

แนวทางในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย



นางสาว อุษณีย์ มิ่งวิมล

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอาคาร ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-900-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7 ก.พ. 2544

I18607901

**AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY CONSERVATION  
EVALUATION INDEX IN RESIDENTIAL BUILDINGS**



**Miss Usanee Mingvimol**

**สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Architecture in Building Technology**

**Department of Architecture**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**Academic Year 1997**

**ISBN 974-638-900-9**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

แนวทางในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัคพลังงานใน  
อาคารพักอาศัย

โดย

นางสาวอุษณีย์ มิ่งวิมล

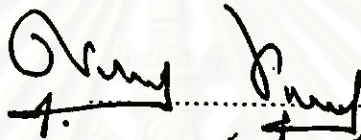
ภาควิชา

สถาปัตยกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาริการ

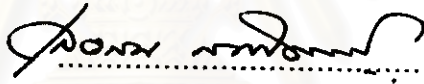
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ เลอสม สถาปิตานนท์)

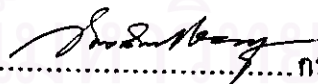


อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาริการ)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(.....)



กรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร.วิมลสิทธิ หรขางตุร )



กรรมการ

(คุณปราโมทย์ เอี่ยมศิริ )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

อุษณีย์ มิ่งวิมล : แนวทางในการสร้างแบบประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย  
(AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY CONSERVATION EVALUATION INDEX  
IN RESIDENTIAL BUILDINGS) · อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สุนทร บุญญาธิการ, 210 หน้า,  
ISBN 974-638-900-9

ในสภาวะปัจจุบันที่แนวโน้มการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยได้เพิ่มมากขึ้น แต่อาคารพักอาศัยส่วนใหญ่ไม่ได้ ออกแบบให้เกิดการประหยัดพลังงานอย่างเหมาะสม สาเหตุหนึ่งเป็นเพราะผู้ออกแบบขาดความเข้าใจถึงเทคนิคการออกแบบ เพื่อการประหยัดพลังงานอย่างแท้จริง และเป็นเรื่องยากที่จะชี้ชัดได้ว่าอาคารพักอาศัยที่ออกแบบมีศักยภาพในการ ประหยัดพลังงานมากน้อยเพียงใด การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสวงหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการ ใช้พลังงานในอาคาร พักอาศัย จากนั้นจึงนำไปสร้างเป็นดัชนีสำหรับประเมินค่าการประหยัดพลังงานในอาคารพักอาศัย เพื่อใช้เป็นเครื่องมือ ช่วยบ่งชี้ถึงศักยภาพในการประหยัดพลังงาน

ขั้นตอนในการวิจัยประกอบด้วย การศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อการประหยัด พลังงานที่เหมาะสมกับภูมิภาคเขตร้อนชื้นของประเทศไทย การสำรวจและวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารพักอาศัย โดยให้บ้านทั่วไปมาเป็นกรณีศึกษา การวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารหลายหลังต้องกำหนดหลักเกณฑ์ให้สภาวะ ภายในอาคารอยู่ในเขตสบาย (comfort zone) เหมือนกันเพื่อให้สามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้ ในการวิจัยนี้จึงได้ จำแนกหมวดหมู่ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการ ใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบของ ตัวแปรที่สร้างภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ องค์ประกอบของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการ ใช้พลังงานในระบบ แสงสว่าง และองค์ประกอบของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการ ใช้พลังงานของอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จากการ วิเคราะห์การใช้พลังงานของบ้านที่ออกแบบโดย รศ. ดร. สุนทร บุญญาธิการหลังหนึ่งซึ่งเป็นบ้านที่มีศักยภาพในการ ประหยัดพลังงาน พบว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศประมาณร้อยละ 75 การใช้พลังงานในระบบแสง สว่างประมาณร้อยละ 10 และการใช้พลังงานในอุปกรณ์ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 15 ขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์ค่าน ำหนักของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการ ใช้พลังงาน โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผสมผสานกับการศึกษา งานวิจัยหรือเอกสารที่เกี่ยวข้องมาผสมผสานกัน เพื่อให้ได้ค่านำหนักของตัวแปรสำหรับนำไปสร้างเป็นดัชนีในแบบ ประเมินค่าการประหยัดพลังงาน

ผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า องค์ประกอบของตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการ ใช้พลังงานในอาคารพักอาศัยมากที่สุด คือ องค์ประกอบที่ทำให้เกิดการทำความเย็น (Cooling Load) ของอาคาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มประกอบด้วย ตัว แปรของระบบเปลือกอาคาร ตัวแปรของรูปทรงของอาคาร การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า และสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้ง อาคาร ตามลำดับ จากการทดสอบการให้แบบประเมินที่สร้างขึ้นเพื่อทดสอบประเมินศักยภาพในการประหยัดพลังงานของ อาคาร โดยเลือกแบบบ้านที่ใช้ระบบก่อสร้างทั่วไป บ้านประหยัดพลังงาน และบ้านไทยมาเป็นกรณีศึกษา ผลการทดสอบ พบว่าบ้านที่ใช้ระบบก่อสร้างทั่วไปได้คะแนนจากการประเมิน 38.1 คะแนน จัดเป็นอาคารพักอาศัยที่มีศักยภาพในการ ประหยัดพลังงานระดับ 2 ซึ่งเป็นระดับที่ค่อนข้างต่ำ บ้านประหยัดพลังงานได้คะแนนจากการประเมิน 90.7 คะแนน จัด เป็นอาคารพักอาศัยที่มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานระดับ 5 ซึ่งเป็นระดับสูงที่สุด ส่วนบ้านไทยได้คะแนนจากการ ประเมิน 33.8 คะแนน จัดเป็นอาคารพักอาศัยที่มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานระดับ 2 เช่นเดียวกันกับบ้านที่ใช้ระบบ ก่อสร้างทั่วไปแต่มีคะแนนน้อยกว่า ผลที่ได้จากการทดสอบดัชนีที่สร้างขึ้นพบว่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมิน ศักยภาพการประหยัดพลังงานของอาคารพักอาศัยได้โดยไม่มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิคที่ยุ่งยากซับซ้อน แบบประเมินค่า การประหยัดพลังงานของอาคารพักอาศัยที่เป็นผลจากการศึกษามีความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้ในการประเมินอาคาร พักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว ที่ตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในอนาคตถ้ามีเทคโนโลยีในการออกแบบเพื่อ การประหยัดพลังงานที่ดียิ่งขึ้น อาจจะมีผลจำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมมากขึ้นเพื่อประโยชน์ในการนำไปใช้ งานจริง

ภาควิชา ..... สถาปัตยกรรมศาสตร์  
สาขาวิชา ..... เทคโนโลยีอาคาร  
ปีการศึกษา ..... 2540

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## 3972539525 : MAJOR BUILDING TECHNOLOGY

KEY WORD:

ENERGY CONSERVATION EVALUATION INDEX / RESIDENTIAL BUILDINGS

USANEE MINGVIMOL : AN APPROACH TO FORMULATE ENERGY CONSERVATION EVALUATION INDEX IN RESIDENTIAL BUILDINGS. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOONTORN BOONYATKARN, Ph. D. 210 pp. ISBN 974-638-900-9

At the present time, the use of energy in residential buildings has increased but most residential buildings are not designed to save energy properly. This is partly because architects lack an understanding of energy-conservation design techniques and also because it is difficult to tell to what extent residential buildings have been designed to save energy. This research is primarily aimed at seeking variables that influence the use of energy in residential buildings and then create an energy-conservation evaluation index for residential buildings which can be used as a tool to identify the energy-conservation potential of residential buildings.

The procedures for evaluating energy-conservation values in residential buildings consist of studying and compiling information on architectural design for energy conservation suitable for the hot-humid climate of Thailand, and surveying and analyzing the energy use of residential buildings by using detached houses as a case study. Since the analysis of the energy use in many buildings requires a common rule for comparison, in this case the interior condition has been set to be within comfort zone all the time for the propose. The grouping of variables that influence the use of energy in residential buildings according to different types of energy use can be divided into three components, namely, variables related to the use of air-conditioning systems, variables related to the use of lighting systems and variables related to the use of electrical appliances. According to the energy use analysis of an energy-efficient house designed by Dr. Soontorn Boonyatikarn, the use of energy for air-conditioning systems accounts for approximately 75 percent, that of the lighting systems accounts for approximately 10 percent and that of electrical appliances accounts for approximately 15 percent. The weightings of the variables that influence the use of energy are analyzed by a computer program along with additional studies from other research papers and documents to obtain the weightings of variables which will be used to formulate the energy-conservation evaluation index.

From the results of the study, the components with the greatest influence on the use of energy in residential buildings are those which create the cooling load of the building which can be divided into four groups, namely, the building envelope variable, the building form variable, the types of electrical equipment and environment around the building, respectively. According to the experimental evaluation index created to evaluate the potential to save energy using conventional construction houses, energy-efficient houses and traditional Thai houses as case studies, detached house which represents houses in general cumulate 38.1 points of the total evaluation score, the second tier of energy-conservation potential which is quite low while energy-efficient house achieves 90.7 points, the fifth tier of energy-conservation potential which is the highest one. Traditional Thai houses gain 33.8 points which is still considered to be in the second tier similar to general house. The result from the index can be applied to evaluate the energy conservation potential of residential buildings without many complications. This evaluation index which is the result of this research is suitable for evaluating detached houses located in Bangkok Metropolitan and its suburbs. In the future, if design technology for energy conservation improves, there should be an improvement before further application.

ภาควิชา.....สถาปัตยกรรมศาสตร์

สาขาวิชา.....เทคโนโลยีอาคาร

ปีการศึกษา.....2540

ลายมือชื่อนิติ.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จล่วงไปได้โดยดี ด้วยความกรุณาของ รองศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษาตลอดจนข้อแนะนำต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาวิจัย นอกจากนี้ยังได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รองศาสตราจารย์ เลอสม สตาปิตานนท์ ศาสตราจารย์ ดร. วิมลสิทธิ์ หรยางกูร และคุณปราโมทย์ เขียมศิริ ซึ่งเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และยังได้กรุณาให้ข้อมูลคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ทั้งนี้รวมถึงที่น้องร่วมรุ่นทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างมาก และเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจ ท้ายที่สุดขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวที่ให้กำลังใจ และความห่วงใยตลอดเวลา

จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องมา ณ โอกาสนี้ด้วย



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

|   |           |
|---|-----------|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....   | ๔         |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....  | ๖         |
| กิตติกรรมประกาศ.....  | ๗         |
| สารบัญ.....   | ๗         |
| สารบัญแผนภูมิ.....  | ๗         |
| สารบัญตาราง .....   | ๘         |
| สารบัญรูป.....  | ๘         |
| <br>  |           |
| <b>บทที่ 1. บทนำ.....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....                                    | 2         |
| 1.2 วัตถุประสงค์.....   | 5         |
| 1.3 ระเบียบวิธีวิจัย.....   | 6         |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....  | 10        |
| 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....  | 11        |
| <br>  |           |
| <b>บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....</b>                        | <b>12</b> |
| 2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร.....                               | 12        |
| 2.2 วัสดุที่ใช้ในอาคาร.....   | 14        |
| 2.2.1 อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมต่อการใช้วัสดุ .....               | 14        |
| 2.2.2 การพิจารณาเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคาร.....             | 15        |
| 2.2.3 ข้อควรคำนึงในการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม.....                          | 15        |
| 2.2.4 วัสดุที่บดแสง.....  | 16        |
| 2.2.5 เทคนิคการใช้วัสดุฉนวนในอาคาร.....                                     | 17        |
| 2.2.6 อิทธิพลของมวลสารต่อการถ่ายเทความร้อน.....                             | 20        |
| 2.2.7 ระบบควบคุมอาคารที่มีผลต่อการเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน ..... | 21        |
| 2.2.8 วัสดุโปร่งแสง .....   | 23        |
| 2.2.9 อิทธิพลของความร้อนต่อตัวกระจก.....                                    | 30        |
| 2.2.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแสงธรรมชาติกับการประหยัดพลังงาน .....             | 31        |
| 2.3 แนวทางในการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน .....                               | 32        |
| 2.3.1 การปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เอื้ออำนวยต่อการประหยัดพลังงาน .....         | 33        |
| 2.3.2 การเลือกรูปแบบที่เหมาะสมเพื่อใช้ประโยชน์จากปัจจัยธรรมชาติ.....        | 40        |

|   |            |
|---|------------|
| 2.3.3 การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม.....                                   | 43         |
| 2.3.4 การเลือกใช้วัสดุประเภทต่าง ๆ และคุณสมบัติของวัสดุ.....                | 45         |
| 2.3.5 การเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงาน.....                                 | 51         |
| 2.3.6 เทคนิคการก่อสร้าง.....  | 53         |
| 2.4 เทคนิคของการวัด.....  | 57         |
| 2.4.1 ประโยชน์ของการวัด.....  | 57         |
| 2.4.2 ระดับของการวัด.....   | 58         |
| 2.4.3 ลักษณะของเครื่องมือวัดที่เหมาะสม.....                                 | 60         |
| 2.4.4 มาตรฐานของการวัด.....   | 64         |
| <b>บทที่ 3. คำนวณนักและค่าระดับของตัวแปรที่ใช้สร้างดัชนี.....</b>           | <b>67</b>  |
| 3.1 การวิเคราะห์ค่านักจากสัดส่วนการใช้พลังงานในบ้าน.....                    | 69         |
| 3.2 สัดส่วนการใช้พลังงานของบ้านประหยัดพลังงานและบ้านทั่วไป.....             | 72         |
| 3.3 คำนวณนักของกลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ80    |            |
| 3.3.1 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับระบบเปลือกอาคาร.....                       | 86         |
| 3.3.2 กลุ่มตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับรูปทรงของอาคาร.....                        | 87         |
| 3.4 การวิเคราะห์และกำหนดค่าระดับในการประเมินค่า.....                        | 88         |
| 3.4.1 เทคนิคในการประเมินค่าการประหยัดพลังงานในส่วนผนังทึบ.....              | 88         |
| 3.4.2 เทคนิคในการประเมินค่าการประหยัดพลังงานในส่วนกระจก.....                | 99         |
| 3.4.3 เทคนิคในการประเมินค่าการประหยัดพลังงานในส่วนหลังคา.....               | 110        |
| 3.4.4 เทคนิคในการประเมินค่าการประหยัดพลังงานในด้านการรั่วไหลของอากาศ.....   | 122        |
| 3.4.5 เทคนิคการประเมินค่าการประหยัดพลังงานด้านรูปทรงอาคาร.....              | 123        |
| 3.4.6 เทคนิคการประเมินค่าการประหยัดพลังงานด้านสภาพแวดล้อมบริเวณที่ตั้ง..... | 125        |
| <b>บทที่ 4. การวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารโดยใช้คอมพิวเตอร์.....</b>     | <b>127</b> |
| 4.1 การวิเคราะห์สัดส่วนของการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัยทั่วไป.....            | 131        |
| 4.2 การวิเคราะห์สัดส่วนของการใช้พลังงานในบ้านประหยัดพลังงาน.....            | 137        |
| 4.3 สัดส่วนเฉลี่ยของการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย.....                        | 141        |
| <b>บทที่ 5. การสร้างและทดสอบแบบประเมิน.....</b>                             | <b>147</b> |
| 5.1 วิธีใช้งานแบบประเมิน.....   | 147        |
| 5.2 การทดสอบแบบประเมินด้วยข้อมูลของบ้านทั่วไป.....                          | 161        |
| 5.3 การทดสอบแบบประเมินด้วยข้อมูลของบ้านประหยัดพลังงาน.....                  | 170        |
| 5.4 การทดสอบแบบประเมินด้วยข้อมูลของบ้านแบบไทยโบราณ.....                     | 179        |
| 5.5 การวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบแบบประเมิน.....                          | 188        |
| 5.5.1 ผลคะแนนที่ได้จากการประเมินบ้านจัดสรรแบบวรรณานา.....                   | 188        |



|   |            |
|---|------------|
| 5.5.2 ผลคะแนนที่ได้จากการประเมินบ้านประหยัดพลังงาน.....               | 189        |
| 5.5.3 ผลคะแนนที่ได้จากการประเมินบ้านแบบเรือนไทยโบราณ .....            | 190        |
| 5.5.4 การวิเคราะห์เปรียบเทียบศักยภาพในการประหยัดพลังงานของอาคาร ..... | 191        |
| <b>บทที่ 6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....</b>                             | <b>193</b> |
| 6.1 บทสรุป .....  | 193        |
| 6.2 ข้อเสนอแนะ .....  | 197        |
| รายการอ้างอิง .....   | 199        |
| ภาคผนวก แบบบ้านที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....                               | 200        |
| ประวัติผู้เขียน.....  | 210        |



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญแผนภูมิ

|  |     |
|--|-----|
| แผนภูมิ 1-1 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของจำนวนหน่วยจำหน่ายไฟฟ้า (GWH) เป็นร้อยละจำแนกตามประเภท<br>ผู้ใช้ไฟฟ้าในเขตกรุงเทพมหานคร ปี 2538.....  | 4   |
| แผนภูมิ 2-1 แสดงอุณหภูมิผิวหน้าเปียกในร่ม (ได้ต้นไม้) และอุณหภูมิกระเปาะเปียก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ<br>อากาศ.....   | 35  |
| แผนภูมิ 2-2 แสดงอุณหภูมิผิวถนน ค.ส.ล. อุณหภูมิผิวดินแห้ง และอุณหภูมิกระเปาะเปียก เปรียบเทียบกับอุณหภูมิ<br>อากาศ (.....)   | 36  |
| แผนภูมิ 2-3 แสดงอุณหภูมิผิวดิน และอุณหภูมิผิวดินแห้ง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ .....   | 37  |
| แผนภูมิ 2-4 แสดงอุณหภูมิน้ำลึก 1 เมตร เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ.....   | 40  |
| แผนภูมิ 2-5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณความร้อนที่ผ่านผนังทึบแต่ละประเภทเข้ามาภายในอาคารทางผนังด้าน<br>ทิศตะวันตกในเดือนเมษายน.....   | 47  |
| แผนภูมิ 3-1 เปรียบเทียบปริมาณพลังงานไฟฟ้า 3 รูปแบบที่ใช้ในบ้านประหยัดพลังงาน ในเวลา 1 วัน .....  | 72  |
| แผนภูมิ 3-2 เปรียบเทียบศักยภาพของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ระหว่างบ้านทั่วไปและบ้านประหยัด<br>พลังงานที่ออกแบบและก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยเปรียบเทียบจากความสามารถในการทำความเย็นของเครื่อง<br>ปรับอากาศขนาดหนึ่งตัน..... | 73  |
| แผนภูมิ 3-3 เปรียบเทียบภาระการทำความเย็นในระบบปรับอากาศ ระหว่างบ้านทั่วไปและบ้านประหยัดพลังงานที่<br>ออกแบบและก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยเปรียบเทียบจากปริมาณพลังงานต่อพื้นที่หนึ่งตาราง.....                                  | 74  |
| แผนภูมิ 3-4 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านประหยัดพลังงานและบ้านทั่วไป.....  | 75  |
| แผนภูมิ 3-5 แสดงกลุ่มตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย และค่าน้ำหนักที่ใช้ในการสร้างแบบ<br>ประเมินค่าการประหยัดพลังงานในบ้าน.....   | 80  |
| แผนภูมิ 3-6 แสดงสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ของจำนวนชั่วโมงใน 1 ปีเมื่อเปรียบเทียบกับเขตสบายของสภาพอากาศ<br>ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2538.....  | 81  |
| แผนภูมิ 3-7 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของผนังทึบแต่ละชนิด โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่วงคะแนน.....  | 98  |
| แผนภูมิ 3-8 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของกระจกแต่ละชนิด โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่วงคะแนน.....  | 105 |
| แผนภูมิ 3-9 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกแต่ละชนิด โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่วงคะแนน .....   | 109 |
| แผนภูมิ 3-10 แสดงค่าความต้านทานความร้อนของระบบหลังคาแต่ละแบบ โดยแบ่งออกเป็น 5 ช่วงคะแนน ....   | 121 |
| แผนภูมิ 4-1 แสดงภาระการทำความเย็นที่เกิดจากตัวแปรต่าง ๆ ต่อตารางเมตรในเวลา 1 วันของบ้าน 6 หลัง โดย<br>เลือกวันที่มีภาระการทำความเย็นสูงสุดของปีของแต่ละหลัง.....   | 144 |
| แผนภูมิ 4-2 แสดงภาระการทำความเย็นต่อตารางเมตรในเวลา 1 วันของบ้าน 6 หลัง โดยเลือกวันที่มีภาระการ<br>ทำความเย็นสูงสุดของปีของแต่ละหลัง.....  | 145 |
| แผนภูมิ 4-3 แสดงภาระการทำความเย็นต่อตารางเมตรในเวลา 1 ชั่วโมงของบ้าน 6 หลัง โดยเลือกวันที่มีภาระการ<br>ทำความเย็นสูงสุดของปีของแต่ละหลัง .....   | 146 |

## สารบัญตาราง

|  |     |
|--|-----|
| ตาราง 2.1 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าที่ใช้ต่อเดือน เมื่อใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 2 ตัน หรือ 24,000 บีทียูต่อชั่วโมง ตามมาตรฐานโดยแยกตามฉลากประหยัดไฟ.....     | 52  |
| ตาราง 2.2 แสดงประสิทธิภาพของหลอดไฟประเภทต่าง ๆ และแสงธรรมชาติ .....  | 52  |
| ตาราง 3.1 แสดงการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านประหยัดพลังงาน .....  | 70  |
| ตาราง 3.2 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านประหยัดพลังงานและบ้านทั่วไปในเวลา 1 วัน .....  | 74  |
| ตาราง 3.3 แสดงค่าความต้านทานความร้อนรวมของผนังที่แต่ละชนิด .....   | 96  |
| ตาราง 3.4 แสดงค่าความต้านทานความร้อนรวมของกระจกแต่ละชนิด .....   | 103 |
| ตาราง 3.5 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของกระจกแต่ละชนิด .....  | 107 |
| ตาราง 3.6 แสดงค่าความต้านทานความร้อนรวมของระบบหลังคาแต่ละแบบ ในกรณีที่ไม่มีการระบายอากาศ<br>เปรียบเทียบกับกรณีที่มีการระบายอากาศภายในช่องว่างใต้หลังคา ..... | 119 |
| ตาราง 3.7 แสดงการกำหนดระดับคะแนนของช่องเปิดแต่ละชนิด .....   | 122 |
| ตาราง 3.8 แสดงการกำหนดระดับคะแนนของรูปทรงอาคาร .....   | 125 |
| ตาราง 4.1 แสดงรายละเอียดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้านพักอาศัยแบบต่าง ๆ ที่สำรวจ.....  | 129 |
| ตาราง 4.2 แสดงรายละเอียดวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยแบบต่าง ๆ ที่สำรวจ.....  | 130 |
| ตาราง 4.3 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านเรนโบว์ในวันที่มีการะการทำความเย็นสูงสุดของปี....  | 133 |
| ตาราง 4.4 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านลดาวารีในวันที่มีการะการทำความเย็นสูงสุดของปี... 134   | 134 |
| ตาราง 4.5 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านวรรณนาในวันที่มีการะการทำความเย็นสูงสุดของปี 135   | 135 |
| ตาราง 4.6 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านปาล์มเมอร์ในวันที่มีการะการทำความเย็นสูงสุดของปี 136   | 136 |
| ตาราง 4.7 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านประหยัดพลังงานแบบ 2 ชั้น ในวันที่มีการะการทำความ<br>เย็นสูงสุดของปี.....                                     | 139 |
| ตาราง 4.8 แสดงการะการทำความเย็นรายชั่วโมงของบ้านประหยัดพลังงานแบบ 3 ชั้น ในวันที่มีการะการทำความ<br>เย็นสูงสุดของปี.....                                     | 140 |
| ตาราง 4.9 แสดงการะการในการทำความเย็นของระบบปรับอากาศเฉลี่ยต่อตารางเมตรของบ้านตัวอย่าง .....  | 141 |
| ตาราง 4.10 แสดงเปอร์เซ็นต์ของอิทธิพลจากตัวแปรที่มีต่อการะการทำความเย็นของบ้านพักอาศัย .....  | 142 |
| ตาราง 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของพื้นที่และการะการทำความเย็นรวมในเวลา 1 ปี.....   | 143 |
| ตาราง 6.1 แสดงค่าน้ำหนักและค่าระดับของตัวแปร ที่ใช้เป็นดัชนีในการประเมินค่าการประหยัดพลังงาน .....   | 194 |

## สารบัญรูป

|   |     |
|---|-----|
| รูป 3-1 แสดงรูปแบบการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารพักอาศัยทั้ง 3 ประเภทที่พบกันทั่วไป .....   | 68  |
| รูป 3-2 แสดงเงื่อนไข 3 ประการที่ทำให้เกิดการใช้พลังงานในอาคารพักอาศัย.....  | 69  |
| รูป 3-3 แสดงสัดส่วนของการใช้พลังงานในบ้าน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ :<br>ระบบแสงสว่าง : อุปกรณ์ไฟฟ้า .....            | 76  |
| รูป 3-4 แสดงการเปรียบเทียบอิทธิพลของกลุ่มตัวแปรด้านการเลือกประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ.....  | 84  |
| รูป 3-5 แสดงการกำหนดค่าน้ำหนักของกลุ่มตัวแปร 4 กลุ่มที่มีอิทธิพลต่อการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ และ<br>ตัวแปรย่อยของกลุ่มตัวแปรแต่ละกลุ่ม ..... | 86  |
| รูป 3-6 แสดงระบบหลังคาในกรณีที่ไม่มีการระบายอากาศภายในช่องว่างใต้หลังคา .....   | 114 |
| รูป 3-7 แสดงระบบหลังคาในกรณีที่มีการระบายอากาศภายในช่องว่างใต้หลังคา .....  | 114 |



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย