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 1,731,317 kWh/yr

Lighting เท่ากับ 921,875 kWh/yr มากกว่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 1,809,068 kWh/yr

ตารางที่ 4.10 แสดงผลการใช้พลังงานในส่วนต่างๆในอาคาร ของการจำลองอาคารอ้างอิง ด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า OTTV RTTV LPD COP ค่าตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ LPD= 8.13 w/m<sup>2</sup>)

LAW 3 ศึกษารวางอาคาร	Fan	Cooling	Equipment	Lighting	Total	kWh/m <sup>2</sup> -yr
ทิศ A	166,043	905,266	1,119,418	637,242	2,827,969	75.24
ทิศ B	355,951	2,014,701	1,119,418	637,242	4,127,312	109.82
ทิศ C	218,266	1,137,403	1,119,418	637,242	3,112,329	82.81
ทิศ D	298,131	1,621,447	1,119,418	637,242	3,676,238	97.81
เฉลี่ย	259,598	1,419,704	1,119,418	637,242		
		1,679,302	1,119,418	637,242	3,435,962	91.42



แผนภูมิที่ 4.6 แผนภูมิแสดงสัดส่วนการใช้พลังงานของอาคารที่มีค่า OTTV RTTV LPD COP จากตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจและ LPD= 8.13 w/m<sup>2</sup>)

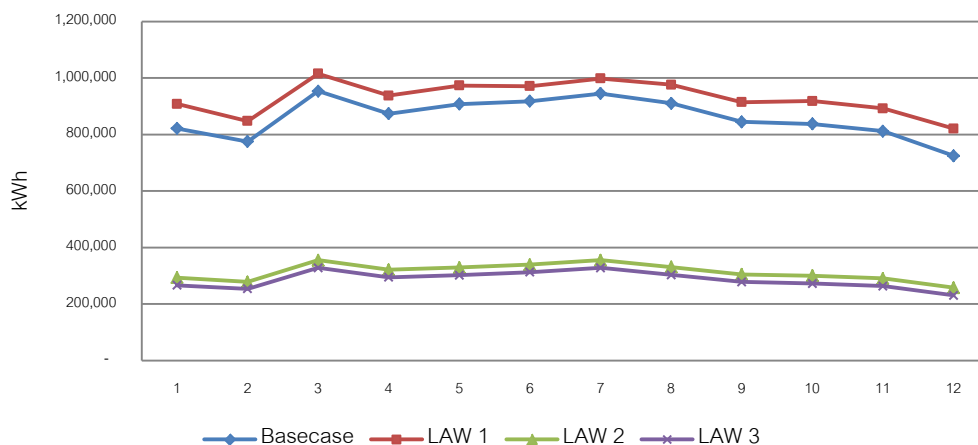
จากตาราง 4.10 เป็นการเสนอแนะปรับแก้ค่า ชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับการสำรวจ และปรับแก้ค่า LPD ที่มาจากผลการสำรวจ คือ 8.13 w/m ผลมีการใช้พลังงานรวมเท่ากับ 3,435,962 kWh/yr ค่า EUI เท่ากับ 91.42 kWh/m<sup>2</sup>-yr โดยมีการใช้พลังงานในแต่ละส่วน เปรียบเทียบกับผลที่มาจากการสำรวจ (ส่วนที่ 3) ดังนี้

Cooling+Fan เท่ากับ 1,679,302 kWh/yr น้อยกว่าค่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 3,065,791 kWh/yr  
 Equipment เท่ากับ 1,119,418 kWh/yr น้อยกว่าค่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 1,731,317 kWh/yr  
 Lighting เท่ากับ 637,242 kWh/yr น้อยกว่าค่าส่วนที่ 3 (BASECASE) 2,093,701 kWh/yr

ตารางที่ 4.11 แสดง เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยโปรแกรม VisualDOE4.0  
ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งานที่ได้จากการสำรวจ

Mounth	Jan	Fab	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	kWh/m <sup>2</sup> - yr
Basecase														
A	704,933	654,557	779,228	720,630	755,237	758,728	784,086	751,261	696,347	709,114	694,740	645,496	8,654,357	230.27
B	978,236	925,141	1,138,624	1,030,376	1,065,879	1,089,146	1,110,017	1,070,930	1,015,210	985,297	958,427	833,770	12,201,053	324.63
C	698,419	648,712	781,215	714,717	740,166	733,485	772,618	743,835	685,149	705,067	692,145	647,742	8,563,270	227.84
D	905,191	872,229	1,116,087	1,031,022	1,071,140	1,091,295	1,114,161	1,077,086	982,590	952,092	902,448	773,073	11,888,414	316.32
Average	821,695	775,160	953,789	874,186	908,106	918,164	945,221	910,778	844,824	837,893	811,940	725,020	10,326,774	274.77
Law 1														
A	810,472	748,806	878,853	817,060	850,795	845,267	872,754	849,140	795,876	813,031	795,636	753,430	9,831,120	261.58
B	1,058,637	993,071	1,187,498	1,088,393	1,131,853	1,137,447	1,154,303	1,136,110	1,077,751	1,063,116	1,033,719	925,894	12,987,792	345.57
C	810,547	747,521	883,286	813,528	839,605	826,895	865,490	843,894	788,065	812,367	797,316	758,779	9,787,293	260.41
D	953,279	903,110	1,112,741	1,033,444	1,071,405	1,076,154	1,101,762	1,076,708	998,007	986,245	943,211	845,667	12,101,733	321.99
Average	908,234	848,127	1,015,595	938,106	973,415	971,441	998,577	976,463	914,925	918,690	892,471	820,943	11,176,985	297.39
Law 2														
A	254,031	235,988	285,653	261,429	272,530	277,831	290,559	270,732	249,564	254,019	249,507	234,668	3,136,511	83.45
B	347,080	332,493	437,501	387,412	391,845	411,710	426,588	394,584	375,514	356,898	343,018	285,382	4,490,025	119.47
C	279,164	260,553	322,159	286,921	294,422	294,235	313,685	297,045	268,852	278,317	277,019	254,918	3,427,290	91.19
D	295,760	285,402	377,667	349,999	359,572	374,958	391,385	361,844	326,159	312,957	293,369	258,100	3,987,172	106.09
Average	294,009	278,609	355,745	321,440	329,592	339,684	355,554	331,051	305,022	300,548	290,728	258,267	3,760,250	100.05
Law 3														
A	228,069	212,494	259,498	236,074	246,225	252,332	264,373	244,453	224,098	227,712	224,066	208,609	2,828,003	75.24
B	316,470	304,864	406,090	357,929	361,145	382,009	395,947	364,120	345,498	326,193	312,447	254,611	4,127,323	109.82
C	252,499	236,469	295,420	261,075	267,511	268,270	287,000	270,269	242,873	251,486	251,098	228,373	3,112,343	82.81
D	268,979	261,441	351,713	324,857	333,221	349,960	365,932	335,772	300,396	286,201	267,049	230,730	3,676,251	97.81
Average	266,504	253,817	328,180	294,984	302,026	313,143	328,313	303,654	278,216	272,898	263,665	230,581	3,435,980	91.42

จากตาราง 4.11 เป็นการแสดงการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยแยกเป็นรายเดือน ใน 1 ปี ในทุกๆ กรณี มีค่าการใช้พลังงานต่ำสุดในเดือนธันวาคม และการใช้พลังงานสูงสุดต่อเดือน อยู่ที่เดือนมีนาคมกับเดือนกรกฎาคม



แผนภูมิที่ 4.7 แผนภูมิแสดงการใช้พลังงานรวมของอาคารในแต่ละเดือน โดยโปรแกรม VisualDOE4.0 จากชั่วโมงการใช้งานอาคารตามกฎกระทรวง กับ การใช้งานที่ได้จากการสำรวจ

#### 4.7 วิเคราะห์ผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

การคำนวณโดยสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร ผลจากการสำรวจ ได้ค่า EUI เท่ากับ  $238.45 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  ในขณะที่ค่า EUI ตามมาตรฐานกฎกระทรวงได้ค่าสูงถึง  $257.06 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  ซึ่งพบว่าเมื่อมีการใช้สมการ การใช้พลังงานรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงนี้ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างไร เนื่องจากจากการสำรวจการใช้คอนโดมิเนียมพักอาศัย ได้มีการใช้พลังงานรวมอาคารน้อยกว่าที่กฎกระทรวงอยู่แล้ว

#### 4.8 วิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบค่าจากการจำลองค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

ผลการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ที่ได้ค่าการใช้พลังงานอาคารสำรวจ เท่ากับ  $274.77 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  และค่าตามกฎกระทรวงในการจำลอง ผลการใช้พลังงานเท่ากับ  $297.39 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลสรุปงานวิจัยผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมายที่มีต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม โดยสำรวจค่าการใช้พลังงานรวมของคอนโดมิเนียมจำนวน 10 โครงการ 13 อาคาร พร้อมทั้งทำการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 เพื่อเปรียบเทียบ ค่าการใช้พลังงานในอาคารจริงจากการสำรวจ กับ ค่าการใช้พลังงานที่ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย ผลคือค่าที่ได้จากการใช้สมการการใช้พลังงานรวมของอาคารมีค่าการใช้พลังงานที่สูงเกินจริง เนื่องจากการกำหนดจำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคารที่ใช้ในการคำนวณในสมการ จำนวน 8,760 ชั่วโมง หรือตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน สูงกว่าชั่วโมงที่ได้มาจากการสำรวจ งานวิจัยนี้จึงการเสนอแนะให้มีการปรับแก้จำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคารในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร เพื่อปรับแก้ความถูกต้องของค่าดัชนีการใช้พลังงาน (EUI) ที่ได้จากการคำนวณ

#### สรุปผลการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารจากสมการ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

การคำนวณโดยสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร(WBE) ผลจากการสำรวจ ได้ค่า EUI เท่ากับ 238.45 kWh/m<sup>2</sup>-yr ในขณะที่ค่า EUI ตามมาตรฐานกฎกระทรวงได้ค่าสูงถึง 257.06 kWh/m<sup>2</sup>-yr ซึ่งพบว่าเมื่อมีการใช้สมการ การใช้พลังงานรวมของอาคาร ตามกฎกระทรวงนี้ ไม่ได้ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานแต่อย่างใด เนื่องจากจากการสำรวจการใช้คอนโดมิเนียมพักอาศัย ได้มีการใช้พลังงานรวมอาคารต่ำกว่าที่กฎกระทรวงกำหนดอยู่แล้ว

#### สรุปผลค่าจากการจำลองค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0

ผลการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ที่ได้ค่าการใช้พลังงานอาคารสำรวจ เท่ากับ 274.77 kWh/m<sup>2</sup>-yr ซึ่งเมื่อกำหนดค่าตามกฎกระทรวงในการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ผลการใช้พลังงานเท่ากับ 297.39 kWh/m<sup>2</sup>-yr

จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร คือ

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{wi}(RTTV_i)}{COP_i} + A_i \left\{ \frac{C_1(LPD_i) + C_e(EQD_i) + 130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] n_h + \sum_{i=1}^n A_i(LPD_i + EQD_i)n_h - PVE \quad (1)$$

โดย  $n_h$  หรือชั่วโมงการใช้งานอาคาร ในสมการที่ (1) โดยเกณฑ์การพิจารณา กำหนดให้ คอนโดมิเนียมมีชั่วโมงการใช้งานเท่ากับอาคารประเภทโรงแรม และสถานพยาบาล คือ 8,760 ชั่วโมงต่อปี

จากการสำรวจพบว่า ผู้พักอาศัยภายในคอนโดมิเนียมพักอาศัยไม่ได้มีการใช้อาคาร ตลอด 24 ชั่วโมงใน 1 วัน ตามกฎกระทรวงกำหนด คือ 8,760 ชั่วโมงต่อปี แต่จากการสำรวจมีการใช้งานอาคารเพียง 4,058 ชั่วโมงต่อปี และในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารมีการนำชั่วโมงการใช้งานอาคาร มาคำนวณ ในค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD) และกำลังไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) ด้วย แต่เมื่อทำการศึกษาชั่วโมงการใช้งานอาคารแยกเป็นชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง และชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จึงได้สมการใหม่ ดังนี้

$$E_{pa} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{A_{wi}(OTTV_i)}{COP_i} + \frac{A_{wi}(RTTV_i)}{COP_i} + A_i \left\{ \frac{130C_o(OCCU_i) + 24C_v(VENT_i)}{COP_i} \right\} \right] 4058 + \left\{ \frac{C_1(LPD \times 2728) + C_e(EQD \times 3957)}{COP} \right\} + \sum_{i=1}^n A_i \{ (LPD \times 2728) + (EQD \times 3957) \} - PVE \quad (2)$$

ในสมการที่ (2) ที่ได้ทำการปรับแก้ให้สอดคล้องกับชั่วโมงการใช้งานอาคารในส่วนต่างๆ จากการสำรวจ คือ

- 1) ชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 4,058 ชั่วโมงต่อปี
- 2) ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 2,728 ชั่วโมงต่อปี
- 3) ชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จากกฎกระทรวงกำหนด เท่ากับ 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 3,957 ชั่วโมงต่อปี

ตารางที่ 5.1 แสดงค่าจากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารและค่าที่ได้จากงานวิจัย

ค่า	ชั่วโมง การใช้อาคาร	ชั่วโมง LPD	ชั่วโมง EQD	LPD
WBE		8,760		12
เสนอแก้ไข	4,058	2,728	3,957	8.96

เมื่อปรับค่าจำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคาร ในสมการการใช้พลังงานรวมแล้ว นำมาใช้คำนวณและมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากสมการการใช้พลังงานรวม ตามกฎกระทรวง รวมไปถึงการจำลองด้วยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 แบ่งเป็น 8 ส่วน คือ

- **BASECASE (ส่วนที่ 1)**  
คำนวณโดยสมการ WBE ใช้ค่าจากการสำรวจอาคารอ้างอิง
  - **กฎกระทรวง (ส่วนที่ 2)**  
คำนวณโดยสมการ WBE ใช้ค่าตามที่กำหนดในกฎกระทรวงพลังงาน
  - **BASECASE (ส่วนที่ 3)**  
จำลองด้วย VISUAL DOE 4.0 ใช้ค่าจากการสำรวจอาคารอ้างอิง
  - **LAW 1 กฎกระทรวง (ส่วนที่ 4)**  
จำลองด้วย VISUAL DOE 4.0 ใช้ค่าตามที่กำหนดในกฎกระทรวงพลังงาน
- ส่วนเสนอปรับแก้**
- ค่าจากการสำรวจ (ปรับชั่วโมงใช้งาน) คำนวณโดยสมการ WBE
  - ค่าตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงใช้งาน) คำนวณโดยสมการ WBE
  - ค่าจากการสำรวจ (ปรับชั่วโมงใช้งานและ LPD=8.13) คำนวณโดยสมการ WBE
  - LAW 2 ปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับค่าจากการสำรวจและจำลองด้วย VISUAL DOE 4.0
  - LAW 3 ปรับชั่วโมงการใช้งาน สอดคล้องกับค่าจากการสำรวจและ LPD เท่ากับ 8.13  $w/m^2$  จำลองด้วย VISUAL DOE 4.0
  - **สมการ OTTV ของ ดนุสรณ์** จากสมการของดนุสรณ์ บัวขจร (2554) ในงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาวิธีการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมและการใช้พลังงานรวมของอาคารชุดพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร ที่มีการแก้สมการ OTTV ดังสมการที่ (3)



$$OTTV_{\text{condo}} = 5.43(U_w)(1 - WWR) + 0.97(U_f)(WWR) + 91.40(WWR)(SHGC)(SC) \quad (3)$$

ผู้วิจัยจึงได้ทำการคำนวณโดยสมการของอนุสรณ์และนำมาคำนวณในสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร เพื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานโดยรวม ในแต่ละกรณี โดยผลการหาค่าใช้พลังงานรวมของอาคาร และค่า EUI ในแต่ละกรณี ทั้งจากการคำนวณโดยสมการและจำลองโดยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ได้ผลดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 แสดงผลการใช้พลังงาน จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารและจำลองหาค่าการใช้พลังงานรวมโดย VISUAL DOE 4.0 ที่มีชั่วโมงตามกฎกระทรวง กับ ชั่วโมงที่ปรับแก้

กรณี	สมการการใช้พลังงานรวม ของอาคาร (kWh)	จำลองหาค่าการใช้ พลังงานรวมโดย DOE 4.0 (kWh)	EUI (kWh/m <sup>2</sup> -yr)
BASECASE (ส่วนที่ 1)	8,961,894.57		238.45
กฎกระทรวง(ส่วนที่ 2)	9,661,407.45		257.06
BASECASE (ส่วนที่ 3)		10,326,774	274.77
กฎกระทรวง(ส่วนที่ 4) LAW 1		11,176,985	297.39
<b>เสนอปรับแก้</b>			
ค่าจากการสำรวจ (ปรับชั่วโมงใช้งาน)	3,858,089.97		102.65
ค่าตามกฎกระทรวง (ปรับชั่วโมงใช้งาน)	4,053,001.36		107.84
ค่าจากการสำรวจ (ปรับชั่วโมงใช้งานและ LPD=8.13)	3,666,273.99		97.55
LAW 2		3,760,256.75	100.05
LAW 3		3,435,962.00	91.42
สมการ OTTV ของ อนุสรณ์		3,603,128.00	95.87

ผลจากการหาค่าจากสมการ การใช้พลังงานรวมของอาคาร ค่า EUI จากการสำรวจ เท่ากับ  $238.45 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  โดยที่ค่า EUI จากกฎกระทรวงสูงถึง  $257.06 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  และเมื่อปรับแก้ ชั่วโมงการใช้อาคาร ทั้ง 3 ส่วน คือ ชั่วโมงการใช้เครื่องปรับอากาศ ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง และชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และ ค่า LPD เท่ากับ  $8.13 \text{ W/m}^2$  ที่มีจากการสำรวจ พบว่า ค่า EUI เท่ากับ  $97.55 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  และจากการจำลองโดยโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ค่า EUI เท่ากับ  $91.42 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  ซึ่งพบว่าใกล้เคียงกับการใช้พลังงานจริงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจของผู้พักอาศัยในคอนโดมิเนียม ดังตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบ ค่าไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณโดยสมการ การจำลองด้วยโปรแกรม และจากค่าไฟฟ้าจริงจากผู้พักอาศัย

ตารางที่ 5.3 แสดงผลการเปรียบเทียบ ค่าไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณโดยสมการ การจำลองด้วยโปรแกรม และจากค่าไฟฟ้าจริงจากผู้พักอาศัย

ค่าไฟฟ้า	คำนวณโดยสมการ		จำลองด้วยโปรแกรม		ปรับแก้ตามข้อเสนอแนะ				จากการสำรวจ
	การใช้พลังงานรวมของอาคาร		Visual DOE 4.0		คำนวณโดยสมการ การใช้พลังงานรวมของอาคาร		จำลองด้วยโปรแกรม Visual DOE 4.0		ค่าไฟฟ้า
(บาท)	BASECASE จากการสำรวจ (ส่วนที่ 1)	กฎกระทรวง พลังงาน (ส่วนที่ 2)	BASECASE จากการสำรวจ (ส่วนที่ 3)	กฎกระทรวง พลังงาน (ส่วนที่ 4)	ปรับชั่วโมง การใช้งาน และ LPD=8.13	ปรับชั่วโมง การใช้งาน และ LPD=12	ปรับชั่วโมง การใช้งาน และ LPD=12	ปรับชั่วโมง การใช้งาน และ LPD=8.13	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย
บาท/อาคาร/ปี	35,847,578	38,645,630	41,307,083	44,708,524	15,432,360	16,212,005	15,041,027	13,743,848	-
บาท/ตร.ม./เดือน	79.48	85.69	91.59	99.13	34.22	35.95	33.35	30.47	28.51*
บาท/1 ยูนิต (48 ตร.ม.)	3,815.20	4,112.99	4,396.24	4,758.25	1,642.44	1,725.42	1600.79	1462.73	1468.07

จากตารางแสดงการใช้ไฟฟ้า จากสำรวจ มีค่าไฟฟ้าเฉลี่ย ต่อเดือน เท่ากับ 28.51 บาท/ตร.ม./เดือน ซึ่งใกล้เคียงกับค่าไฟฟ้าที่มีการปรับแก้ชั่วโมงการใช้งาน และปรับค่า LPD แล้ว คือ 30.47 บาท/ตร.ม./เดือน โดยจากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคารตักกฎกระทรวง มีค่าเท่ากับ 85.69 บาท/ตร.ม./เดือน ซึ่งมากกว่าค่าไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจค่าไฟฟ้า ถึง 32.85 %

\* ดูเพิ่มเติมภาคผนวก ง

ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน จากสมการการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ที่มีชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ

ชั่วโมงการใช้งาน ค่าตามกฎกระทรวงพลังงาน	
<b>BASECASEจากการสำรวจ</b> (ส่วนที่ 1) A. Cooling 3,310,114 kWh/y B. Lighting 1,901,784 kWh/y C. Equipment 3,749,996 kWh/y	
<b>กฎกระทรวงพลังงาน</b> (ส่วนที่ 2) A. Cooling 2,894,962 kWh/y B. Lighting 2,165,923 kWh/y C. Equipment 4,600,522 kWh/y	
ปรับค่า ชั่วโมงการใช้งาน ค่าจากการสำรวจ	
<b>BASECASEจากการสำรวจ</b> A. Cooling 1,533,384 kWh/y B. Lighting 880,986 kWh/y C. Equipment 1,443,720 kWh/y	
<b>กฎกระทรวงพลังงาน</b> A. Cooling 1,341,068 kWh/y B. Lighting 1,003,346 kWh/y C. Equipment 1,708,587 kWh/y	

จากตาราง 5.4 แสดงให้เห็นว่าแม้มีการปรับแก้ค่าชั่วโมงในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร โดยปรับแก้ ชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้า ชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า และปรับค่า LPD จาก  $12 \text{ W/m}^2$  เป็น  $8.13 \text{ W/m}^2$  (ตารางที่ 5.5 จากโปรแกรม VISUAL DOE 4.0) แล้วก็ตาม แต่เมื่อวิเคราะห์จากสัดส่วนการใช้พลังงาน ระหว่าง Cooling

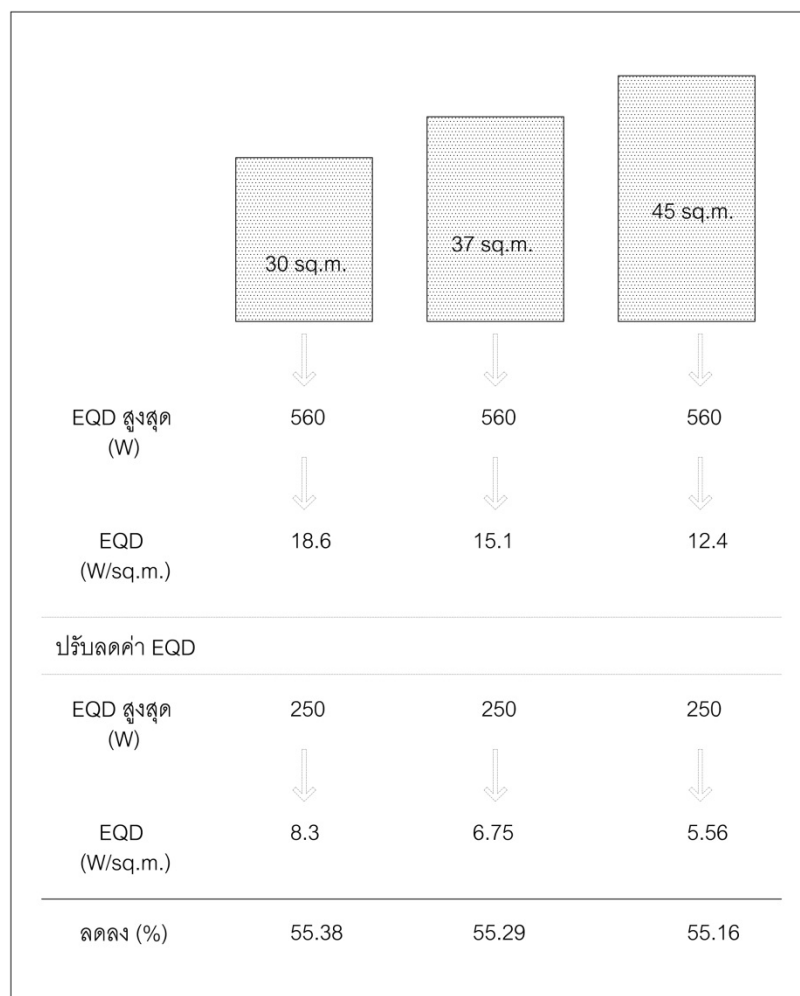
Lingting และ Equipment พบว่าเมื่อปรับค่าแล้วค่า Cooling และ Lingting ลดลง แต่ค่าของ Equipment ยังคงมีสัดส่วนที่สูง จากการวิเคราะห์จึงสรุปได้ว่า ค่า EQD ที่มีหน่วยเป็น  $W/m^2$  มีผล สัดส่วนการใช้พลังงานรวม โดยจากการสำรวจห้องพัก พบว่า ห้องที่มีลักษณะเหมือนกัน แม้ว่า พื้นที่ของยูนิตจะต่างกัน จากการสำรวจ ห้องพัก ขนาด 30 ตารางเมตร และ 45 ตารางเมตร ที่มีผู้ พักอาศัย 2 คน ก็จะมีลักษณะการใช้ห้องพักและอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหมือนกัน เช่น ทีวี 2 เครื่อง ในห้องนอน และห้องนั่งเล่น ตู้เย็น 1 เครื่อง ไมโครเวฟ 1 เครื่อง เตารีด 1 เครื่อง เป็นต้น เมื่อ สังเกตพบว่า เมื่อค่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า วัดที่ที่หารพื้นที่ยูนิต เป็นหน่วย  $W/m^2$  เมื่อต้องการลดค่า ของ EQD ลดลงเพื่อให้ค่าในสมการการใช้พลังงานลดลงตามไปด้วย ห้องที่มีพื้นที่น้อยกว่า เมื่อลด เครื่องใช้ไฟฟ้า สัดส่วนของค่า EQD จะลดมากกว่า ห้องที่มีพื้นที่ใหญ่กว่า

ตารางที่ 5.5 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงาน จากโปรแกรม VISUAL DOE 4.0 ที่มี ชั่วโมงการใช้งานตามกฎกระทรวง กับ ค่าชั่วโมงการใช้งาน ชั่วโมงใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง และชั่วโมงใช้ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ได้จากการสำรวจ

	Basecase	Law 1	Law 2	Law 3
	%	%	%	%
Cooling	46	39	46	49
Lighting	26	35	24	18
Equipment	28	26	30	33

จากตาราง Basecase มีสัดส่วนของ Equipment 28 % LAW 1 ค่าตามกฎกระทรวง พลังงาน มี Equipment 26 % LAW 2 เมื่อปรับชั่วโมงการใช้งานสอดคล้องกับค่าจากการสำรวจ ค่า Equipment 30 % ใน LAW 3 ได้มีการปรับชั่วโมงการใช้งาน สอดคล้องกับค่าจากการสำรวจและ LPD เท่ากับ  $8.13 w/m^2$  โดยสัดส่วนของ Equipment เท่ากับ 33 % ซึ่งยังคงสูงอยู่

โดยผู้วิจัยได้ทำภาพเพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าใน ห้องพัก 1 ห้องนอน ที่มีขนาดยูนิต 3 ขนาดโดยอ้างอิงขนาดห้องพักจากแบบสอบถาม คือ ขนาด 30 ตารางเมตร 37 ตารางเมตร และ 45 ตารางเมตร



ภาพที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบค่า EQD ในห้องพักขนาดต่างๆ

จากภาพที่ 5.1 การเปรียบเทียบค่า EQD ในห้องพักขนาดต่างๆ แสดงให้เห็นว่าห้องพักขนาด 30 ตารางเมตร เมื่อลด ค่าการใช้ EQD สูงสุดลง ค่า EQD ต่อตารางเมตร ลดลง 55.38 % ส่วน ห้องพักขนาด 45 ตารางเมตร เมื่อลด ค่าการใช้ EQD สูงสุดลง ค่า EQD ต่อตารางเมตร ลดลง 55.16 % สรุปได้ว่า ในขณะที่ขนาดห้องพักต่างกันแต่มีค่า EQD เท่ากัน ห้องพักขนาด 30 ตารางเมตร ค่า EQD ลดลงมากกว่าห้องพักขนาด 45 ตารางเมตร 0.22 % ดังนั้นถึงควรกำหนดหน่วยของ EQD ใหม่ เพื่อให้ทราบถึงการใช้พลังงานจริงของค่าเครื่องใช้ไฟฟ้าและเป็นการเท่าเทียมกันในห้องพักแต่ละขนาด

สรุปผลกระทบที่เกิดจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎกระทรวง กำหนดมีต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม คือ ทำให้ไม่มีผลกับการอนุรักษ์พลังงานเกิดขึ้น เนื่องจากค่าจากการใช้อาคารประเภทคอนโดมิเนียมพักอาศัยมีการใช้พลังงานจริงจากการสำรวจ ต่ำกว่าค่าที่กฎกระทรวงกำหนดอยู่แล้ว และจากการใช้พลังงานจากการสำรวจที่ต่ำกว่าค่าที่กระทรวงกำหนด ทำให้สามารถใช้พลังงานเพิ่มขึ้นได้อีก ซึ่งยังไม่เกินกว่าที่กระทรวงกำหนด ทำให้เป็นการเอื้อให้มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ใช้อยู่เดิม โดยจากค่า EUI จากสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร ค่าตามกฎกระทรวงกำหนด  $257.06 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  และเมื่อปรับค่าชั่วโมงการใช้งาน ค่า LPD  $8.13 \text{ W/m}^2$  ได้ค่า EUI เท่ากับ  $97.55 \text{ kWh/m}^2\text{-yr}$  ซึ่งทำให้มีการใช้พลังงานได้มากขึ้นจากเดิมถึง  $77.61 \%$  ผลสรุปในงานวิจัยนี้เป็นการเสนอแนะให้มีการปรับแก้จำนวนชั่วโมงการใช้งานอาคารในสมการการใช้พลังงานรวมของอาคาร เพื่อปรับแก้ความถูกต้องของค่า EUI ที่ได้จากการการคำนวณ โดยทั้งนี้สมการการใช้พลังงานรวมของอาคารที่กำหนดขึ้นมาใหม่จากงานวิจัยนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงปฏิบัติจากการใช้สมการพลังงานรวมของอาคารในการประเมินการใช้พลังงานของอาคารเขียวในอนาคต

## ข้อเสนอปรับแก้

- เสนอให้มีการปรับค่าชั่วโมงการใช้อาคารให้สอดคล้องกับการใช้งานจริง ดังนี้
  - 1) ชั่วโมงการใช้งานเครื่องปรับอากาศจาก 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 4,058 ชั่วโมงต่อปี
  - 2) ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง จาก 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 2,728 ชั่วโมงต่อปี
  - 3) ชั่วโมงการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า จาก 8,760 ชั่วโมงต่อปี ปรับเป็น 3,957 ชั่วโมงต่อปี
- เสนอให้มีการปรับค่า LPD จาก  $12 \text{ W/m}^2$  ปรับแก้เป็น  $8.13 \text{ W/m}^2$
- เสนอให้กำหนด ค่าการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า (EQD) ที่มีหน่วย เป็น  $\text{W/m}^2$  ปรับเป็น วัตต์ การใช้งาน

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

- จากแบบสอบถาม การใช้พลังงานภายในยูนิตพักอาศัยในคอนโดมิเนียมจากผู้พักอาศัย เป็นการสอบถามแบบช่วงเวลา ไม่เป็นรายชั่วโมง ทำให้มีความแม่นยำในเวลาลดลง ทั้งในเวลาเข้าพักอาศัย และ เวลาในการเปิดเครื่องปรับอากาศ
- จากแบบสอบถามเพื่อหาค่าชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้า สรุบบรรายชั่วโมงกับกลุ่มตัวอย่างเพียง 5 ครอบครัว จึงควรมีการสำรวจเป็นจำนวนมากกว่านี้เพื่อให้ได้ค่า ชั่วโมงการใช้ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าแม่นยำขึ้น



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

การปกครองกระทรวงมหาดไทยกรม, ประกาศจำนวนประชากร [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา:  
<http://www.dopa.go.th>. [19 กันยายน พ.ศ. 2555]

การคำนวณขนาดตัวอย่างด้วยวิธีของ Taro Yamane [ออนไลน์], 2555. แหล่งที่มา: <http://hpe4.anamai.moph.go.th/Surveillance/data/yamane.pdf> [19 กันยายน พ.ศ. 2555]

دنوسرن บัวจกร, การพัฒนาวิธีการประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมและการใช้พลังงานรวมของอาคารชุดพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2554.

ตรึงใจ บุญสมภพ. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. 10,000 เล่ม, กรุงเทพมหานคร: อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, 2539

ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552, ราชกิจจานุเบกษา 126, 2552 หน้า 21-58

ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร พ.ศ. 2552, ราชกิจจานุเบกษา 126, 2552 หน้า 54

ประวิตร กิตติชาญธีระ. ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์กันแดดแบบผนัง 2 ชั้น กรณีศึกษาอาคารพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2553.

แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (พ.ศ. 2554-2573), กระทรวงพลังงาน. 2554 หน้า 3-5

ผลงานวิจัยและภาพรวมตลาดคอนโดมิเนียมครั้งที่ 1 [ออนไลน์]. 2555. แหล่งที่มา :  
<http://pawit15.blogspot.com/2009/12/c.html> [23 มีนาคม พ.ศ. 2555]

พระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ.2552 [ออนไลน์], 2554. แหล่งที่มา

[http://www.coe.or.th/co15law/act/coe\\_law-1-2552.pdf](http://www.coe.or.th/co15law/act/coe_law-1-2552.pdf) [1 ตุลาคม พ.ศ. 2554]

อรรถจันทร์ เศรษฐบุต และ ธนิต จินดาวงนิค. การพัฒนาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณสมบัติการ

ป้องกันความร้อนของเปลือกอาคารในอาคารบ้านเดี่ยว. ในการประชุมเชิงวิชาการ  
เครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทยครั้งที่ 3, 23-25 พฤษภาคม 2550 ณ โรงแรมไบฮอก  
สกาย กรุงเทพมหานคร, 2550.

### **ภาษาอังกฤษ**

- Chirarattananon, S., & Taveekun, J. An OTTV-based energy estimation model for commercial building in Thailand [Online]. 2004. Available from: <http://www.sciencedirect.com> [2011, October 1 ]
- Chua, K.J., & Chou, S.K. Energy performance of residential buildings in Singapore [Online]. 2009. Available from: <http://www.sciencedirect.com/> [2012, February 17]
- Chirarattananon, S.; Chaiwiwatworakul, P; Hien, V.D.; Rakkwamsuk, P.; Kubaha, K. Assessment of energy savings from revised building energy code of Thailand [Online]. 2010. Available from: <http://www.sciencedirect.com/> [2012, February 17]
- F. Moore, Environment control systems: heating cooling lighting (International Edition. Singapore: McGraw-Hill, 1993.
- Pantong, K.; Chirarattananon, S.; and Chaiwiwatworakul, P. Development of Energy Conservation Programs for Commercial Buildings based on Assessed Energy Saving Potentials [Online]. 2011. Available from: <http://www.sciencedirect.com/> [2012, October 19]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
นियามคำศัพท์

OTTV (Overall Thermal Transfer Value) หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

RTTV (Roof Thermal Transfer Value) หมายถึง ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

LPD (Lighting Power Density) หมายถึง ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง หน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

EPD, EQD (Equipment Power Density) หมายถึง กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ต่อหน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็นวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

OCCU (Occupant Density) หมายถึง ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารในพื้นที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นคนต่อตารางเมตร ( $person/m^2$ )

VENT หมายถึง อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ สำหรับพื้นที่ใช้งานมีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที ( $l/s$ )

COP หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบปรับอากาศขนาดเล็กหรือระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่ใช้งานสำหรับพื้นที่ใช้งาน

VENT (Ventilation Rate) หมายถึง อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ใช้งาน มีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที ( $l/s$ )

WWR (Window to Wall Ratio) หมายถึง อัตราส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสง และ/หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

$TD_{eq}$  (Temperature Different Equivalent) หมายถึง ค่าความต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายในและภายนอกอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ )

$\Delta T$  หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส ( $^{\circ}C$ )

SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) หมายถึง สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก

SC (Shading Coefficient) หมายถึง สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR (Effective Solar Radiation) หมายถึง ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และ/หรือผนังทึบ มีหน่วยเป็นวัตต์/ตารางเมตร ( $W/m^2$ )

อาคารอ้างอิง หมายถึง อาคารที่มีการออกแบบให้มีพื้นที่การใช้งาน ที่ตั้ง ทิศทางพื้นที่รอบอาคารแต่ละด้าน และลักษณะการใช้งานเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง โดยต้องมี

ค่าของระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

Whole Building Energy หมายถึง ค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร หน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี (kWh/yr)

เกณฑ์การพิจารณาการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร โดยการคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารที่จะก่อสร้างจริงในรอบ 1 ปี นำมาเปรียบเทียบกับค่าการใช้พลังงานโดยรวมในรอบ 1 ปี ของอาคารอ้างอิง อาคารจะผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานโดยรวมได้ ก็ต่อเมื่อค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารที่จะก่อสร้างจริงทั้งปีต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคารอ้างอิง โดยมีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่ของกรอบอาคารแต่ละด้านเป็นเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง และอาคารที่ใช้อ้างอิงต้องมีค่าระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศเป็นไปตามข้อกำหนดของแต่ละระบบ

VISUAL DOE 4.0 หมายถึง โปรแกรมที่ใช้ประเมินการใช้พลังงานภายในอาคาร ในช่วงเวลา 1 ปี

EUI (Energy Use Index) หมายถึง ค่าดัชนีการใช้พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงาน หมายถึง การใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ

คอนโดมิเนียมหรืออาคารชุด หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินกลาง

อาคารขนาดใหญ่ หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้พื้นที่อาคารหรือส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัยหรือประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภทโดยมีพื้นที่อาคาร รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15 เมตรขึ้นไปและมีพื้นที่อาคารรวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้า สำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด

อาคารควบคุม หมายถึง อาคารดังนี้

- สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- สถานศึกษา
- สำนักงาน
- อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

- อาคารโรงพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

กรุงเทพ เขตชั้นใน หมายถึง เขตการปกครอง 21 เขต คือ พระนคร ป้อมปราบศัตรูพ่าย  
สัมพันธวงศ์ ปทุมวัน บางรัก ยานนาวา สาทร บางคอแหลม ดุสิต บางซื่อ พญาไท ราชเทวี ห้วย  
ขวาง คลองเตย ห้วยขวาง คลองเตย จตุจักร ธนบุรี คลองสาน บางกอกน้อย บางกอกใหญ่ ดินแดง  
วัฒนา

ภาคผนวก ข  
แบบสอบถาม



คอนโดมิเนียม		ห้อง		วันที่	
--------------	--	------	--	--------	--

### แบบสอบถาม

งานวิจัยเรื่อง ผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมาย  
ที่มีผลต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม

.....

### วัตถุประสงค์

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทาง ในการวิเคราะห์ผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมายที่มีผลต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม โดยเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ระดับระดับปริญญาโท ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้คอนโดมิเนียมของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

โดยข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามนี้ ไม่มีผลใดๆ ต่อผู้ตอบแบบสอบถาม โดยผลที่ได้จะนำไปใช้สำหรับการศึกษาวิจัย เรื่องผลกระทบจากการกำหนดค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารตามกฎหมายที่มีผลต่อการออกแบบคอนโดมิเนียม เท่านั้น

ผู้วิจัย

นางสาวอภิญา บุญมา

คำชี้แจง กรุณาใส่เครื่องหมาย  ✓ หน้า  ที่ตรงกับข้อเท็จจริงหรือความคิดเห็นของท่าน

มากที่สุด

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม**

1. เพศ  1. ชาย  2. หญิง

2. อายุ

1. ต่ำกว่า 20 ปี  2. 20 - 30 ปี  3. 31 - 40 ปี

4. 41-50 ปี  5. ตั้งแต่ 51 ปีขึ้นไป

3. อาชีพ

1. ไม่ได้ประกอบอาชีพ/แม่บ้าน  2. พนักงานบริษัท

3. ธุรกิจส่วนตัว  4. อื่นๆ ระบุ.....

**ตอนที่ 2 ข้อมูลพฤติกรรมการใช้คอนโดมีเนียมของผู้ตอบแบบสอบถาม**

4. ขนาดห้องพัก.....ตรม.

1. ห้อง Studio  2. จำนวน 1 ห้องนอน

3. จำนวน 2 ห้องนอน  4. มากกว่า 2 ห้องนอนขึ้นไป

5. จำนวนผู้พักอาศัย

1. 1 คน  2. 2 คน

3. 3 คน  4. มากกว่า 3 คนขึ้นไป

6. จำนวนเครื่องปรับอากาศภายในห้องห้องพักอาศัย

1. 1 เครื่อง  2. 2 เครื่อง

3. 3 เครื่อง  4. มากกว่า 3 เครื่องขึ้นไป

7. จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องห้องพักอาศัย

1. ตู้เย็น.....เครื่อง ขนาด.....คิว

2. โทรทัศน์.....เครื่อง ขนาด.....นิ้ว

3. พัดลม.....เครื่อง

4. คอมพิวเตอร์.....เครื่อง

5. ไม้ตบูก.....เครื่อง

6. เครื่องทำน้ำอุ่น.....เครื่อง

7. เครื่องซักผ้า.....เครื่อง

8. ไมโครเวฟ.....เครื่อง

9. หม้อหุงข้าว.....เครื่อง

10. อื่นๆ ระบุ.....

8. ช่วงเวลาการเข้าพักอาศัยภายในคอนโดมีเนียม ช่วงวันจันทร์-ศุกร์ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เวลา 6.01 น. – 12.00 น.

2. เวลา 12.01 น. – 18.00 น.

3. เวลา 18.01 น. – 24.00 น.

4. เวลา 24.01 น. – 6.00 น.

5. 24 ชั่วโมง

9. ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ ช่วงวันจันทร์-ศุกร์ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เวลา 6.01 น. – 12.00 น.

2. เวลา 12.01 น. – 18.00 น.

3. เวลา 18.01 น. – 24.00 น.

4. เวลา 24.01 น. – 6.00 น.

5. 24 ชั่วโมง

10. ช่วงเวลาการเข้าพักอาศัยภายในคอนโดมีเนียม ช่วงวันเสาร์-อาทิตย์ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เวลา 6.01 น. – 12.00 น.

2. เวลา 12.01 น. – 18.00 น.

3. เวลา 18.01 น. – 24.00 น.

4. เวลา 24.01 น. – 6.00 น.

5. 24 ชั่วโมง

11. ช่วงเวลาการเปิดเครื่องปรับอากาศ ช่วงวันเสาร์-อาทิตย์ (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

1. เวลา 6.01 น. – 12.00 น.

2. เวลา 12.01 น. – 18.00 น.

3. เวลา 18.01 น. – 24.00 น.

4. เวลา 24.01 น. – 6.00 น.

5. 24 ชั่วโมง

ตอนที่ 3 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ค  
รายละเอียดแบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

## ภาคผนวก (ข้อ 3- ข้อ 7)

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	4	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	3	2	1	2			5	6	7	8	9	
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	1	3	3	3	1	2		4	5	6	7	8	9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	2	1	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6		8		
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6				
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6		8	9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	1	1	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	1	1	1	2		4	5	6				
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	1	1	1	2	3	4		6			9	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	2	1	1	2	3	4		6				
หญิง	20-30 ปี	4	2	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	3	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6			9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	3	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	20-30 ปี	4	3	2	3	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2			5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5			8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4		6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	2	1	1	2	3	4		6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	3	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	3	2	3	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4		6	7	8	9	

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับ อากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2			5	6				
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	3	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4		6		8		
หญิง	20-30 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	4	1	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	1	2	4	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	3	2	1	2			5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2			5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5		7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2								
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	3	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3			6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3			6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2		4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2		4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2		4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4		6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4		6		8	9	



เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	20-30 ปี	2	2	3	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2			5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5			8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3			6	7		9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	1		2	3		5				9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	20-30 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	3	2	3	2	1	2			5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6				
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3	4		6			9	
หญิง	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2			5	6				
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2			5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับ อากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชาย	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2		4	5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6		8		10
ชาย	20-30 ปี	2	3	3	2	1	2	3		5			8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	3	2	1	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2		4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2			5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	20-30 ปี	4	1	1	1	1	2	3			6			9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6				
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2				6	7			
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4			7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	4	2	1	2	1	2	3		5	6				
ชาย	20-30 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2		4			7	8	9	
ชาย	20-30 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	20-30 ปี	3	2	1	2	1	2	3	4	5	6				
ชาย	41-50 ปี	3	4	4	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	41-50 ปี	3	2	1	2	1	2			5	6				
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	41-50 ปี	3	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	4	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	2	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3		5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
ชาย	41-50 ปี	2	2	3	2	1	2	3	4	5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชาย	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6				
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4		6	7	8	9	10
ชาย	41-50 ปี	3	2	1	2	1	2			5	6		8		
ชาย	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4	5	6				
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	1	2	1	2			5	6		8		10
หญิง	41-50 ปี	3	3	2	3	1	2	3	4	5		7			10
หญิง	41-50 ปี	2	3	2	2	1	2			5		7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	1	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	2	2	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2			5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2			5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6				
หญิง	41-50 ปี	1	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	1	3	2	3	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6				
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	3	3	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6			9	
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2		4		6	7	8		
หญิง	41-50 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	41-50 ปี	4	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	1	3	4	3	1	2	3		5	6	7	8	9	10
หญิง	41-50 ปี	1	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	41-50 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	41-50 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	51 ปีขึ้นไป	4	2	2	2	1	2		4	5	6	7	8		
หญิง	51 ปีขึ้นไป	3	2	3	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1	2	3	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1	2	3	2	1	2	3			6	7	8	9	
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับ อากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	2	3	3	1	2			5	6	7	8		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	3	2	3					5	6				
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	3	4	3	1	2	3		5			8		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	3	2	3	1	2	3		5	6				
ชาย	51 ปีขึ้นไป	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	2	1	2	1	2	3	4	5	6				
ชาย	51 ปีขึ้นไป	4	2	1	2	1	2	3	4	5	6		8		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1	3	3	3	1	2	3		5	6		8		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	2	1	3	1	2	3	4	5	6				
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	2	1	2	1	2	3		5	6				
ชาย	51 ปีขึ้นไป	3	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8		
ชาย	31-40 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8	9	
ชาย	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2		4	5	6	7	8	9	
ชาย	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9	
ชาย	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
ชาย	31-40 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
ชาย	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ชาย	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6				
ชาย	31-40 ปี	3	2	1	2	1	2		4	5	6				
ชาย	31-40 ปี	2	2	3	2	1	2	3	4	5	6	7			
ชาย	31-40 ปี	3	2	1	2	1	2		4	5	6				
ชาย	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8	9	
ชาย	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	



เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	31-40 ปี	1	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	1	1	2	3			6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	3	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	3	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	3	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3	4		6	7			
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	3	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	1	2	1	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4		6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	3	2	1	2	1	2			5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		



เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	31-40 ปี	2	3	4	3	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	1	2	2	3	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2		4		6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	3	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6				
หญิง	31-40 ปี	3	3	3	3	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6				
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2			5					
หญิง	31-40 ปี	2	1	2	1	1	2			5	6				
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	1	1	2	3			6				
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2			5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7			
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2			5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3			6		8		
หญิง	31-40 ปี	3	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า													
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
ชื่อแบบสอบถาม																			
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6			9					
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3		5	6	7	8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9					
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8						
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	1	2	2	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9					
หญิง	31-40 ปี	4	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9					
หญิง	31-40 ปี	3	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8	9					
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8	9					
หญิง	31-40 ปี	3	3	4	3	1	2	3		5	6								
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8						
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6	7	8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9					
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4		6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6		8						
หญิง	31-40 ปี	2	1	2	1	1	2	3		5	6		8						

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ชื่อแบบสอบถาม						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	3	1	2	3	4	5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	3	2	3	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	1	1	1	1	2	3		5	6			9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		10
หญิง	31-40 ปี	2	2	3	3	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3	4		6	7	8	9	10
หญิง	31-40 ปี	2	1	2	1	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	1	2	1	1	2	3	4	5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2		4	5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	4	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	3	4	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
หญิง	31-40 ปี	2	3	3	2	1	2	3		5	6	7	8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		

เพศ	อายุ	3. อาชีพ	4.ขนาด ห้องพัก	5.จำนวน ผู้พักอาศัย	6.จำนวน เครื่องปรับอากาศ	7.จำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้า									
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	1	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	2	2	2	2	1	2	3		5	6		8		
หญิง	31-40 ปี	3	1	2	1	1	2	3		5	6		8		

## ภาคผนวก (ข้อ 8- ข้อ 11)

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				4		1			4						4	
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี			3					3				3						3		
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี	1		3	4		1		3	4					5	1			3	4	
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี			3					3			1				1					
หญิง	ต่ำกว่า 20 ปี					5			3				2	3				2	3		
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				3	4		1		3	4				3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี				4					4					4					4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี				4					4				3	4				3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี					5			3							5		2	3		
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี				4					4					4					4	
ชาย	ต่ำกว่า 20 ปี			3	4					4						5				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	20-30 ปี	1			4					4		1		3	4						5
หญิง	20-30 ปี			3	4					4				3	4					4	
หญิง	20-30 ปี	1			4					4		1			4					4	
หญิง	20-30 ปี	1		3	4					4						5				4	
หญิง	20-30 ปี				4					4		1			4					4	
หญิง	20-30 ปี			3	4					4				3	4					4	
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5				4	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	20-30 ปี				4				4				3	4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4				3	4					4		
หญิง	20-30 ปี	1		3					4						5				4		
หญิง	20-30 ปี			3					3			1					1				
หญิง	20-30 ปี				4		1		3						5	1		3			
หญิง	20-30 ปี			3	4				4						5				4		
หญิง	20-30 ปี		2	3				2							5				4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4						5	2			4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4						5				4		
หญิง	20-30 ปี	1			4				4		1	2		4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4				3	4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4				3	4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4		1	2					2				
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5	2	3	4			
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5	1		3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3						5	1	2				
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)					
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5						5
หญิง	20-30 ปี			3	4					4				2	3	4						4
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5						4
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5		2	3			
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4					4				3	4							4
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5	1	2				
หญิง	20-30 ปี	1		3	4				3	4						5				3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5						5
หญิง	20-30 ปี	1		3	4		1		3	4						5						5
หญิง	20-30 ปี			3					3	4		1					1					
หญิง	20-30 ปี				4					4												4
หญิง	20-30 ปี			3					3				2	3	4				2			
หญิง	20-30 ปี			3				2	3	4			2	3	4				2	3	4	
หญิง	20-30 ปี	1		3			1		3			1	2				1	2				
หญิง	20-30 ปี			3					3							5				3		
หญิง	20-30 ปี			3					3				2	3					2	3		
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5				3		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1				4	1				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5						5

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1			4		1			4	
หญิง	20-30 ปี	1		3	4		1		3	4					5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5	2					
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5						5
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4				3		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3			1		3	4				3		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5	1	2			
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5		2				
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	20-30 ปี			3						4						5				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	20-30 ปี	1			4					4						5				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4					4						5				4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5



เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	20-30 ปี			3	4				4					5			2		4		
หญิง	20-30 ปี		2	3	4				4		1		3	4					4		
หญิง	20-30 ปี		2		4				4		1			4					4		
หญิง	20-30 ปี		2		4				4		1			4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4						5					5	
หญิง	20-30 ปี	1			4				4						5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				4						5		2		4		
หญิง	20-30 ปี	1		3					4		1	2	3						4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
หญิง	20-30 ปี	1		3	4		1		4						5	1			4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	20-30 ปี	1		3	4		1		3	4					5					5	
หญิง	20-30 ปี	1			4				4		1		3	4					4		
หญิง	20-30 ปี	1		3	4				4		1			4					4		
หญิง	20-30 ปี	1			4				4		1		3	4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				4					4					4		
หญิง	20-30 ปี	1			4				4		1			4					4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
หญิง	20-30 ปี			3	4				3	4			2	3	4			2	3	4	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ชาย	20-30 ปี			3	4				3					3	4						5
ชาย	20-30 ปี			3	4				4							5				4	
ชาย	20-30 ปี		2	3	4				3	4						5					5
ชาย	20-30 ปี				4				3	4		1			4		1			4	
ชาย	20-30 ปี					5			4							5	2				
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
ชาย	20-30 ปี	1		3	4		1		3	4						5	1		3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				4							5				4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5	1		3	4	
ชาย	20-30 ปี		2	3	4						5		2	3	4			2	3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5					5
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4			2	3	4				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4						5	2	3	4		
ชาย	20-30 ปี			3	4				4							5					5
ชาย	20-30 ปี				4				3	4				3	4			2	3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4		1	2	3			1	2	3		

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5	1			3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5	1	2				
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	20-30 ปี				4					4					4						4
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3					3				1		4	5	1		3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	20-30 ปี			3	4					4			1		3	4					4
ชาย	41-50 ปี					5									5						5
ชาย	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4					5	1		3	4		
ชาย	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4					5						5
ชาย	41-50 ปี	1			4		1			4		1				1					
ชาย	41-50 ปี	1			4		1			4		1			4	1					4
ชาย	41-50 ปี					5									5						5
ชาย	41-50 ปี			3	4					4					5						5
ชาย	41-50 ปี			3	4				3	4					5						5
ชาย	41-50 ปี				4					4					5						5
ชาย	41-50 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
ชาย	41-50 ปี			3	4					4					5						5
ชาย	41-50 ปี		2	3	4			2	3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	41-50 ปี			3	4				3	4					5		2		3	4	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ชาย	41-50 ปี				4					4				3	4					4	
ชาย	41-50 ปี					5					5					5					5
ชาย	41-50 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
ชาย	41-50 ปี					5			3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	41-50 ปี				4					4				3	4						4
ชาย	41-50 ปี				4					4						5					5
ชาย	41-50 ปี	1			4					4					4						4
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4		1		3	4		2		3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4		1		3	4				3	4	
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4						5					5
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4						5	1		3	4	
หญิง	41-50 ปี					5	1			4						5	1				4
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	41-50 ปี	1			4					4				3	4						4
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1		3	4						5	1		3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	41-50 ปี					5				4			2	3	4			2	3		
หญิง	41-50 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	41-50 ปี			3	4					4						5				4	5

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี				5				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี				5				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5					5		
หญิง	41-50 ปี			3	4			3	4			3	4				3	4			
หญิง	41-50 ปี	1							4		1								4		
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	41-50 ปี			3	4				4		1	2	3				2				
หญิง	41-50 ปี	1		3	4		1	3	4					5					5		
หญิง	41-50 ปี			3	4			3	4					5			3	4			
หญิง	41-50 ปี			3	4			3	4		1		3	4		1		3	4		
หญิง	41-50 ปี			3	4			3	4		2		3	4						5	
หญิง	41-50 ปี				5		2		4					5						5	
หญิง	41-50 ปี				5				4					5						5	
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5						5	
หญิง	41-50 ปี			3	4				4					5						5	
หญิง	51 ปีขึ้นไป			3	4			3	4		1		3	4				3	4		
หญิง	51 ปีขึ้นไป	1		3			1	3						5			3				
หญิง	51 ปีขึ้นไป		2		4			2		4				5			3	4			
หญิง	51 ปีขึ้นไป				5			3	4				3	4			3	4			
หญิง	51 ปีขึ้นไป				5		2		4					5					4		
หญิง	51 ปีขึ้นไป				4			3	4					5						5	
หญิง	51 ปีขึ้นไป				5	1			4					5		2			4		

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ชาย	51 ปีขึ้นไป			3	4				4				2							4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป		2					2							5					5	
ชาย	51 ปีขึ้นไป					5		2							5		2				
ชาย	51 ปีขึ้นไป			3	4				4					3	4					4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป			3	4				4						5		2			4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป					5			3	4					5						5
ชาย	51 ปีขึ้นไป				4				4						4					4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป			3	4				4						5					4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป					5			3	4					5			3	4		
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1		3	4				4			1		3	4					4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1			4				4			1			4					4	
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1			4				4				2	3	4						5
ชาย	51 ปีขึ้นไป	1		3	4		1		3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	31-40 ปี			3					3					3					3		
ชาย	31-40 ปี					5			3				2	3			2	3			
ชาย	31-40 ปี			3	4				3							5					5
ชาย	31-40 ปี			3	4				4					3	4					4	
ชาย	31-40 ปี	1		3	4		1		3	4		1		3	4		1		3	4	
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
ชาย	31-40 ปี				4				4			1			4					4	
ชาย	31-40 ปี	1			4				4			1			4					4	
ชาย	31-40 ปี			3	4				4					3	4					4	
ชาย	31-40 ปี			3	4				4						4					4	
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
ชาย	31-40 ปี			3	4				4			1			4					4	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
ชาย	31-40 ปี				4					4					5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		
ชาย	31-40 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
ชาย	31-40 ปี					5				4		1			4					4	
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					4	
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					4	
ชาย	31-40 ปี				4					4		1			4					4	
ชาย	31-40 ปี			3						4				3						4	
ชาย	31-40 ปี					5				4					5		2				
ชาย	31-40 ปี			3	4					4				3	4					4	
ชาย	31-40 ปี	1			4		1			4		1	2				1	2			
ชาย	31-40 ปี			3	4					3	4				5			3	4		
ชาย	31-40 ปี			3	4					3	4		1		3	4		1		3	4
ชาย	31-40 ปี				4					4					4					4	
ชาย	31-40 ปี		2	3	4				2	3	4			2	3	4			2	3	4
ชาย	31-40 ปี			3	4					4					5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4					3	4				5					5	
ชาย	31-40 ปี			3	4					3	4				5				3	4	
หญิง	31-40 ปี					5				3				2	3				2	3	
หญิง	31-40 ปี	1		3	4		1			3					5		2				

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	31-40 ปี					5					5					5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5					4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4				3	4					4	
หญิง	31-40 ปี					5			3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี	1			4					4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5	1		3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4
หญิง	31-40 ปี				4					4			2					2			
หญิง	31-40 ปี			3	4					4		1		3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5					5
หญิง	31-40 ปี	1			4					4		1			4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4						5					4



เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5				4			
หญิง	31-40 ปี				5	1			4					5				4			
หญิง	31-40 ปี				4				4		1			3	4				4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5				5	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5				5	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5				5	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				3	4			3	4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4		1				4					4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				4							5	2			4	
หญิง	31-40 ปี	1			4				4							5				4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					3	4					4	
หญิง	31-40 ปี				4				4							5				4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					4					4	
หญิง	31-40 ปี				4				4		1				4					4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
หญิง	31-40 ปี		2	3	4			2	3	4						5	2	3	4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5	2	3	4		
หญิง	31-40 ปี				4				4							5	2			4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				4		1	2	3				2				
หญิง	31-40 ปี		2	3	4			2	3	4						5				5	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5	2	3	4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5			3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4						5	1	2			

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	31-40 ปี			3	4				4		1			4						4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5		2			4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5		2			4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				5		2	3		4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				5		2	3		4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4				3	4					4		
หญิง	31-40 ปี					5		2		4					5		2		4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3												
หญิง	31-40 ปี			3					3				3				3				
หญิง	31-40 ปี			3					4					5					4		
หญิง	31-40 ปี	1		3	4		1		3	4		1			4		1			4	
หญิง	31-40 ปี				4				4					5		2			4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4		1		3	4				3	4	
หญิง	31-40 ปี				4				4					4					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4						5				4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4				3	4					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				4					5					4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4		1		3	4		1		3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5					5	

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5	1	2				
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				3	4				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						5
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						4
หญิง	31-40 ปี				4					4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4		1		3	4				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5		2	3			
หญิง	31-40 ปี				4					4		1	2								4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4		1			4		1				4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4					4				3	4						4
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5				3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5						4

เพศ	อายุ	8.ช่วงเวลากการเข้าพัก (จ.-ศ.)					9.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (จ.-ศ.)					10.ช่วงเวลากการเข้าพัก อาศัย (ส.-อา.)					11.ช่วงเวลากการเปิด เครื่องปรับอากาศ (ส.- อา.)				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5					5	
หญิง	31-40 ปี			3	4					4					5				4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4			2	3	4			2	3	4	
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5			3	4		
หญิง	31-40 ปี		2	3	4				3	4					5		2	3	4		
หญิง	31-40 ปี			3	4				3	4					5		2	3	4		

ภาคผนวก ง  
สอบถามค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน

ตาราง แสดงข้อมูลค่าใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้คอนโดมิเนียมพักอาศัย

จำนวน ผู้ใช้งาน (คน)	อาชีพ	ลักษณะห้องพัก	ที่ตั้ง	ขนาดห้องพัก (ตร.ม.)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/เดือน)	ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย (บาท/m <sup>2</sup> )
2	พนักงานบริษัท พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	อ่อนนุช	34	1080	31.76
2	พนักงานบริษัท นักศึกษา	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	30	780	26
2	พนักงานบริษัท นักศึกษา	2 ห้องนอน	เกษตรนวมินทร์	56	1750	31.25
2	ธุรกิจส่วนตัว พนักงานบริษัท	2 ห้องนอน	รัชดา	60	2100	35
1	พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	34	770	22.65
1	ธุรกิจส่วนตัว	1 ห้องนอน	บางนา	37	900	24.32
1	พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	เกษตรนวมินทร์	33	640	19.39
2	พนักงานขาย พนักงานขาย	1 ห้องนอน	อโศก	26	580	22.31
1	ครูสอนร้องเพลง	1 ห้องนอน	เกษตรนวมินทร์	33	1050	31.82
2	บัญชี พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	30	980	32.67
1	บัญชี	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	28	840	30
1	ตัวแทนประกัน	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	28	750	26.79
2	พนักงานบริษัท พนักงานบริษัท	1 ห้องนอน	ลาดพร้าว	30	950	31.60
2	แม่บ้าน พนักงานบริษัท	2 ห้องนอน	รัชดา	60	1,830	30.50
2	พนักงานบริษัท นักศึกษา	1 ห้องนอน	เกษตรนวมินทร์	33	900	27.27
2	พนักงานบริษัท ฟรีแลนซ์	1 ห้องนอน	ทองหล่อ	55	1800	32.73

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวอภิญา บุญมา เกิดเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ.2526 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล รัตนบุรี ในปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี 2553